

# Дерево —

ISSN 0011-9008

обрабатывающая  
промышленность

5/2005



## Типы межкомнатных дверных полотен



1 – глухое полотно; 2 – глухое полотно с имитацией филёнки раскладкой; 3 – глухое полотно с объёмной филёнкой и раскладкой; 4 – полотно с объёмной филёнкой и проёмом под стекло; 5 – полотно с мелковитражным остеклением; 6 – полотно с проёмом под стекло и имитацией филёнки раскладкой; 7 – полотно с объёмной филёнкой и раскладкой, а также с проёмом под стекло; 8 – полотно с проёмом под стекло и раскладкой

# ДЕРЕВО —

## обрабатывающая ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

5/2005

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,**

**В.П.Бухтияров,**

**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,**

**Б.Н.Уголев**

© "Деревообрабатывающая промышленность", 2005  
Свидетельство о регистрации  
СМИ в Роскомпечати № 014990

Сдано в набор 02.09.2005.  
Подписано в печать 17.09.2005.  
Формат бумаги 60x88/8  
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,5  
Тираж 800 экз. Заказ 2412  
Цена свободная  
ОАО "Типография "Новости"  
105005, Москва, ул. Фр.Энгельса, 46

Адрес редакции:  
117303, Москва, ул. Малая  
Юшуньская, д. 1 (ГК "Берлин"),  
оф. 1309  
Телефон/факс: (095) 319-82-30  
E-mail: dop@tpost.net

## СОДЕРЖАНИЕ

**Бурдин Н.А., Пешков В.В.** Мировой и российский рынки клеёных конструктивных материалов из древесины ..... 2

## НАУКА И ТЕХНИКА

**Амалицкий Вит.В.** Пиление твердосплавными круглыми пилами и их заточка ..... 6

**Лобанов Н.В., Лобанова И.С.** Оценка методов расчёта жёсткости ленточных и рамных пил ..... 11

**Гришкевич А.А., Клубков А.П., Аникеенко А.Ф.** Сборная цилиндрическая фреза с изменяемыми угловыми параметрами для обработки древесины и древесных материалов ..... 14

**Сафин Р.Р., Хасанишин Р.Р., Кайнов П.А., Сафин Р.Г.** Новые подходы к совершенствованию вакуумно-конвективных технологий сушки древесины ..... 16

## ЭКОНОМИЯ СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

**Уласовец В.Г.** Выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных различными способами ..... 19

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЕ, НОТ

**Иванов Д.В.** Планирование выпуска пакетоспособных партий пиломатериалов, рассортированных по длинам ..... 22

## В ИНСТИТУТАХ И КБ

**Филонов А.А., Чернышёв А.Н.** Влияние влажности древесины и её температуры при термообработке на показатели прочности и упругости обработанного материала ..... 24

## ИНФОРМАЦИЯ

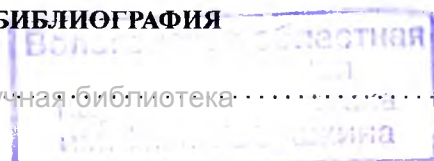
Столярно-строительная продукция деревообрабатывающих производств ..... 26

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

По страницам технических журналов ..... 31

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



# МИРОВОЙ И РОССИЙСКИЙ РЫНКИ КЛЕЁНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

**Н. А. Бурдин, В. В. Пешков** – ОАО "НИПИЭИлеспром"

Клеёная массивная древесина (клеёный брус) находит широкое применение в строительстве деревянных домов и производстве столярных изделий. Как отечественные, так и зарубежные стандарты допускают использование в клеёных конструкционных материалах до 50% всех брусковых деталей, склеенных по ширине и толщине. Такие материалы применяют при сооружении несущих конструкций (балок, ферм, колонн) и при выработке столярно-строительных изделий (окон, дверей, половой доски, щитового паркета). Ряд отечественных и иностранных специалистов считают, что использование цельной, массивной древесины без склеивания для производства оконных и дверных блоков вообще должно быть прекращено, и производители качественной столярной продукции из древесины в последнее время всё больше переходят на клеёный брус в качестве сырья. Значительно более высокая формоустойчивость и прочность клеёной древесины по сравнению с цельной позволяет существенно повысить качество столярных изделий. Особенно много клеёных конструкций используется в малоэтажном деревянном домостроении.

Строительные конструкции (деревянные балки) из клеёной древесины имеют ряд серьёзных преимуществ перед железобетонными и стальными конструкциями. Они лучше противостоят огню, чем конструкции из металла. Существуют такие средства защиты древесины, которые задерживают её возгорание до 30 мин. Процесс горения деревянных конструкций протекает со скоростью 0,6 мм/мин, так что они могут не разрушаться при постоянном воздействии огня в течение до 90 мин. Тогда как металлические балки при температуре 300°C обрушиваются уже через 16 мин, а бетон при достижении критических температур рассыпается мгновенно.

Поскольку в России в последние годы наблюдается рост выпуска клеёного бруса из древесины, то целесообразна попытка выявить тенденции развития мирового производства этой продукции.

В 90-е годы прошлого века производство клеёного бруса наиболее интенсивно развивалось в Северной Америке, так что в настоящее время в этом регионе отношение годового объёма потребления клеёного бруса к общему годовому объёму потребления стандартных конструкционных пиломатериалов хвойных пород составляет 5%.

Рост спроса на клеёный брус в Северной Америке обусловлен тем, что растёт объём строительства нового жилья и преимущественно деревянных каркасных домов (доля таких домов в нём составляет 85%), а также значительным сокращением объёма поставки пиломатериалов хвойных пород из общественных естественных лесов западных районов США и Канады.

В Европе доля жилых домов с деревянными каркасами составляет всего 10%, а остальные 90% приходятся на дома со стальными и железобетонными каркасами. В Японии доля жилых домов с деревянными каркасами примерно равна доле жилых домов со стальными и железобетонными каркасами.

Благодаря хорошим эксплуатационным характеристикам и приемлемой стоимости клеёного бруса деревянные каркасные дома продолжают пользоваться в Северной Америке большой популярностью.

Развитию рынка клеёного бруса в Северной Америке способствовало принятие новых строительных правил, предписывающих соблюдение функциональных требований, – ранее действовавшие правила предписывали применять конкретные материалы и методы производства. Благодаря этому деревообрабатываю-

щие производства Северной Америки, выпускающие клеёный брус, развернули использование имеющейся в изобилии относительно дешёвой древесины быстро растущих пород: осины, берёзы, красного клёна и амбрового дерева – прежде её применяли недостаточно эффективно.

Клеёный брус из древесины обладает двумя функциональными преимуществами, которые способствуют расширению его использования в жилищном строительстве: большей равномерности прочности, что повышает его конструкционную ценность и обеспечивает более эффективный монтаж; большего выхода продукции из сырья. Кроме того, стоимость клеёного бруса относительно стабильна – последнее особенно ценится крупными строительными компаниями, которые продают многие дома ещё до того, как они построены. В большинстве случаев погонный метр клеёного бруса дороже погонного метра традиционного материала, однако клеёный брус более прочен, а его применение обеспечивает снижение трудоёмкости построенных объектов. Последнее особенно важно: в Северной Америке в сфере строительства ощущается нехватка квалифицированной рабочей силы. В связи с этими обстоятельствами строители вынуждены расширять применение трудосберегающих методов строительства. Помимо этого налаживание производства клеёного бруса обуславливает сокращение объёма отходов деревообработки, а применение клеёного бруса – сокращение продолжительности цикла работ на строительной площадке. Клеёный брус подразделяется на дощатоклеёный и клеёный брус из шпона (LVL). В Северной Америке в 2004 г. доля дощатоклеёного бруса в общем объёме клеёного бруса составила примерно 35–40%, а LVL – 60–65%.

В Северной Америке LVL исполь-



Рис. 1. Годовой объём производства и потребления конструктивных материалов из древесины в Северной Америке:

1000 досковых футов = 2,36 м<sup>3</sup>

зуют главным образом в сфере жилищного строительства – для изготовления полок двутавровых балок (50%) и конструктивных балок (43%): ригелей гаражных дверей, прогонов, опорных балок и др.

Двутавровые балки также относятся к клеёным материалам. В Северной Америке в настоящее время их доля в общем объёме потребления конструктивных материалов из древесины весьма значительна – примерно две трети (рис. 1). Двутавровые балки служат опорами для пола и стропилами в платформо-каркасных деревянных конструкциях. В США сегодня клеёные балки заменяют цельные балки из древесины, с их применением монтируют 45% всех междуэтажных перекрытий над первым и последующим этажами (исключая первый этаж, пол которого является бетонным) – при этом ожидается, что в течение 10 лет эта доля возрастёт до 80%. Следует отметить, что 95% мирового объёма производства и потребления двутавровых балок приходится на Северную Америку. Импорт клеёного бруса из других регионов мира в Северную Америку практически отсутствует. Попытки поставки на североамериканский рынок клеёного бруса из европейских стран успеха не имели. Одна из основных причин практического отсутствия экспорта клеёного бруса из других стран в США: на материале, допускаемом на рынок США, обязательно должна быть оценочная маркировка Американского института конструкций из древесины "Качество одобрено".

Развитие производства клеёного бруса в Европе (см. таблицу) началось несколько позже, чем в Северной Америке, но с 1995 г. годовой объём изготовления клеёного бруса значительно (в 2,79 раза) увеличился и в настоящее время величина этого показателя заметно (в 1,22 раза) больше величины годового объёма потребления клеёного бруса.

Величина показателя ускорения роста производства клеёного бруса в Европе на протяжении 9 лет была высокой (12%/год). Величина же показателя ускорения роста потребления клеёного бруса в 1996–2000 гг. была значительно меньше (8,0%/год), но в период 2001–2004 гг. она составила 13,2%/год, что несколько больше 12,0%/год – величины показателя ускорения роста производства клеёного бруса в том же периоде. Крайне высокими темпами рос годовой объём экспорта клеёного бруса: за 9 лет он вырос в 10 раз. Практически весь экспортный брус направляли в Японию. В Европе основными странами производителями клеёного бруса являются Швеция, Финляндия, Германия, Австрия, Франция, Дания и Италия (рис. 2). Наиболее велика доля Германии – в 1995 г. она составила 40% величины общего годового объёма производ-

ства клеёного бруса в Европе. В течение же следующих 9 лет её доля существенно сократилась: в 2004 г., по оценке, она составила лишь 26%. На первое место в Европе по величине годового объёма производства клеёного бруса вышла Австрия – 28%. Значительно увеличила процентную долю годового объёма производства клеёного бруса Финляндия: с 4% (в 1995 г.) до 14% (оценка в 2004 г.).

В период 1996–2004 гг. заметно возросла доля трёх ведущих – в области производства клеёного бруса – стран: Австрии, Германии и Финляндии (с 56% в 1995 г. до 68% в 2004 г.).

В Европе основной вид клеёного бруса – дощатоклеёный брус. Он используется преимущественно в качестве элементов несущих конструкций (балок, аркад и колонн) при возведении торговых и промышленных зданий. Годовой объём потребления дощатоклеёного бруса в Европе составляет 95% общего годового объёма потребления клеёного бруса в этом регионе (ещё 5% последней величины – это LVL). Европа не только потребляет большое количество этого лесоматериала, но и является его крупнейшим экспортёром.

Крупнейшим в мире потребителем клеёного бруса на душу населения является Германия. Здесь используется 33% всего производимого в Европе бруса. А вместе с Италией Германия потребляет 60% общего годового объёма производства клеёного бруса в Европе.

В Азиатско-Тихоокеанском регионе Япония является и крупнейшим потребителем, и крупнейшим производителем клеёного бруса из древесины.

В 90-е годы прошлого века Япония стала чрезвычайно важным рынком сбыта дорогостоящих европейских лесных товаров, включая пиломатериалы и дощатоклеёный брус. Если в 1992 г. годовой объём экспорта пиломатериалов хвойных пород из Европы в Японию составил всего 10 тыс.м<sup>3</sup>, то к 2002 г. он возрос до 3 млн.м<sup>3</sup>. Из Европы в Японию пос-

Наименование	Годовой объём производства и потребления клеёного бруса, тыс.м <sup>3</sup> , по годам			2000 1995	Средняя величина показателя ускорения роста, %/год	2004 2000	Средняя величина показателя ускорения роста, %/год
	1995	2000	2004 (оценка)				
Производство	895,0	1590,0	2500,0	1,78	12,2	1,57	12,0
Экспорт	45,0	340,0	450,0	7,56	49,0	1,32	5,8
Потребление	850,0	1250,0	2050,0	1,47	8,0	1,64	13,2

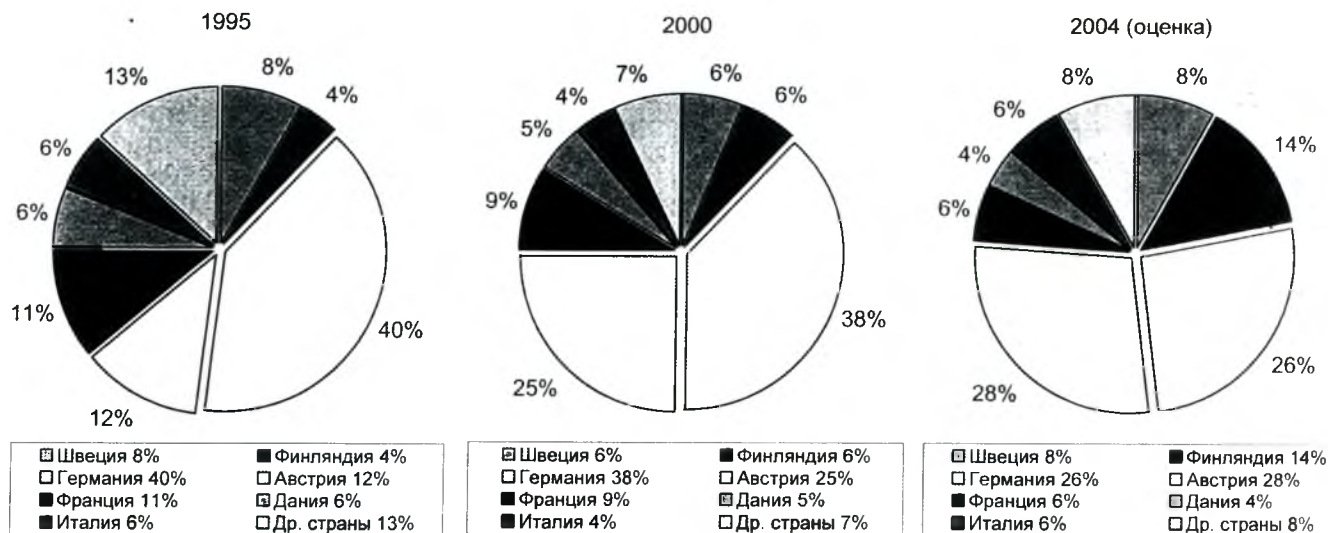


Рис. 2. Структура годового объёма производства клеёного бруса в Европе – по трём годам периода 1995–2004 гг.

твляют преимущественно высококачественные высушенные пиломатериалы, причём их экспортёрами являются главным образом традиционные производители, утрачивающие свои позиции на рынке Европы в связи с появлением на нём более дешёвой продукции того же назначения из стран Восточной Европы и Балтии. Ожидается, что в течение ближайшего десятилетия Европа будет продолжать экспортировать высококачественные лесоматериалы в Японию, поскольку постоянно меняющиеся потребности Японии в таких материалах уже создали и будут создавать возможности для увеличения годового объёма их экспорта из Европы в Японию.

В Японии жилые дома заменяют новыми через каждые 20–30 лет – обычно из-за потери конструктивной целостности сооружения, гниения древесины или желания изменить стиль. В силу исторических и практических причин фактическая продолжительность эксплуатации деревянных жилых домов в Японии в 2 раза меньше, чем в Европе и Северной Америке. Здесь уместно отметить следующее: в результате землетрясений в Японии неоднократно вспыхивали пожары, опустошавшие многие городские центры. Как уже упоминалось, в Японии на долю деревянных каркасных домов приходится примерно половина общего объёма строительства нового жилья. Номенклатура деревянных каркасных конструкций включает в себя три раздела: традиционные балочно-стоечные конструкции, японские

лёгкие каркасные конструкции и сборные конструкции.

Сектор жилых домов из балочно-стоечных конструкций потребляет больше всего клеёного бруса из древесины (85%). В деревянном домостроении Японии клеёный брус используют преимущественно для изготовления длинных ригелей каркаса, стоек и нижних опорных брусьев.

В Японии в 2000 г. годовой объём производства клеёного бруса составил 622 тыс.м<sup>3</sup> (что в 1,5 раза больше по сравнению с 1999 г.), а в 2003 г. – 1200 тыс.м<sup>3</sup> (рекордный уровень). Из всего количества построек в Японии 35% возводится с применением клеёного бруса.

Заметно вырос и годовой объём экспорта в Японию клеёного бруса из других стран. Первые три места в экспорте этой продукции занимают Австрия (27%), Финляндия (21%) и Китай (19%). За прошедшие два года годовой объём экспорта клеёного бруса в Японию из Австрии вырос на 37%, из Финляндии – на 38%, из Китая – в 8 раз (Китай за 2 года переместился в группе ведущих стран-экспортёров с 9-го на 3-е место).

Быстрое развитие производства клеёных лесоматериалов в Японии обусловлено возрастанием спроса на клеёные конструкционные изделия из древесины – функциональные аналоги традиционных пиломатериалов из массивной древесины.

В Японии пиломатериалы, используемые в жилищном строительстве, всегда стоили дороже, чем, например, в Северной Америке. Это было обусловлено главным образом высо-

кими требованиями к внешнему виду лесоматериалов для изготовления балочно-стоечных конструкций – например, требовались отсутствие сучков, крупные размеры, уплотнённые годовичные кольца, единообразная окраска.

Можно сказать, что в прошлом первостепенную важность имел внешний вид конструкции жилого дома, а не его эксплуатационные качества. При этом исходили из того, что при сравнительно небольшой фактической продолжительности эксплуатации построенных домов нет необходимости возводить чрезвычайно прочные конструкции. Однако после землетрясения в Кобе в 1995 г. всё изменилось. Японские потребители стали очень серьезно относиться к вопросам обеспечения безопасности конструкций жилых домов, особенно к выбору конструкций (точнее – типов конструкций) и материалов, используемых при строительстве последних.

Для обеспечения высокого качества жилья в Японии разработан комплект специальных стандартов – так называемых "JaS стандартов". "JaS стандарты" на продукцию из древесины устанавливаются Министерством сельского и лесного хозяйства и рыболовства – их полагается обновлять каждые 5 лет.

В Японии двутавровые балки не получили широкого распространения, а LVL используют в крупных масштабах преимущественно в качестве декоративного материала при изготовлении мебели, а также её деталей и компонентов.

Помимо Японии в Азиатско-Тихоокеанском регионе клеёные конструкционные материалы из древесины производят Новая Зеландия, Индонезия и Малайзия. В Новой Зеландии действуют два завода, которые за год производят примерно 40 тыс.м<sup>3</sup> конструкционных и неконструкционных клеёных материалов из шпона для японского рынка – величина годового объёма их потребления в Новой Зеландии незначительна. Общий годовой объём производства LVL в Индонезии и Малайзии составляет приблизительно 60 тыс.м<sup>3</sup>, причём почти всю эту продукцию они экспортируют – главным образом в Японию.

В России годовой объём выпуска клеёного бруса начал заметно расти только с 2003 г. В постсоветское время производство клеёного бруса (стенового и для окон) в России практически отсутствовало. В 1990 г. у нас было выпущено 95,9 тыс.м<sup>3</sup> клеёных деревянных конструкций. Их использовали при строительстве народнохозяйственных объектов (76% – в сельском строительстве).

Россия – одна из крупнейших лесных держав мира. В дореформенный период по экспорту круглых лесоматериалов и производству пиломатериалов она занимала второе место в мире после США. Большие объёмы производства дешёвых пиломатериалов не способствовали развитию в стране производства клеёного бруса. Не способствовало ему и то, что в России в 1961–1990 гг. для проживания её граждан возводили исключительно многоквартирные крупнопанельные дома – сферы строительства индивидуального жилья из древесины, где и применяется клеёный брус, практически не было. За последнее десятилетие ситуация кардинально изменилась. Было осознано, что строительство односемейных (малозэтажных) домов, основанное на экологических и энергосберегающих принципах, – одна из наиболее перспективных отраслей российской экономики. Достаточно сказать, что годовой оборот рынка нового малозэтажного жилищного фонда в России оценивается в 5–6 млрд. евро. По прогнозам специалистов, тенденция роста данной отрасли сохранится и в дальнейшем: спрос на индивидуальное жильё в несколько раз превышает предложение.

Более 30% возводимого малозэтажного жилья в России приходится на

долю деревянных домов. Не только в России, но и во многих других странах древесину считают ценнейшим строительным материалом. Например, в США в последние годы возводятся до 300 млн.м<sup>2</sup> нового жилищного фонда (это более 1 м<sup>2</sup> на душу населения), при этом доля малозэтажных домов составляет 85%. В развитых странах мира ежегодно возводят также до 1 м<sup>2</sup> нового жилого фонда на душу населения, а жилой фонд на 60% состоит из малозэтажных домов.

В России до недавнего времени деревянное домостроение было представлено либо небольшими дачными домиками для сезонного проживания, либо роскошными дорожными домами, возведёнными по эксклюзивным заказам. Основным сдерживающим фактором для массового строительства деревянных домов являлась сравнительно высокая себестоимость и, соответственно, цена готового дома. Но сегодня деревянные дома, сооружённые по новым технологиям домостроения, значительно дешевле.

Главные особенности новых технологий состоят в следующем:

1. В качестве строительного материала следует использовать клеёную древесину. Проведение операции склеивания древесины обуславливает не только получение известных технических преимуществ (более высокой прочности конструкции, лучшей стабильности геометрических размеров, более высокого качества поверхности и др.), но и существенное снижение себестоимости изготовленного дома (благодаря использованию дешёвого низкосортного сырья – тонкомерной древесины).

2. Все конструктивные детали до-

ма надо изготавливать в заводских условиях, а на стройплощадке – проводить только сборку дома. Такая технология домостроительного производства позволяет в краткие сроки возводить не только отдельные дома, но и целые посёлки городского типа.

В России отсутствует государственный статистический учёт производства клеёного бруса; поэтому данные, которые приводятся ниже, являются оценкой специалистов.

В России первое производство клеёного бруса было организовано в 1998 г. (с участием японских фирм) в Приморском крае – для поставки этой продукции на японский рынок. Величины годового объёма производства клеёного бруса (тыс.м<sup>3</sup>) в России в 1998–2004 гг. таковы: 1998 г. – 30, 1999 г. – 33, 2002 г. – 40, 2003 г. – 59, 2004 г. (оценка) – 95. В 1998–2000 гг. практически весь годовой объём производства клеёного бруса в России (это примерно 40 тыс.м<sup>3</sup>) экспортировали в Японию. В последние два–три года в России интенсивно росло потребление клеёного стенового бруса (в связи с развитием деревянного домостроения) и клеёного оконного бруса (вследствие значительного роста объёма строительства элитного жилья). В 2004 г., по оценке, существенно сократился годовой объём экспорта клеёного бруса из России в Японию (ориентировочно до 20–25 тыс.м<sup>3</sup>), что в значительной мере обусловлено серьёзной экспансией Китая на японский рынок. В связи с развитием в России в ближайшие два–три года сферы потребления клеёного бруса ожидается дальнейший рост производства клеёного бруса в нашей стране.

## ШЛИФОВАЛЬНАЯ ЛЕНТА

*Бесконечная*

**От производителя**

- качество
- ассортимент
- быстрое изготовление

Тел./факс: (095) 514-04-81

E-mail: [svettelekom@mail.ru](mailto:svettelekom@mail.ru)

г. Москва, Духовборская наб. 5/б 11

УДК 674.023:674.053:621.934.2/.8.025.7

# ПИЛЕНИЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ КРУГЛЫМИ ПИЛАМИ И ИХ ЗАТОЧКА

**Вит. В. Амалицкий**, д-р техн. наук – Московский государственный университет леса

При выполнении соответствующего исследования [4] получены зависимости показателей износа твердосплавных резцов круглых пил от длины пути резания (см. таблицу) – использовали твёрдый сплав ВК-15; раскраивали пакет из 4 трёхслойных древесностружечных плит (ДСП) марки П-1Т плотностью 700 кг/м<sup>3</sup>, толщиной по 16 мм; параметры пил: диаметр D = 400 мм, число зубьев z = 4, передний угол γ = 10 град., задний угол α, как и угол косой заточки по задней грани φ<sub>з</sub>, составляет 15 град.; параметры режима пиления: частота вращения пилы n = 2840 мин<sup>-1</sup>, подача на зуб S<sub>z</sub> = 0,1 мм, угол контакта φ<sub>к</sub> = 36 град.

Путь резания L <sub>рез</sub> , км	0	10	20	40	80	160	240
Радиус округления ρ, мкм	51	161	181	203	221	238	258
Износ по биссектрисе A <sub>м</sub> , мкм	35	86	113	151	183	215	240
Износ A <sub>б</sub> , мкм	313	675	750	1288	1388	1638	3875

Полученные результаты весьма интересны. К сожалению, их описание, в том числе в [5], не позволяет однозначно судить, об износе по биссектрисе какого угла A<sub>м</sub> идёт речь, что означает износ A<sub>б</sub>, и т.д. Возникают и другие вопросы, например: почему так велик радиус округления острых резцов (ρ<sub>0</sub> = 51 мкм), почему радиус ок-

ругления превышает износ по биссектрисе? Видимо, при описании результатов и методики измерения были допущены неточности.

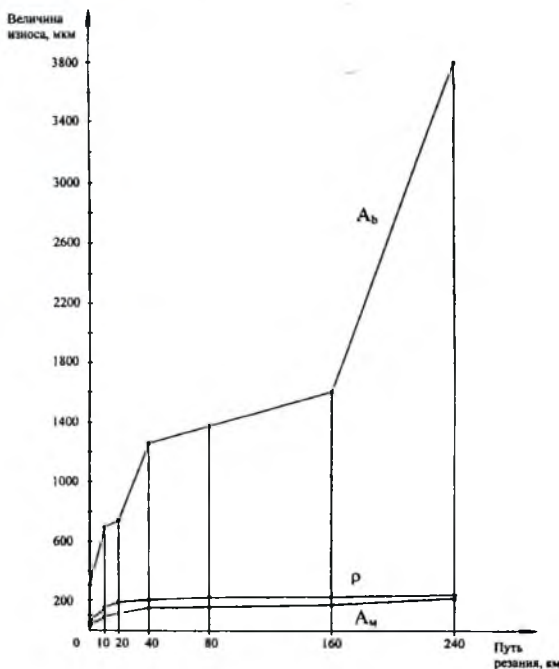
Тем не менее данные таблицы позволяют провести анализ процесса изнашивания инструмента (рис. 1). Все показатели износа зубьев твердосплавных круглых пил в течение первых 10 км пути резания возрастают приблизительно в 2 раза. Пилы с z = 4 на производстве не используются, а, например, при z = 56 и S<sub>z</sub> = 0,1 мм подача на оборот S<sub>0</sub> = S<sub>z</sub>z = 0,1·56 = 5,6 мм. При частоте вращения пил n = 3000 мин<sup>-1</sup> скорость подачи v<sub>s</sub> = S<sub>0</sub>n/1000 = 16,8 м/мин. Если φ<sub>к</sub> = 36 град., то длина дуги резания l = πDφ<sub>к</sub>/360 = 3,14·400·36/360 = 125,66 мм. За 1 мин каждый зуб пилы пройдёт в теле заготовки путь длиной ln = 125,66·3000 = 376992 мм, или почти 0,377 км. Тогда величина L<sub>рез</sub>, равная 10 км, достигается за 26,53 мин (10/0,377). Таким образом, примерно через полчаса пиления со скоростью подачи около 17 м/мин величина L<sub>рез</sub> составит 10 км.

Относительная стабильность величин A<sub>м</sub> и ρ достигается при величине L<sub>рез</sub>, равной 40 км, – при рассматриваемом режиме работы продолжительность пиления составляет 106 мин, или 1,77 ч. Величина L<sub>рез</sub>, равная 160 км, при которой величина A<sub>б</sub> уже аварийна, достигается за 424,4 мин (26,53·16), или за 7,07 ч. Отсюда вывод: полученные при проведении эксперимента величины L<sub>рез</sub> и A<sub>б</sub> в производственных условиях достигаются за одну–две рабочие смены.

В работах [4] и [5] рассматриваются возможности построения – на основе рассмотренных результатов и геометрических соотношений – кривой изношенной, или затупленной поверхности резца. Однако построить такие кривые в производственных условиях трудно: условия пиления весьма различны, обрабатываемые материалы имеют свою специфику. Кроме того, построение кривой затупления само по себе не даёт ответа на вопрос, когда и как следует затачивать инструмент, тем более не позволяет судить о качестве инструмента.

На рис. 2 в изометрии показана режущая пластина твёрдого сплава с прямой заточкой, напаянная на зуб пилы. Штриховой контур l ограничивает тело пластины с идеально острыми рёбрами. Проф. М.А. Дешевой [7] доказал, что идеальной остроты режущих и вспомогательных кромок при заточке добиться нельзя, поэтому рёбра реальной заточенной пластины представляют собой закруглённые переходные – между смежными гранями – поверхности, ограниченные сплошными тонкими границами 2.

По мере затупления режущих кромок закруглённые переходные поверхности увеличиваются и достигают границ 3, показанных жирными сплошными линиями.



**Рис. 1.** Графики экспериментальных зависимостей показателей износа зубьев твердосплавных пил от длины пути резания [по В.А. Зашмарину]



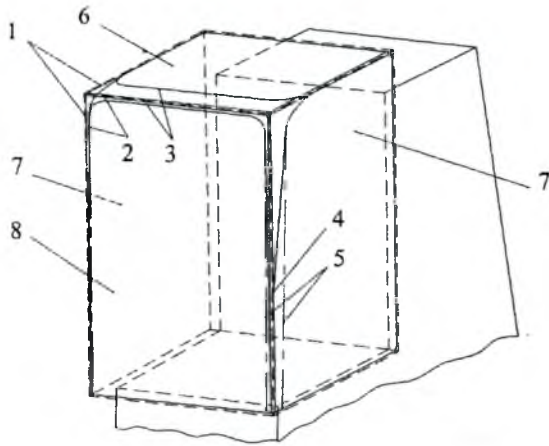


Рис. 2. Объёмное изображение реальных (трансформированных) режущих элементов твердосплавной пластины круглой пилы

При достаточном радиальном поднутрении пластин границы изношенных боковых передних режущих кромок к центру инструмента сближаются до места слияния 4 с первоначальными границами после заточки. Если радиальное поднутрение пластин недостаточно или отсутствует, то изношенные боковые режущие кромки будут заключены в жирных штрихпунктирных границах 5 даже на значительном расстоянии от вершин.

Затупление и округление по большему радиусу главной и передних боковых режущих кромок сопровождается образованием заметных фасок износа по задней 6 и боковым 7 поверхностям пластины твёрдого сплава, что особенно характерно для изнашивания резцов при закрытом резании древесных материалов с твёрдым абразивным связующим: ДСП, ЦСП.

Если образование фаски износа по задней грани в основном приводит к возрастанию сил и мощности резания, то образование фаски износа по боковым поверхностям обуславливает ухудшение качества обработки и появление сколов на границах пропила. Особое влияние на процесс образования сколов на пласти заготовок по границам пропила оказывают вершины пластины твёрдого сплава, образованные переходными поверхностями, соединяющими заднюю, переднюю 8 и соответствующую боковую грани.

Анализ рис. 2 позволяет предположить, что при проведении заточки лишь по передней грани пластины для восстановления первоначальной остроты режущей кромки зуба потребуется стачивать слой значительной толщины, так как длина фасок износа по задней, боковым граням и особенно по переходным – между задней и боковыми гранями – поверхностям довольно велика. А при проведении (с указанной целью) заточки лишь по задней грани пластины, возможно, потребуется стачивать слой ещё большей толщины – из-за значительной протяжённости фасок износа по боковым граням пластины.

Для определения рациональных способов заточки и величин толщины стачиваемых слоёв рассмотрим рис. 3, на котором показан вид сбоку вершинной части пластины твёрдого сплава. Режущий элемент сориентирован относительно вектора резания  $v$ , служащего базой для отсчёта заднего  $\alpha$  и переднего  $\gamma$  углов.

Вершина идеально острого резца находится в точке 0. Как уже упоминалось [7], добиться этого невозможно, поэтому даже острый реальный инструмент имеет отличный от точки переходный профиль режущей кромки. Его принято характеризовать начальной величиной радиуса округления вершины  $\rho_0$  (центр округления – в точке  $O_0$ ), а также начальными величинами показателей износа: по передней грани  $A_{п0}$ , по биссектрисе угла заточки  $A_{\omega 0}$  и по задней грани  $A_{з0}$ . Отметим, что начальные величины радиуса округления боковых кромок: передней и задней – также больше нуля. Границы перехода этих боковых режущих кромок в боковую поверхность острого резца вблизи его вершины не показаны.

В процессе резания резец постепенно тупится. Радиус округления режущей кромки увеличивается и достигает величины, равной  $\rho$ , центр округления вершины перемещается в точку  $O$ ; показатель износа по передней грани возрастает и достигает величины, равной  $A_{п}$ , образуется фаска износа протяжённостью  $l_{п}$ ; показатель износа по биссектрисе угла заточки увеличивается и достигает величины, равной  $A_{\omega}$ ; показатель износа по задней грани возрастает и достигает величины, равной  $A_{з}$ , образуется фаска износа протяжённостью  $l_{з}$ , особенно большая при резании композиционных древесных материалов с твёрдым связующим. Радиусы округления боковых режущих кромок, особенно передних, вблизи вершин резца увеличиваются. При этом происходит ощутимое изнашивание боковых передних режущих кромок, как и главной кромки, по задней грани, являющейся боковой поверхностью пластины, – величина показателя износа задней грани боковых передних режущих кромок вблизи вершин зубьев сопоставима с величиной фаски износа  $l_{з}$  по задней грани главных режущих кромок.

Таким образом, граница между переходными поверхностями передней, главной и задней режущих кромок и боковой поверхностью резца заметно удалена от его передней грани. На рис. 3 эта граница показана жирной кривой на видимой боковой поверхности изношенного резца.

Отметим также, что из-за преобладающего изнашивания задней грани резца центр округления вершины смещается не по биссектрисе угла заточки  $\beta$  – направлению смещения центра округления вершины резца отклоняется от биссектрисы угла заточки в сторону передней грани на угол  $\Delta\beta$ .

Интересные выводы позволяет сделать сопоставление

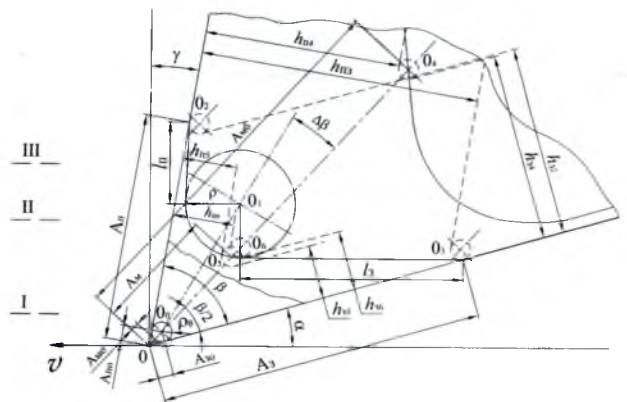


Рис. 3. Схемы изнашивания резца и восстановления его остроты

величин параметров реза и срезаемого слоя. Например, при пилении ДСП рекомендуемые величины  $S_z$  образуют диапазон от 0,03 до 0,25 мм – в зависимости от плотности плит. Толщина срезаемого слоя

$$a_{cp} = S_z \sin \varphi_{cp}, \quad (1)$$

где величины среднего угла  $\varphi_{cp}$  образуют диапазон от 40 до 55 град.

При таких величинах  $\varphi_{cp}$  значения  $\sin \varphi_{cp}$  находятся в интервале 0,64–0,82, а  $a_{cp}$  (для приведённых выше рекомендуемых величин  $S_z$ ) – в интервале 0,02–0,20 мм.

Сравним толщину срезаемого слоя с радиусом округления вершины реза (зуба) пилы. Поскольку величина фаски износа  $l_n$  по передней грани твердосплавных режущих пластин невелика, разделение материала в стружку и в тело заготовки происходит относительно точки режущей кромки, соответствующей радиусу округления вершины, параллельному вектору скорости главного движения. Часть обрабатываемого материала, расположенная выше этой границы, уходит по передней грани в стружку. Оставшаяся в теле заготовки часть материала уходит вдоль режущей кромки вниз и сминается на величину радиуса округления. Если величина радиуса округления невелика и смятие происходит в пределах зоны упругости, то смятая часть заготовки, пройдя под задней гранью реза, восстанавливается до высоты границы раздела режущей кромки. Если величина радиуса округления вершины большая, то обработанная поверхность может и не восстановиться до уровня границы раздела режущей кромки – вследствие образования остаточных деформаций.

По данным [5], приведённым в таблице и на рис. 1, величина радиуса округления вершины острого твердосплавного реза  $\rho_0$  составляет 51 мкм. Разделение материала острым резцом с образованием срезанной стружки может происходить лишь при такой толщине срезаемого слоя, которая больше радиуса округления вершины, как, например, при положении предыдущей поверхности резания на уровне I (рис. 3) для острого реза с центром округления вершины режущей кромки в точке  $\theta_0$ . Даже при остром резце и при такой средней толщине срезаемого слоя, которая меньше  $\rho_0 = 51$  мкм, возможна такая картина, что не каждый зуб осуществляет резание в чистом виде. Если, например,  $a_{cp} = 25$  мкм, то два зуба пилы будут сминать и истирать поверхность резания и лишь третий – по порядку расположения – зуб сможет снять с неё стружку. Этот простой пример имеет важное значение и в силу того, что после сминающего и истирающего воздействия первых двух зубьев прилегающий к поверхности резания слой материала заготовки будет ослаблен, разрушен. Поэтому третий по очереди зуб срежет стружку материала, физико-механические свойства которого могут значительно отличаться от первоначальных свойств материала заготовки.

Уже через полчаса работы (т.е. при  $L_{pec} = 10$  км) после переточки величина  $\rho$  составит более 160 мкм (см. таблицу и рис. 1). Ясно, что при таком состоянии реза (с центром округления в точке  $\theta_1$  на рис. 3) и положении поверхности резания на уровне II операция "резание" фактически представляет собой смятие, истирание и разрушение ослабленного материала заготовки. Даже при положении поверхности резания на уровне III "резание" будет состоять преимущественно в смятии, истирании и разрушении ослабленного материала.

Поэтому зарубежные фирмы и начали выпускать пилы с комбинированными зубьями: например, величина диаметра резания каждого четвёртого зуба может быть на 0,2 мм больше, чем у остальных зубьев, да и по форме упомянутый четвёртый зуб и остальные зубья могут различаться. Эти зубья (каждый четвёртый) как раз и предназначены для снятия основной массы обрабатываемого материала. Остальные зубья имеют косую заточку и формируют боковые поверхности пропила.

Величина радиуса округления режущей кромки твердосплавного реза после заточки, приведённая в [5], конечно, чрезмерно высока. Современное заточное оборудование позволяет получать гораздо более острые режущие кромки. Однако скорость затупления инструмента из твёрдых сплавов, использовавшихся в [4], сразу после заточки весьма значительна, так что процесс резания в чистом виде длился недолго. По этой причине ведущие производители инструмента перешли на использование разработанных новых твёрдых сплавов.

Эффект проведения процесса резания можно повысить путём увеличения подачи на зуб: удельная работа резания заметно уменьшится. Но при этом нагрузки на инструмент и механизмы оборудования всё равно возрастут, что не всегда допустимо. Кроме того, снизится качество обработки – особенно вследствие увеличения размеров сколов на пласти заготовок по границам пропила.

Большинство специалистов промышленности отмечают: появление сколов – свидетельство затупления инструмента, а продолжительность периода стойкости инструмента после очередной переточки сокращается, по разным данным [1], на 10–50%. Более детальный анализ рис. 3 позволяет объяснить это явление и дать рекомендации по заточке твердосплавного пильного дерево-режущего инструмента.

Прежде всего следует проанализировать основную причину появления сколов на пласти заготовки по границам пропила. Эта причина состоит в возрастании сил резания по мере затупления инструмента. Отметим, что ступенчатый профиль границы пропила связан с кинематикой пиления и обусловлен радиальным поднутрением режущих пластин твёрдого сплава. Величина угла радиального поднутрения  $\lambda_p$  очень мала: она составляет  $\lambda_p \approx 1-3$  град. А поскольку высота ступенек на стенках пропила

$$h = S_z \operatorname{tg} \lambda_p, \quad (2)$$

то при  $S_z = 0,03 \div 0,25$  мм величина  $h$  составляет всего 0,0005–0,0131 мм, т.е. не более 13 мкм. Величина  $\rho$  передних боковых режущих кромок твердосплавных пластин, даже заточенных новых, сопоставима с этой величиной или превышает её. По мере затупления инструмента радиус округления боковых режущих кромок возрастает на порядок. На боковых гранях пластин твёрдого сплава, являющихся задними гранями для боковых режущих кромок, формируется площадка износа. В её пределах задний угол боковых лезвий пластин равен нулю. Поэтому боковые лезвия пластин разрушают обрабатываемый материал путём сдвига, смятия и истирания. В этих условиях силы, действующие со стороны боковых лезвий пластин, весьма велики, что и вызывает увеличение размеров разрушений и сколов.

Имеется несколько способов заточки зубьев твердосплавных пил: по задней грани, по передней грани, по обеим граням. Самый главный недостаток всех этих спосо-

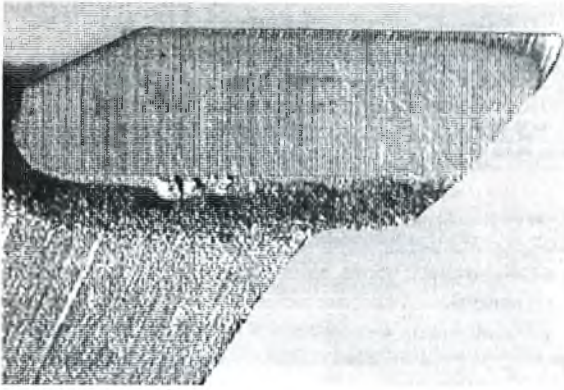


Рис. 4. Изношенный зуб твердосплавной круглой пилы

бов состоит в том, что вблизи боковой вершины зуба после переточки остаётся большая площадка износа по боковой грани. Почему-то бытует мнение, что площадка износа на боковых гранях ликвидируется при заточке по передней или задней грани. Однако это не так. Данные [6] показывают, что размеры площадки износа по боковым граням твердосплавных пластин (рис. 4) могут быть чрезвычайно большими и не устраняются полностью при заточке по передней или задней грани. Из-за этого сколы после переточки появляются быстрее, продолжительность периода стойкости резца сокращается.

Путём проведения заточки только по задней грани (до полного восстановления остроты главной режущей кромки, а также начальных величин переднего и заднего углов главного лезвия пластины) можно устранить фаску износа по передней грани – при условии стачивания слоя твёрдого сплава толщиной (рис. 3)

$$h_{32} = A_n \sin \beta - \rho_0. \quad (3)$$

При этом центр округления вершины главной режущей кромки переместится в точку  $O_2$ . Толщина стачиваемого слоя велика даже в том случае, когда фаска износа по передней грани не образуется ( $l_n = 0$ ). Самый главный недостаток заточки только по задней грани состоит в том, что вблизи новой острой боковой вершины зуба остаётся довольно длинная фаска износа по боковой грани.

Для полного восстановления остроты главной режущей кромки и устранения фаски износа по задней грани переточкой резца только по передней грани необходимо снять с неё слой твёрдого сплава ещё большей толщины  $h_{n3}$  (рис. 3):

$$h_{n3} = A_3 \sin \beta - \rho_0. \quad (4)$$

При этом центр округления вершины главной режущей кромки переместится в точку  $O_3$ . Вблизи новой острой боковой вершины зуба необходимо проконтролировать, насколько полно устранена фаска износа по боковой грани, – для обеспечения полного устранения фаски, возможно, потребуется ещё более увеличить толщину стачиваемого слоя.

Если восстанавливать полностью остроту резца заточкой по передней и задней граням, то, стачивая с них слой толщиной соответственно  $h_{n4}$  и  $h_{34}$ , удастся уменьшить величину радиуса округления режущей кромки до  $\rho_0$  и ликвидировать площадки износа по задней и боковым граням пластины твёрдого сплава. Центр округления вершины главной режущей кромки перемещается при этом по биссектрисе угла заточки  $\beta$  в точку  $O_4$  – до гра-

ницы площадки износа боковой грани. Положение точки  $O_4$  определяется измеряемым по биссектрисе угла заточки  $\beta$  расстоянием  $A_{мб}$  от вершины идеально острого резца  $O$  (точки пересечения передней и задней граней) до границы площадки износа боковой грани, которое является показателем износа боковой грани по биссектрисе угла заточки. В таком случае переточку передней и задней граней можно осуществлять на одинаковую глубину:

$$h_{n4} = h_{34} = A_{мб} \sin(\beta/2). \quad (5)$$

Заточка по передней и задней граням позволяет полностью восстановить остроту режущих элементов ценою снятия слоёв твёрдого сплава значительной толщины и увеличения затрат времени – в сравнении с заточкой лишь по одной грани.

Рассмотренные способы заточки имеют общий недостаток. Изнашивание задней и боковых граней, граничащих по переходной поверхности задних вспомогательных кромок, происходит синхронно. Приближённо можно считать, что

$$A_3 \approx A_{мб} \cos(\beta/2). \quad (6)$$

Размеры площадок износа по задней и боковым граням весьма велики, и для устранения этих площадок требуется стачивать слои твёрдого сплава значительной толщины.

Между тем значительно уменьшить толщину стачиваемых слоёв можно путём проведения заточки по всем граням, в том числе и боковым. Поскольку величины углов поднутрения пластин: радиального  $\lambda_p$  и тангенциального  $\lambda_t$  – невелики ( $\lambda_p \approx 1-3$ , а  $\lambda_t \approx 2-3,5$  град.), то при стачивании даже тонкого слоя боковой грани размеры площадки её износа значительно уменьшаются.

Вновь обратимся к рис. 3. Ориентируясь на показатель износа по биссектрисе угла заточки  $A_m$ , можно стачивать по передней и задней граням слои, одинаковые по толщине:

$$h_{35} = h_{n5} = A_m \sin(\beta/2). \quad (7)$$

Центр округления вершины главной режущей кромки переместится при этом в точку  $O_5$ . Острота главной режущей кромки будет восстановлена полностью, но на задней грани пластины останется небольшая фаска износа длиной  $\rho_0 \cos \alpha$ . Для её полного устранения придётся сточить с передней и задней граней слои немного большей толщины:

$$h_{36} = h_{n6} = A_m \sin(\beta/2) + \rho_0. \quad (8)$$

Центр окружности округления вершины главной режущей кромки переместится при этом в точку  $O_6$ . Для полного восстановления остроты режущей части необходимо устранить оставшуюся фаску износа по боковым граням. Протяжённость боковых фасок износа вдоль биссектрисы угла заточки равна разности между  $A_{мб}$  и  $A_m$ . Угол поднутрения боковых граней вдоль биссектрисы угла заточки

$$\lambda_{пр} = (\lambda_p + \lambda_t)/2. \quad (9)$$

Поэтому для устранения площадки износа по боковым граням необходимо сточить с них слои толщиной  $h_{65}$  или  $h_{66}$

$$h_{65} = (A_{мб} - A_m) \operatorname{tg} \lambda_{пр} \quad (10)$$

$$h_{66} = (A_{мб} - A_m - \rho_0) \operatorname{tg} \lambda_{пр} \quad (11)$$

– с сохранением небольшой фаски по задней грани или с полным устранением фаски износа по задней грани.

Проведение заточки по всем граням пластины (с перемещением центра округления главной режущей кромки в точку  $O_6$ ) предпочтительнее: фаска износа по задней грани устраняется, а достаточная толщина стачиваемых по боковым, передней и задней граням слоёв меньше. Это имеет важное значение для точности совмещения поверхностей резания передних боковых режущих кромок. Кроме того, свесы задних кромок твердосплавных пластин на одну сторону относительно боковой поверхности пильного диска невелики: они составляют для различных пил от 0,3 до 1,0 мм. Поэтому столь небольшой запас на переточку по боковым граням следует использовать экономно.

Определим толщину слоя, который следует сточить с боковой грани для полного устранения имеющейся на ней фаски износа. Рассмотрим случай сильного (точнее, даже недопустимо сильного) затупления зуба пилы (см. рис. 4, [6]). Если ширина твердосплавной пластины в плоскости изображения равна примерно 3,5 мм, то протяжённость фаски износа боковой грани по биссектрисе угла заточки составляет приблизительно 0,85 мм, или 850 мкм. Если  $(\lambda_p + \lambda_r)/2 = 3$  град., а  $\rho_0 = 8$  мкм, то толщина стачиваемого – для устранения боковой фаски износа – слоя составит  $h_6 = (850 - 8) \operatorname{tg} 3 \text{ град.} = 44,13$  мкм. Твердосплавная пластина указанных размеров выдержит не менее 6–7 таких переточек по боковым граням.

Очевидны преимущества заточки твердосплавных пластин круглых пил по задней, передней и боковым граням. Во-первых, полностью восстанавливается острота всех режущих кромок: главной и боковых. Во-вторых, сопоставимые по толщине стачиваемые – для полного восстановления остроты режущих элементов – слои при этом способе в 3–5 раз тоньше, чем при заточке только по передней, только по задней или по передней и задней граням. Недостаток заточки по передней, задней и боковым граням твердосплавных пластин состоит в увеличении времени и затрат на переточку [2].

Практическое подтверждение и уточнение рассмотренных соотношений и предположений о возможном увеличении ресурса (продолжительности периода стойкости) инструмента требует проведения сравнительных экспериментов в сопоставимых условиях эксплуатации и заточки [3].

Ещё один важный момент. Анализ изложенных рассуждений о физической сущности пиления твердосплавными пилами и результатов проведённых исследований показывает следующее: после переточки инструмент быстро теряет остроту и процесс резания протекает в условиях преобладания смятия и истирания срезаемого слоя, т.е. теряет эффективность. В связи с этим следует обратить внимание на то, что разработанные методы микрофинишной заточки твердосплавных пластин до

зеркального состояния поверхностей [8] позволяют достигать радиуса округления режущих кромок  $\rho_0 = 1\text{--}2$  мкм и увеличивать продолжительность периода стойкости инструмента в 3 раза. Алмазные пластины [8] сохраняют остроту режущих кромок с радиусом округления не более 20–40 мкм значительно дольше при медленном росте фаски износа по задней и боковым поверхностям; поэтому такой инструмент гораздо более эффективен, допускает большие подачи на зуб, а процесс пиления с использованием такого инструмента требует серьёзных исследований.

Учитывая важность и сложность проблемы подготовки к работе режущего инструмента, Учебный центр кафедры "Станки и инструменты" МГУЛеса в дополнение к программам повышения квалификации операторов и инженерно-технических работников деревообрабатывающих предприятий приступил к выполнению программ повышения квалификации заточников дереворежущего инструмента. С этой целью приобретено оборудование фирмы "Vollmer" (Германия) и других производителей, позволяющее осуществлять предэксплуатационную наладку круглых и ленточных пил. Кафедра "Станки и инструменты" с 2005 г. проводит подготовку инженерно-инструментальщиков для деревообрабатывающих предприятий.

#### Список литературы

1. Амалицкий В.В., Комаров Г.А. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 336 с.
2. Амалицкий Вит.В. Оптимизация обработки цементно-стружечных плит резанием: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1998. – 276 с.
3. Амалицкий В.В., Амалицкий Вит.В. Разработка режимов резания и геометрии режущего инструмента для обработки цементно-стружечных плит // Создание автоматизированных систем диагностики и испытаний на надёжность оборудования для переработки древесины: Отчёт по теме 2.1.7. – М.: МГУЛ, 1996. – 88 с.
4. Зашмари В.А. Повышение работоспособности дисковых пил с пластинами твёрдого сплава при раскрое плитных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1990. – 245 с.
5. Зотов Г.А., Памфилов Е.А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. – М.: Экология, 1991. – 300 с.
6. The Leitz Lexicon. Handbook for Woodworking machine tools. Edition 3. Leitz GmbH & Co.KG, Bundesrepublik Deutschland, 2004.
7. Дешевой М.А. Механическая технология дерева. Часть I. – Л.: Изд-во "Кубуч", 1934. – 512 с.
8. Киссельбах А. Современное проектирование, производство и эксплуатация дереворежущего инструмента: Докл. на конференции каф. "Станки и инструменты" МГУЛа, 16–17 февр. 2005.

Вологда. 30 ноября – 2 декабря 2005 г.

“РОССИЙСКИЙ ЛЕС”

VIII Всероссийская выставка-ярмарка продукции лесопромышленного комплекса

УДК 674.053:621.93.02.001.24

# ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЁТА ЖЁСТКОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ И РАМНЫХ ПИЛ

**Н. В. Лобанов, И. С. Лобанова**, кандидаты техн. наук – Севмашвтуз

Жёсткость полосовых пил (ленточных и рамных) в значительной мере определяет их производительность и качество пиломатериалов. Существует большое количество формул для расчёта начальной (в ненагруженном состоянии) жёсткости  $J_n$  и устойчивости натянутых полосовых пил. Разработчики большинства существующих методов расчёта жёсткости ([1], [4], [5] и др.) рассматривают полосовую пилу как тонкий стержень прямоугольного сечения, хотя во многих случаях фактическое отношение ширины полосовой, особенно ленточной, пилы к расстоянию между опорами не соответствует классическому определению стержня. Такой подход приводит к завышению расчётной величины жёсткости тонких пил и пил с малым отношением длины (между опорами или направляющими) к ширине пилы – по сравнению с фактической величиной. В отдельных работах (отметим [6]) исследователи придерживаются пластинчатой модели полосовой пилы – при рассмотрении частных случаев закрепления и нагружения полотна пилы.

Цель данного исследования – разработка общей методики расчёта статической жёсткости полосовых пил.

Расчётная схема пилы с выбранной системой координат представлена на рис. 1. Рассмотрены два варианта закрепления пилы в плоскости её наименьшей жёсткости (в плоскости X0Z): шарнирного закрепления (опёртой на отжимные направляющие) – этот вариант соответствует случаю односторонних отжимных направляющих; жёсткого защемления – этот вариант соответствует случаю двухсторонних направляющих, поставленных без зазора (случай двухсторонних направляющих с зазором в данном исследовании не рассматривался). Предполагается, что отрыв от контактных направляющих при нагружении полотна пилы отсутствует (вопрос обеспе-

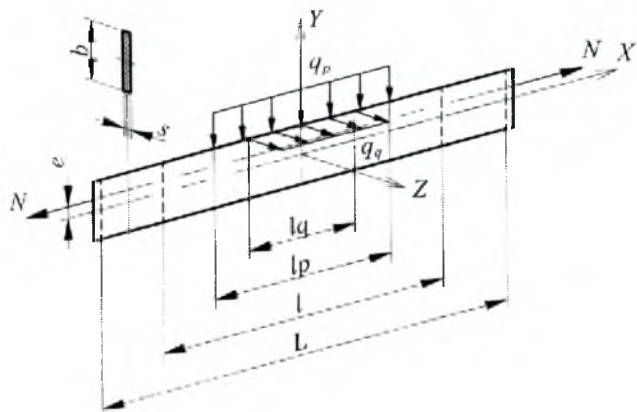


Рис. 1. Расчётная схема для определения жёсткости полотна пилы

чения соблюдения этого условия рассмотрен в [3]). Рассмотрены также два варианта закрепления пилы в плоскости её наибольшей жёсткости (в плоскости X0Y): шарнирного опирания; жёсткой заделки.

Для определения функции прогибов пилы  $\omega(x,y)$  использован энергетический метод. Авторы рассматривали пилу как тонкую жёсткую пластинку. Согласно [7] приращение полной энергии при нагружении пилы боковой нагрузкой  $\Delta U = U - W - V$ , где  $U$  – потенциальная энергия изгиба пилы;  $W$  – работа напряжений, действующих в плоскости пилы до изгиба;  $V$  – работа боковой силы  $Q$ . В силу симметрии системы полную энергию последней достаточно вычислить для половины длины пилы  $L/2$ .

При защемлении пилы в плоскости X0Z составляющие полной энергии

$$U = \frac{1}{2} D \int_0^{l_p/2} \int_{-b/2}^{b/2} \left\{ (\nabla^2 \omega)^2 - 2(1-\mu) \times \left[ \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} - \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \right)^2 \right] \right\} dx dy; \quad (1)$$

$$W = -\frac{s}{2} \int_0^{l_p/2} \int_{-b/2}^{b/2} \left[ \sigma_x \left( \frac{\partial \omega}{\partial x} \right)^2 + \sigma_y \left( \frac{\partial \omega}{\partial y} \right)^2 + 2\tau_{xy} \frac{\partial \omega}{\partial x} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial y} \right] dx dy;$$

$$V = \int_0^{b/2} q_y \omega(x, b/2) dx,$$

где  $D = \frac{Es^3}{12(1-\nu^2)}$  – цилиндрическая жёсткость пилы;

$\nu$  – коэффициент Пуассона;  $\sigma_x(x,y)$  – напряжения вдоль оси стержня:

$$\sigma_x(x,y) = \sigma_s(x,y) + \sigma_N(x,y) + \sigma_u(x,y),$$

$$\sigma_s(x,y) = \begin{cases} \sigma_c c / (b-c) + y \frac{\sigma_c c y_c b s}{(b-c) J_z} & \text{при } -\frac{b}{2} \leq y \leq y_c - \frac{c}{2} \\ -\sigma_c + y \frac{\sigma_c c y_c b s}{(b-c) J_z} & \text{при } y_c - \frac{c}{2} < y < y_c + \frac{c}{2} \\ \sigma_c c / (b-c) + y \frac{\sigma_c c y_c b s}{(b-c) J_z} & \text{при } y_c + \frac{c}{2} \leq y \leq \frac{b}{2} \end{cases}$$

напряжения от вальцевания;  $\sigma_N(x,y) = N/bs + \alpha(Ne/J_z)x$  – напряжения от действия силы натяжения пилы (растягивающей силы)  $N$ , приложенной с эксцентриситетом  $e$ ;  $\sigma_u(x,y) = \alpha(M(x)/J_z)y$  – нормальные напряжения изгиба пилы в плоскости X0Y, вызванные действием нормальной составляющей силы резания  $P$ ;  $b$  – ширина пилы,  $s$  – толщина пилы,  $L$  – длина пилы между опорами,  $l$  – рас-

стояние между направляющими;  $J_z = b^3s/12$  – момент инерции поперечного сечения пилы относительно оси Z;  $s$  – ширина следа вальцевания;  $l_p$  – расстояние от оси пилы до оси следа вальцевания;  $\sigma_c$  – величина напряжений сжатия в следе вальцевания;  $M(x)$  – изгибающий момент силы P;  $\alpha$  – параметр продольного изгиба.

Изменение изгибающего момента по длине стержня:

$$\begin{cases} M(x) = q_p x^2 / 2 - M_{\max} & \text{при } 0 \leq x \leq l_p / 2 \\ M(x) = q_p l_p (x - l_p / 4) / 2 - M_{\max} & \text{при } l_p / 2 \leq x \leq L / 2 \end{cases}$$

где  $M_{\max}$  – изгибающий момент в среднем сечении пилы (при шарнирном закреплении концов пилы в плоскости XOY

$$M_{\max} = (q_p l_p^3 / (24L) - q_p l_p^2 / 8 + q_p l_p L / 8),$$

а при жёсткой заделке концов пилы в той же плоскости

$$M_{\max} = q_p l_p L / 4 - q_p l_p^2 / 8.$$

Параметр  $\alpha$  приближённо учитывает влияние растягивающей силы на напряжения и деформации изгиба. Согласно [8]  $\alpha = 1 / (1 + N / N_3)$ , где  $N_3 = \pi^2 E J_z / (\mu L)^2$  – эйлерова сила;  $E$  – модуль Юнга материала пилы;  $\mu$  – коэффициент приведения длины, учитывающий способ закрепления пилы в плоскости XOY: при шарнирном закреплении  $\mu = 1$ , при жёсткой заделке  $\mu = 0,5$ . Напряжения  $\sigma_y(x, y)$  вдоль оси Y от действия распределённой нагрузки описаны в [2]. Распределение касательных напряжений  $\tau_{xy}$  в поперечном сечении пилы описывается формулой Журавского  $\tau = Qs / J_z b$ .

При шарнирном закреплении пилы в плоскости XOZ под действием боковой силы деформируется вся пила. Влияние части пилы между направляющими и опорами на деформацию части пилы между направляющими относительно невелико и может быть учтено как упругое защемление сечения пилы на направляющих,

угловая жёсткость которого 
$$j_\varphi = \frac{k^2 l_p E J_y}{kl \operatorname{cth}(kl) - 1},$$

где  $l_p = (L - l) / 2$  – расстояние между направляющей и опорой;  $J_y = b^3 s / 12$  – момент инерции поперечного сечения пилы относительно оси Y;  $k = \sqrt{N / E J_y}$ . В данном случае набор математических выражений для описания составляющих полной энергии будет отличаться от (1) наличием дополнительного слагаемого в правой части

формулы для U (потенциальной энергии) – 
$$j_\varphi \left( \frac{\partial \omega(0; 0)}{\partial x} \right)^2,$$

где 
$$\omega(x, y) = \sum_{i=1}^n (a_{0i} + a_{1i} y + a_{2i} y^2 + a_{3i} y^3 + \dots + a_{ki} y^k) \Phi_i(x);$$

отметим, что  $\Phi_i(x)$  – полином, удовлетворяющий кинематическим граничным условиям: при шарнирном закреплении пилы в плоскости XOZ  $\Phi_i(x) = (2x/l)^{i+1} - 1$ , а при её жёстком защемлении в той же плоскости  $\Phi_i(x) = (2x/l)^{i+2} - [(i+2)/2](2x/l)^2 + i/2$ .

При  $k = 1$  получаем стержневую модель пилы. Данное обстоятельство позволяет в рамках единой методики расчёта величины статической жёсткости полосовых пил  $j$  оценить точность и рамки применимости упрощённых стержневых моделей. Описанная методика реализована в математическом пакете Maple V6.

Сравнением результатов расчёта в Maple V6 с резуль-

татами расчёта, выполненного по методу конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS v.5.5.3 ED, установлено: если выбранная функция  $\omega(x, y)$  представляет собой конечный ряд с  $k = 5$ ,  $i = 8$ , то величина относительной погрешности расчёта максимального прогиба пилы по данной методике не превышает 6,5% при варьировании (изменении) параметров модели в широких диапазонах: величину  $b$  можно изменять в диапазоне от 60 до 220 мм,  $s$  – от 1,0 до 2,5 мм,  $L$  – от 1000 до 3500 мм,  $l$  – от 300 до 900 мм,  $\sigma_p$  ( $\sigma_p = N / bs$ ) – от 50 до 150 МПа,  $e$  – от 0 до 0,2.

В табл. 1 представлены результаты расчёта величины  $j_{II}$  ненагруженной ленточной пилы (опёртой в плоскости XOY на отжимные направляющие) с величинами  $b, L, l, e$ , равными соответственно 160 мм, 2500 мм, 600 мм, 0, – при разных величинах толщины пилы  $s$ , но при одинаковой величине (100 МПа) напряжений натяжения  $\sigma_p$ . Рассмотрены два варианта распределения боковой силы Q по длине:  $l_q = 100$  мм и  $l_q = 300$  мм.

Таблица 1

Показатели	Толщина пилы, мм					
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Жёсткость пилы (расчёт по стержневой модели), Н/мм	32,19	40,18	48,97	58,65	69,27	80,92
	39,04	48,61	59,07	70,57	83,10	96,82
Жёсткость пилы (расчёт по пластинчатой модели), Н/мм	25,22	33,07	41,72	51,23	61,67	73,13
	32,40	42,11	52,70	64,27	76,92	90,68
Относительная погрешность расчёта, %	27,64	21,50	17,38	14,48	12,32	10,65
	20,49	15,44	12,09	9,8	8,03	6,77

Примечание. В числителе – значения для  $l_q = 100$  мм, в знаменателе – для  $l_q = 300$  мм.

Анализ данных табл. 1 показывает следующее: относительная погрешность расчёта величины  $j_{II}$  ленточных пил по стержневой модели растёт с уменьшением толщины пилы  $s$  и зависит от длины  $l_q$ , по которой распределена боковая сила Q; при сосредоточенной боковой силе величина относительной погрешности максимальна.

В табл. 2 представлены результаты расчёта величины  $j_{II}$  ненагруженной ленточной пилы (опёртой в плоскости XOY на отжимные направляющие) с величинами  $s, b, L, l, e$ , равными соответственно 1,2 мм, 160 мм, 2500 мм, 600 мм, 0, – при разных величинах силы натяжения пилы N. Рассмотрены два варианта распределения боковой силы Q по длине:  $l_q = 100$  мм и  $l_q = 300$  мм.

Анализ данных табл. 2 показывает, что относительная погрешность расчёта величины  $j_{II}$  ленточных пил по стержневой модели растёт с увеличением силы натяжения пилы N.

В табл. 3 представлены результаты расчёта величины  $j_{II}$  ненагруженной ленточной пилы (опёртой в плоскости XOY на отжимные направляющие) с величинами  $s, b, L, l, \sigma_p, e$ , равными соответственно 1,2 мм, 160 мм, 2500 мм, 600 мм, 120 МПа, 0, – при разных величинах ширины пилы  $b$  (отношения  $l/b$ ). Рассмотрены два варианта распределения боковой силы Q по длине:  $l_q = 100$  мм и  $l_q = 300$  мм.

Таблица 2

Показатели	Сила натяжения пилы, Н (напряжение, МПа)				
	11520 (60)	15360 (80)	19200 (100)	23040 (120)	28800 (150)
Жёсткость пилы (расчёт по стержневой модели), Н/мм	26,08 31,39	33,15 40,02	40,18 48,61	47,20 57,18	57,72 70,03
Жёсткость пилы (расчёт по пластинчатой модели), Н/мм	22,64 28,45	27,97 35,43	33,07 42,11	37,95 48,55	44,96 57,81
Относительная погрешность расчёта, %	15,19 10,33	18,48 12,96	21,50 15,22	24,37 17,78	28,38 21,14

Примечание. В числителе – значения для  $l_q = 100$  мм, в знаменателе – для  $l_q = 300$  мм.

Таблица 3

Показатели	Ширина пилы, мм ( $l/b$ )				
	100 (6)	130 (4,6)	160 (3,75)	190 (3,16)	220 (2,73)
Жёсткость пилы (расчёт по стержневой модели), Н/мм	33,59 40,72	40,18 48,68	47,20 57,18	54,51 66,01	61,99 75,06
Жёсткость пилы (расчёт по пластинчатой модели), Н/мм	31,57 39,42	35,32 44,71	37,95 48,55	39,45 50,56	40,16 51,77
Относительная погрешность расчёта, %	6,40 3,29	13,16 8,88	24,37 17,78	38,17 30,04	54,35 44,99

Примечание. В числителе – значения для  $l_q = 100$  мм, в знаменателе – для  $l_q = 300$  мм.

Анализ данных табл. 3 показывает следующее: относительная погрешность расчёта величины  $j_n$  ленточных пил по стержневой модели растёт с уменьшением отношения  $l/b$ ; при использовании стержневой модели ленточной пилы расчётная величина  $j_n$  гораздо сильнее зависит от ширины пилы  $b$ , чем при использовании пластинчатой модели: в первом случае с увеличением  $b$  в 2,2 раза расчётная величина  $j_n$  возрастает на 85% соответствующего исходного уровня, а во втором – всего на 31%.

В табл. 4 представлены результаты расчёта величины  $j$  нагруженной ленточной пилы (опёртой в плоскости XOY на отжимные направляющие) с величинами  $s, b, L, l, l_p$  ( $l_p = l_q$ ),  $N, \sigma_p$  ( $\sigma_p = N/bs$ ),  $e$ , равными соответственно 1,2

Таблица 4

Показатели	Нормальная составляющая силы резания, Н				
	0	300	500	700	900
Жёсткость пилы (расчёт по стержневой модели), Н/мм	66,01	58,92	54,11	49,28	44,42
Жёсткость пилы (расчёт по пластинчатой модели), Н/мм	50,76	43,85	39,22	34,57	29,92
Относительная погрешность расчёта, %	30,04	34,37	37,37	42,55	48,48

Примечание. В числителе – значения для  $l_q = 100$  мм, в знаменателе – для  $l_q = 300$  мм.

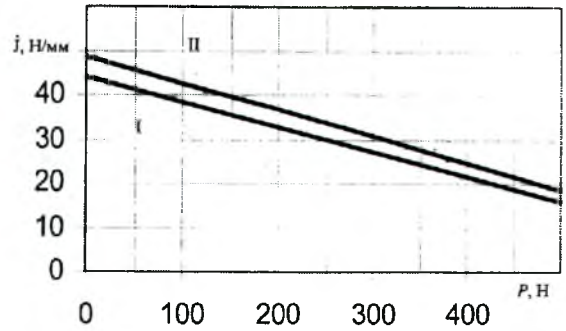


Рис. 2. Графики зависимости  $j$  нагруженной ленточной пилы от нормальной составляющей силы резания  $P$ : I – шарнирное опирание пилы на отжимные направляющие; II – жёсткое защемление пилы двухсторонними направляющими

мм, 190 мм, 2500 мм, 600 мм, 300 мм, 27360 Н, 120 МПа, 0, – при различных величинах нормальной составляющей силы резания  $P$  ( $P = q_p l_p$ ).

Анализ данных табл. 4 показывает, что относительная погрешность расчёта величины  $j$  нагруженных полосовых пил по стержневой модели возрастает с увеличением нормальной составляющей силы резания  $P$ .

На рис. 2 показаны графики зависимости  $j$  нагруженной ленточной пилы от нормальной составляющей силы резания  $P$ , рассчитанные по пластинчатой модели. Параметры полотна пилы:  $s = 1,2$  мм,  $b = 110$  мм,  $L = 2500$  мм,  $l = 400$  мм,  $e = 0$ ,  $N = 10560$  Н, ( $\sigma_p = 80$  МПа),  $l_p = l_q = 200$  мм.

На рис. 3 показаны графики зависимости  $j$  нагруженной вальцованной рамной пилы от нормальной составляющей силы резания  $P$ . Параметры пилы:  $s = 2,2$  мм,  $b = 160$  мм,  $L = 1400$  мм,  $l = 600$  мм,  $N = 40000$  Н,  $l_p = 200$  мм.

При использовании стержневой модели расчётные величины  $j$  нагруженной вальцованной рамной пилы могут превышать данные рис. 3 на 25%.

Сопоставляемые модели полосовой пилы примерно в одинаковой мере позволяют предсказывать эффект проведения операции вальцевания рамной пилы: при использовании стержневой модели максимальная величина прогиба режущей кромки вальцованной пилы меньше

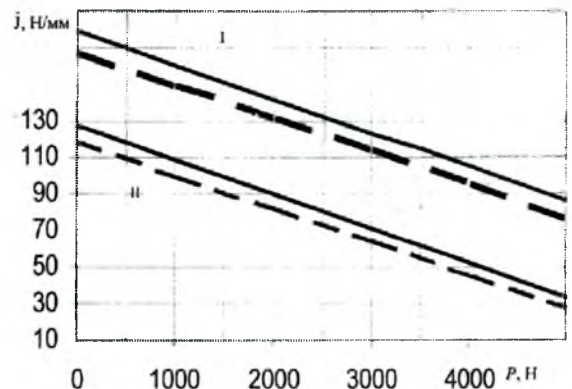


Рис. 3. Графики зависимости  $j$  нагруженной вальцованной рамной пилы от нормальной составляющей силы резания  $P$ :

I –  $e = 0,2$ ; II –  $e = 0$ ; сплошная линия – жёсткое защемление пилы; штриховая линия – шарнирное опирание пилы

в 1,15 раза, а при использовании пластинчатой – меньше в 1,18 раза; величина угла поворота режущей кромки вальцованной пилы при  $\epsilon = 0,2$  в 1,19 раза меньше, чем при  $\epsilon = 0$ , – при расчёте как по стержневой, так и по пластинчатой модели.

При использовании пластинчатой модели полосовой пилы способ её закрепления в плоскости наименьшей жёсткости гораздо меньше влияет на результат расчёта, чем при использовании стержневой модели.

### Выводы

1. На основе теории пластин разработана единая (общая) методика расчёта величины  $j$  – показателя статической жёсткости полосовой пилы – с учётом характера распределения начальных напряжений в полотне пилы, условий закрепления пилы в плоскостях её наибольшей и наименьшей жёсткости, величины  $\epsilon$  (эксцентриситета приложения силы натяжения пилы), действия боковой и нормальной составляющих силы резания, а также фактора установки односторонних отжимных направляющих.

2. Проведён теоретический анализ влияния условий закрепления полосовой пилы в упомянутых плоскостях на  $j$  пилы (как нагруженной, так и ненагруженной), а также выявлены теоретические зависимости  $j$  от  $\epsilon$  и  $R$  (нормальной составляющей силы резания) – установлено, что зависимость  $j$  от  $R$  близка к линейной.

3. Проведена оценка значения относительной погрешности расчёта величины  $j$  ненагруженной ленточной пи-

лы по стержневой модели – показано, что оно может составлять 50%.

### Список литературы

1. Брюквин А.В. Динамическая модель колебаний дереворежущих ленточных пил: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГУЛ, 1994.
2. Доннелл Л.Г. Балки, пластины и оболочки. – М.: Наука, 1982. – 538 с.
3. Лобанов Н.В., Прокофьев Г.Ф., Лобанова И.С. Жёсткость ленточных пил с учётом отжимных направляющих // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2003. – № 6. – С. 62–67.
4. Прокофьев Г.Ф. Точность пиления древесины рамными и ленточными пилами // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1996. – № 6. – С. 74–80.
5. Прокофьев Г.Ф., Иванкин И.И. Теоретические исследования начальной жёсткости ленточных и рамных пил // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. науч. трудов. – Вып. 3. – Архангельск: АГТУ, 1997. – С. 20–24.
6. Прокофьев Г.Ф., Ходерян Б.А., Ершов С.В. Начальная жёсткость полосовых пил. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1985. – 23 с. – Деп. во ВНИПИЭИлеспроме 17.06.85, № 1589 л.б.
7. Прочность, устойчивость, колебания. ТЗ / Под ред. И.А.Биргера и Я.Г.Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 568 с.
8. Тимошенко С.П. Соппротивление материалов. Т. 2. – М.: Наука, 1965. – 480 с.

УДК 674.055:621.914.2

## СБОРНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ФРЕЗА С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**А.А.Гришкевич, А.П.Клубков**, кандидаты техн. наук, **А.Ф.Аникеенко** – Белорусский государственный технологический университет

По сравнению с другими методами получения деталей из древесины и древесных материалов обработка фрезерованием обеспечивает наилучшие точность и качество, наибольшую гибкость технологического процесса, создаёт возможность быстрого перехода с обработки заготовок одного размера на обработку заготовок другого размера.

Фрезерный инструмент срезает сравнительно тонкие слои материала, что позволяет получать детали необходимой формы, точности, нужного качества и требуемых размеров. Долговечность и надёжность фрезерного инструмента существенно влияют на экономический эффект проведения процесса резания.

Потребность в дереворежущем инструменте велика. По некоторым технологическим операциям деревообработки затраты на покупку и подготовку к работе режущего инструмента составляют значительную часть стои-

мости операции: при сверлении древесностружечных плит (ДСП) – примерно 74, при точении – 72, при пиленнии дисковыми пилами – 23%. Для сравнения: при сверлении ДСП доля затрат на электроэнергию составляет примерно 1, при точении древесины на круглопалочных станках – 2 и лишь при продольном пиленнии дисковыми пилами – около 20% [1].

Применение фрезерного инструмента настолько широко и многообразно, что трудно получить данные о величинах объёма его потребления.

Работающий режущий инструмент разрушает внутренние связи обрабатываемого материала. Качество детали и стойкость инструмента во многом определяют производительность, энерго- и ресурсоэкономичность процесса обработки, а в некоторых случаях и саму возможность получения деталей требуемых форм, качества и точности.



В Белорусском государственном технологическом университете разработана система дереворежущего фрезерного инструмента с изменяемыми величинами угловых параметров и двухлезвийными твердосплавными пластинами одноразового и многоразового применения.

Из теории резания известно, что угловые параметры режущего инструмента существенно влияют на процесс стружкообразования и, следовательно, на расход энергии при резании, долговечность инструмента и качество обработки материала.

Сила резания зависит от нормальных сил, действующих на древесину со стороны рабочих поверхностей режущей части клина, и сил трения, возникающих из-за взаимодействия обрабатываемого материала и срезаемой стружки с контактируемыми поверхностями реза.

При обработке древесины и древесных материалов задний угол является весьма важным параметром конструкции инструмента, так как именно износ по задней поверхности обычно определяет степень снижения стойкости и прочности режущего лезвия: величина удельной работы внешнего трения на задних поверхностях больше, чем трения на передних поверхностях.

То, что коэффициент трения на задней поверхности выше, обусловлено высокой упругостью древесины, особенно древесных плитных материалов, которая способствует увеличению площади контакта задней поверхности инструмента с обработанной поверхностью материала. Так как увеличение заднего угла снижает работу трения, а следовательно, и износ по задней поверхности, то можно предположить – максимальная стойкость будет обеспечиваться при больших значениях задних углов. Для всех упомянутых обрабатываемых материалов практические величины задних углов образуют диапазон от 5 до 30 град.

Рассмотрим влияние переднего угла на процесс резания. Изменение величины переднего угла увеличивает или уменьшает средние нормальные контактные напряжения на передней поверхности реза, что приводит к изменению среднего значения коэффициента трения и величины угла трения. Последнее влияет на угол действия сил, от которого зависят угол сдвига и работа при стружкообразовании.

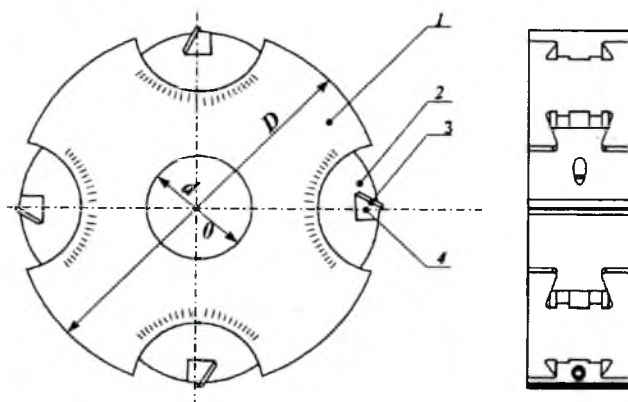
Величину угла заострения выбирают в зависимости от физико-механических характеристик материала реза. Угол заострения влияет на кончик излома абсолютно острого лезвия при его внедрении в материал [2]. Долговечность лезвия тем выше, чем больше угол заострения ножа. Угол резания также зависит от угла заострения ножа.

Оптимальной величиной угла заострения ножа  $\beta$  при фрезеровании древесины мягких пород следует считать 36 град., а твёрдых пород – 39–40 град. При малых величинах угла заострения давление на переднюю поверхность уменьшается. С увеличением угла резания (при постоянной величине  $\beta$ ) это давление значительно возрастает, что вызывает упругий отгиб лезвия.

Одновременно увеличиваются силы трения древесины о переднюю поверхность и деформация стружки.

Таким образом, целесообразно создание фрезы с изменяемыми угловыми параметрами, позволяющей проводить процесс резания по оптимальным режимам.

Применение сборного деревообрабатывающего инструмента с неперетачиваемыми пластинами (НП) позволяет значительно увеличить производительность



#### Сборная цилиндрическая фреза:

1 – корпус фрезы; 2 – сегмент-резцедержатель; 3 – нож в виде неперетачиваемой твердосплавной пластины; 4 – клин

труда, сократить расход энергии и улучшить показатель ресурсосбережения на деревообрабатывающих предприятиях. Поэтому задача оптимизации условий эксплуатации данного режущего инструмента очень актуальна. Важное направление решения этой задачи – создание новых конструкций режущего инструмента.

Вниманию специалистов деревообрабатывающей промышленности предлагается сборная цилиндрическая фреза новой (а.с. 603580 СССР) конструкции для обработки МДФ (ДВП средней плотности), ДСП, фанеры и натуральной древесины – на продольно-фрезерных и фрезерных станках, обрабатывающих центрах, автоматических линиях.

Фреза (см. рисунок) состоит из корпуса 1, в котором расточены четыре диаметрально расположенных паза типа "ласточкин хвост". В пазы корпуса устанавливают поворотные быстросъемные сегменты-резцедержатели 2. Для настройки ножа 3 на необходимую величину угла резания (в целях оптимизации режима резания обрабатываемого материала) сегмент-резцедержатель можно поворачивать на оптимальный угол резания и фиксировать в заданном положении винтами. Ножи устанавливаются на базирующие штифты резцедержателя и закрепляются в нём клином 4.

Фреза данной конструкции универсальна: можно применять плоские, профильные и фасонные НП для обработки любых материалов.

Система фрез включает в себя инструменты с двумя, тремя и четырьмя ножами. Корпус фрезы вместе с сегментом-резцедержателем и НП закрепляют на шпинделе станка одним из четырех способов: непосредственная посадка на шпиндель, крепление на цанге, крепление на двух цангах через промежуточные упорные кольца, крепление на патроне. Корпус фрезы, сегменты и клинья изготавливают из конструкционной стали 40 или 40Х.

Применяют фрезу следующим образом. Корпус фрезы вместе с сегментом и НП закрепляют на шпинделе станка одним из приведённых способов. Ножи прижимают клином к поверхности корпуса с помощью распорных винтов. На корпусе фрезы имеется шкала, позволяющая определить величину угла установки ножа, а на сегменте – указатель величины угла резания. После установки ножа на требуемый угол резания сегмент фиксируют в заданном положении винтами. Для перестановки ножа на новый угол резания (при изменении режима резания)

необходимо ослабить зажимные винты, сегмент с ножами повернуть, установить с обеспечением требуемого угла резания и зафиксировать в заданном положении винтами. Аналогично осуществляют съём отработанных и установку новых сегментов-резцедержателей, так что нет необходимости в установке, закреплении и раскреплении ножа.

Предлагаемая конструкция фрезы обеспечивает возможность быстро (за 20–25 с) заменять затупившиеся НП новыми (при этом корпус фрезы вместе с резцедержателем находятся на шпинделе станка – их снимают по мере необходимости). Ещё одна важная особенность предлагаемой фрезы: при повороте сегмента на определённый угол величина радиуса окружности резания не изменяется.

Для обеспечения возможности нормальной эксплуатации новой фрезы необходимо при её изготовлении соблюдать требования ГОСТ 14956–79. В обязательном порядке следует осуществлять динамическую балансировку изготовленной фрезы.

Для оценки долговечности новой фрезы были проведены её лабораторно-промышленные испытания на обрабатывающем центре зарубежного производства. Обрабатываемый материал – МДФ. Режим обработки: частота вращения шпинделя  $n = 5000 \text{ мин}^{-1}$ ; скорость резания  $v = 37 \text{ м/с}$ , скорость подачи  $v_s = 15 \text{ м/мин}$ . Диаметр фре-

зы  $D = 140 \text{ мм}$ , число ножей  $z = 4$ . Размеры НП –  $30 \times 12 \times 1,5 \text{ мм}$ .

Разработана техническая документация на фрезу, изготовлены её опытные образцы. На ПЭВМ выполнены необходимые расчёты величин показателей прочности фрезы. Осуществлена – на станке фирмы "Schenck" – динамическая балансировка фрезы при разных положениях резцедержателя.

**Основные параметры сборной цилиндрической фрезы**

Диаметр, мм:	
корпуса	.80; 100; 125; 140 (160; 180)
посадочного отверстия	.22; 27 (30); 32; 40; 50
Ширина фрезы, мм	.40; 60; 90; 110; 130; 170
Число резцов, шт.	.2; 3; 4
Предельная частота вращения, $\text{мин}^{-1}$	.9000
Диапазон изменения угла резания, град.	.±12
Продолжительность замены режущих элементов, с	.30–40

**Список литературы**

1. Пижурин А.А. Основы автоматизации режимов механической обработки древесины: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М.: МЛТИ, 1972. – 42 с.
2. Воскресенский С.А. Резание древесины. – М.–Л.: Гослесбуиздат, 1955. – 200 с.

УДК 674.047.3:66.047.2.001.73

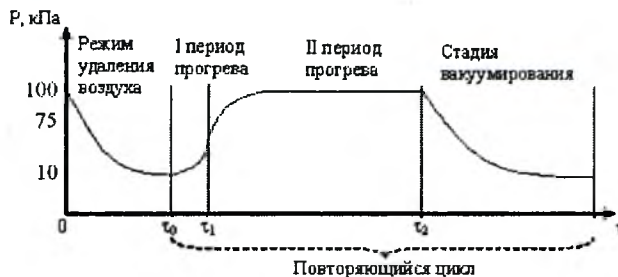
# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ВАКУУМНО-КОНВЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

**Р. Р. Сафин, Р. Р. Хасаншин, П. А. Кайнов, Р. Г. Сафин** – Казанский государственный технологический университет

Сушка древесины – один из основных технологических процессов, определяющих качество и себестоимость продукции, а также продолжительность производственного цикла на деревообрабатывающих предприятиях. В настоящее время работа по совершенствованию сушильного оборудования состоит не только в улучшении характеристик действующего комплекса, но и в коренном устранении недостатков существующих технологий и оборудования.

Исследователи считают, что наиболее перспективны вакуумно-конвективные способы сушки пиломатериалов (основанные на конвективном методе подвода теплоты), по одному из которых процессы осуществляются с чередованием стадий прогрева и вакуумирования ("импульсный" способ), а по другому – с обеспечением конвективной сушки материала в разреженной среде.

Одним из разновидностей "импульсного" способа сушки является вакуум-осциллирующий способ (рис. 1),



**Рис. 1. Схема ведения процесса сушки пиломатериала в среде перегретого пара вакуум-осциллирующим способом**

разработанный сотрудниками кафедры переработки древесных материалов Казанского государственного технологического университета. Сушильный процесс при этом представляет собой последовательное чередование

двух стадий: прогрева древесины в среде перегретого водяного пара и вакуумирования. Применение перегретого пара целесообразно, поскольку значения коэффициентов тепло- и массообмена между ним и влажным материалом больше, чем между горячим воздухом (как агентом сушки) и тем же самым материалом.

Проведение процесса сушки древесины по предложенному способу начинается с откачки инертного газа из рабочей полости аппарата (с помощью вакуумного насоса), что приводит к отсутствию фазового сопротивления среды и тем самым способствует более интенсивному прогреву пиломатериала.

После удаления инертного газа проводят стадию прогрева. С этой целью отключают вакуумный насос и подают в камеру водяной пар до момента достижения величины давления в камере, составляющей 40–60 кПа – в зависимости от величины средней влажности материала на момент окончания предыдущей стадии вакуумирования. Данный период характеризуется конденсацией пара на холодной поверхности высушиваемого материала, что вызывает быстрое повышение температуры (и влажности) поверхностных слоёв пиломатериала и, как следствие, температуры пиломатериала в целом.

Обеспечение конденсации водяного пара на поверхности пиломатериала целесообразно лишь при высокой начальной влажности последнего: в этом случае капилляры практически полностью заполнены свободной влагой, так что дальнейшее увлажнение не приведёт к значительному повышению влажности высушиваемого материала, но зато позволит существенно сократить продолжительность стадии прогрева.

По мере снижения средней влажности высушиваемой древесины на первый план выходит обеспечение её прогрева в среде перегретого пара, а прогрев из-за конденсации последнего должен при этом быть непродолжительным: он нужен лишь для частичного выравнивания влажности по толщине материала и создания в камере агента сушки. Прогрев высушиваемого материала в среде перегретого пара происходит после включения вентилятора и калориферов. Перед поступлением в камеру сушки водяной пар проходит через калориферы, где он нагревается до 90°C.

Сразу после повышения температуры внутри древесины до 65–75°C стадию прогрева прекращают (отключают вентилятор и калориферы) и затем проводят стадию вакуумирования – с помощью конденсатора. Вследствие отсутствия воздуха в аппарате использование при этом вакуумного насоса не требуется.

Процесс сушки при пониженном давлении протекает в соответствии с законами равновесия между жидкостью и паром. При понижении давления пара над поверхностью пиломатериала динамическое равновесие смещается в сторону испарения влаги. При испарении влаги тепловая энергия, аккумулированная влажным материалом, уменьшается. При отсутствии подвода теплоты извне температура древесины падает, а вследствие того, что влага испаряется с поверхности материала, температура последней меньше температуры в центре материала. Направление возникшего температурного градиента совпадает с направлением градиента влажности, вследствие чего скорость протекания процесса переноса удаляемой влаги больше. Кроме того, образуется градиент избыточного давления (пропорциональный градиенту температуры по сечению древесины), величину которо-

го необходимо регулировать (путём изменения скорости снижения давления над материалом) – с целью исключить возможность возникновения недопустимо больших внутренних напряжений, влекущих за собой нарушение структуры и ухудшение качества высушиваемого пиломатериала.

После уменьшения величины давления в камере до рабочего значения величина тепловой энергии, аккумулированной высушиваемым материалом, ещё достаточна для удаления влаги. Поэтому пиломатериал выдерживают в вакууме (т.е. при пониженном давлении) до достижения заданного значения градиента температуры по сечению.

Далее цикл "прогрев – вакуумирование" повторяется. При этом водяной пар, поступающий в камеру в начале стадии прогрева, обеспечивает промежуточную теплообработку материала, способствующую релаксации (уменьшению) внутренних напряжений в нём, возникших на предыдущей стадии вакуумирования. Вакуумирование и конвективный нагрев древесины чередуют до тех пор, пока её влажность не достигнет заданного конечного значения (8–10%).

Продолжительность проведения процесса сушки древесины по данному способу зависит от породы, размеров пиломатериала, количества пара, поданного в сушильную камеру в первом периоде прогрева, температуры перегретого пара, остаточного давления на стадии вакуумирования и значения градиента температуры, до достижения которого проводят выдержку материала при пониженном давлении.

Анализ накопленного производственного опыта показывает: рассмотренный способ особенно целесообразен для сушки древесины ценных твёрдых пород, однако он неоправданно сложен для сушки древесины мягких пород. В связи с этим сотрудниками кафедры разработан конвективный способ сушки пиломатериала при пониженном давлении среды [2].

Схема ведения сушки древесины данным способом представлена на рис. 2.

Основная особенность данного способа сушки: при проведении процесса к высушиваемому материалу постоянно подводится теплота путём обеспечения конвекции в разрежённой среде. Вследствие разрежённости среды возможно использование более низких температурных режимов сушки, что обуславливает существенно меньший удельный расход энергии на сушку и меньшую деструкцию древесины (по сравнению с традиционным конвективным способом), а также не изменяет цвет дре-

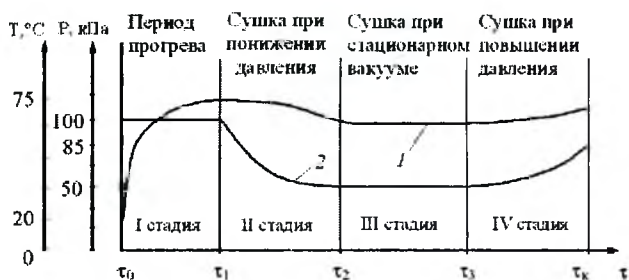


Рис. 2. Схема ведения процесса сушки пиломатериала конвективным способом при пониженном давлении в среде горячего воздуха:

1 – график зависимости температуры от времени; 2 – график зависимости давления от времени



Рис. 3. Универсальная вакуумная сушильная камера

весины в процессе сушки. Конвективную сушку пиломатериала при пониженном давлении можно представить в четырёх стадиях.

I стадия рассматриваемого процесса сушки влажного материала состоит в его прогреве – при включённых калориферах и вентиляторе – при атмосферном давлении.

По достижении температуры внутри древесины 65–75°C начинается II стадия процесса сушки – эта стадия характеризуется тем, что с помощью вакуумного насоса понижается давление над штабелем пиломатериалов. Продолжительность стадии сушки при постоянно понижающемся остаточном давлении составляет 10–20 мин. В это время свободная влага из высушиваемого материала удаляется под действием трёх градиентов: давления, влажности и температуры.

Сразу после достижения значения давления в аппарате, составляющего 50–60 кПа, прекращают выполнение II стадии процесса сушки (выключают вакуумный насос). Далее начинается III стадия процесса – при этом продолжают работать электровентилятор и калориферы, обеспечивающие величину температуры среды 80–85°C.

По достижении средней влажности высушиваемого пиломатериала, равной 25%, прекращают выполнение III стадии процесса сушки, т.е. начинают выполнение его IV стадии, состоящее в постепенном повышении давления среды в зависимости от влажности древесины. Повышение давления в сушильной камере происходит вследствие удаления влаги из высушиваемого материала и дополнительного напуска горячего воздуха в рабочую полость аппарата.

В результате проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию технологий для сушки пиломатериалов описанными двумя вакуумно-конвективными способами была спроектирована и создана промышленная универсальная вакуумно-конвективная сушильная камера [3]: она позволяет проводить процессы сушки пиломатериалов как по первому способу, т.е. с периодическим подводом теплоты к высушиваемому материалу (каждый раз – после очередной стадии вакуумирования), так и по второму (т.е. с постоянным подводом теплоты к высушиваемому материалу путём обеспечения конвекции в разреженной среде).

Установка (рис. 3), представляющая собой герметичную цилиндрическую обечайку с крышкой, предназначена для размещения и сушки пиломатериалов различ-

ных сортаментов. Для предотвращения коробления пиломатериалов при сушке обеспечена возможность установки в верхних рядах штабеля устройства, состоящего из подвижной перегородки и герметичной резиновой камеры. Камера помещается в зазоре, образованном данной перегородкой и корпусом. Благодаря разности давлений во внутреннем пространстве корпуса и резиновой камере последняя расширяется, перемещая перегородку по направлению к штабелю и сдавливая при этом верхний ряд высушиваемых досок.

В установке используется центробежный вентилятор, предназначенный для осуществления принудительной циркуляции агента сушки через калориферы (изготовленные из оребренных труб) и штабель высушиваемых пиломатериалов. Вакуумная камера дополнена следующими технологически необходимыми техническими средствами: водокольцевым вакуумным насосом, конденсатором для откачки воздуха и водяных паров из рабочего пространства аппарата, парогенератором (обеспечивающим возможность подачи перегретого водяного пара).

Анализ характеристик пиломатериалов, высушенных в созданной вакуумной камере, показывает следующее: отклонение влажности любого отдельного образца пиломатериала из древесины твердых пород от средней влажности по штабелю составляет не более 2,5%; перепад влажности по толщине пиломатериала не превышает 2%. Кроме того, не наблюдается заметных изменений цветовой гаммы высушенной древесины, что особенно важно в отношении дубовых материалов.

#### Основные технические данные универсальной вакуумной сушильной камеры

Габаритные размеры штабеля, м	6,2x1x1
Объем разовой загрузки усл. пиломатериала, м <sup>3</sup>	3,2
Конечная влажность древесины, %	6–8
Вакуумный насос ВВН1-6:	
мощность электродвигателя, кВт	9
производительность, м <sup>3</sup> /ч	372
Центробежный вентилятор № 6:	
мощность электропривода, кВт	10
скорость циркуляции воздуха в камере, м/с	4,0–5,5
Продолжительность сушки древесины, сут.:	
мягких пород	2–4
твердых пород	7–11
Габаритные размеры камеры с рельсовыми путями для загрузки и выгрузки, м:	
длина	14,5
ширина	3,2
высота	2,75

#### Выводы

1. Наиболее перспективны два известных вакуумно-конвективных способа сушки пиломатериалов: при осуществлении процесса по одному из них теплоту к высушиваемому материалу подводят периодически (каждый раз – после очередной стадии вакуумирования сушильной камеры), а по другому – непрерывно.

2. Разновидность первого способа, отличающаяся тем, что прогрев высушиваемого материала осуществляется в среде перегретого водяного пара, особенно подходит для разработки процессов сушки пиломатериалов из древесины ценных твердых пород.

3. Второй способ вполне подходит для разработки про-

цессов сушки пиломатериалов из древесины мягких пород.

4. Спроектирована и создана универсальная вакуумная сушильная камера: она позволяет проводить процессы сушки пиломатериалов различных сортов как по первому, так и по второму способу.

5. Предлагаемая универсальная вакуумная сушильная камера позволяет проводить процессы сушки пиломатериалов из древесины различных пород более быстро (в сравнении с проведением сушки тех же материалов в традиционных конвективных сушилках) – величины показателей качества материалов при сушке не ухудшаются.

### Список литературы

1. Пат. 2186305 РФ, F26 В 5/04, 7/00. Способ сушки пиломатериалов / Р.Р.Сафин, Р.Г.Сафин, В.А.Лашков, Р.А.Ильязов, Н.Г.Хайруллин. – Заявл. 27.07.2000.

2. Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Г. Исследование конвективной сушки пиломатериалов при стационарном пониженном давлении // Строение, свойства и качество древесины – 2004: Тр. IV междунар. симпоз. РКСД. Т. 2. – СПб.: СПбГЛТА, 2004. – С. 523–526.

3. Пат. 2156934 РФ, F26 В 9/06, 5/04. Установка для сушки древесины / Р.Р.Сафин, Р.Г.Сафин, В.А.Лашков, Г.Н.Фиров, Т.А.Фёдорова. – Заявл. 27.11.2000.

УДК 674.093.2.06

## ВЫХОД ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ НЕОБРЕЗНЫХ, ВЫПИЛЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

**В. Г. Уласовец**, канд. техн. наук – Уральский государственный лесотехнический университет

Размеры и форма необрезных досок зависят от места их расположения по отношению к вершинному торцу бревна, способа распиловки брёвен и формы образующей боковую поверхность бревна. При равных величинах толщины и длины необрезной доски и получаемой из неё прямоугольной обрезной – объёмный выход обрезных досок  $\eta_o$  вычисляются по формуле

$$\eta_o = (b_o/b_n)100\%, \quad (1)$$

где  $b_o$  – ширина обрезной доски;  
 $b_n$  – ширина исходной необрезной доски.

Определим  $\eta_{o,1}$  ( $\eta_o$  при использовании необрезных досок 1-го вида – досок, выпиленных параллельно продольной оси бревна) и  $\eta_{o,2}$  ( $\eta_o$  при использовании необрезных досок 2-го вида – досок, выпиленных параллельно боковой образующей бревна). Поясним обозначения, принятые на рис. 1 и рис. 3:  $r$  – радиус вершинного торца

бревна;  $r_p$  – расчётный радиус сечения на середине длины бревна;  $e_{вн}$  – расстояние от центра вершинного торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски;  $e_{ср,1}$  – расстояние от центра вершинного торца бревна до середины толщины выпиливаемой доски;  $e_{ср,2}$  – расстояние от центра сечения расчётного диаметра бревна до середины толщины выпиливаемой доски;  $a$  – толщина выпиливаемой доски;  $y$  – припуск на усушку по толщине доски;  $b_{n,1}$  – средняя ширина исходной необрезной доски 1-го вида;  $b_{o,1}$  – ширина прямоугольной обрезной доски при использовании необрезной доски 1-го вида;  $T = 2r(K - 1)$  – величина смещения геометрических центров вершинного и комлевого торцов бревна при распиловке параллельно его образующей (по сбегу), где  $K$  – коэффициент сбега бревна;  $b_{o,2}$  – ширина прямоугольной обрезной доски при использовании необрезной доски 2-го вида;  $b_{n,2}$  – средняя ширина исходной необрезной доски 2-го вида.

Обозначим отношение толщины доски (с припуском на усушку по её толщине) к диаметру вершинного торца бревна через  $N$ :  $N = (a + y)/2r$ , откуда  $(a + y) = 2rN$ .

Ширину прямоугольных обрезных досок в обоих способах распиловки брёвен рассчитывают по формуле

$$b_o = b_{o,1} = b_{o,2} = 2r\sqrt{1 - (e_{вн}/r + 2N)^2}. \quad (2)$$

**Использование необрезных досок 1-го вида (рис. 1).** Среднюю ширину необрезной доски вычисляем по следующим формулам:

– для брёвен с формой ствола в виде усечённого параболоида

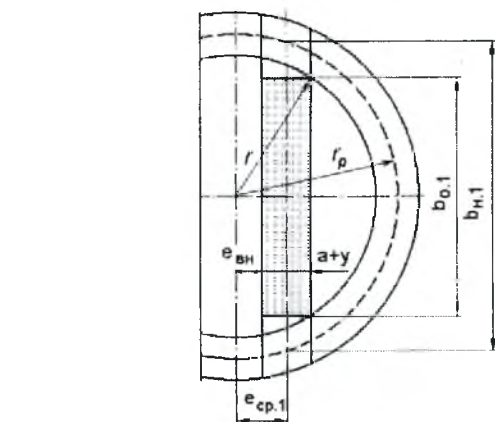


Рис. 1. Распиловка бревна параллельно его продольной оси – для получения необрезных досок 1-го вида

$$b_{n,1} = 2r\sqrt{0,5(K^2 + 1) - (e_{вн}/r + N)^2}, \quad (3)$$

– для брёвен с формой ствола в виде усечённого конуса

$$b_{н.1к} = 2r\sqrt{0,25(K+1)^2 - (e_{вн}/r + N)^2} \quad (4)$$

По сочетанию выражения (1) и формул (2) и (3) для брёвен, имеющих форму ствола, приравненную к усечённому параболоиду, построены (рис. 2) графики зависимости  $\eta_{о.1п}$  от отношения  $e_{вн}/r$  – показателя расположения доски в поставе – при значениях  $K$  от 1,05 до 1,5 и  $N$ , равных 0,05 и 0,2.

Анализ сочетания выражения (1) и формул (2), (3), (4), а также графиков рис. 2 показывает следующее:

1. Величины  $\eta_{о.1п}$  и  $\eta_{о.1к}$  есть функция трёх аргументов: отношения  $e_{вн}/r$ ,  $N$  и  $K$ .

2. При увеличении каждого из этих аргументов – при постоянных величинах двух других –  $\eta_{о.1п}$  и  $\eta_{о.1к}$  снижаются. Так, при  $e_{вн}/r = 0,5$  и  $K = 1,2$  – при увеличении  $N$  от 0,05 до 0,15  $\eta_{о.1п}$  снижается с 83,52 до 67,19%, а  $\eta_{о.1к}$  – с 83,98 до 67,61%. При  $K = 1,25$  и  $N = 0,1$  – при увеличении  $e_{вн}/r$  от 0,1 до 0,4  $\eta_{о.1п}$  снижается с 85,62 до 78,78%, а  $\eta_{о.1к}$  – с 86,17 до 79,38% (из-за возрастания  $K_{д1}$  – коэффициента сбеге необрезной доски 1-го вида – с 1,255 до 1,306, обуславливающего соответствующее возрастание  $\eta_p$  – объёмного выхода реек при обрезке). При  $N = 0,2$  и  $e_{вн}/r = 0,3$  – при увеличении  $K$  от 1,05 до 1,35  $\eta_{о.1п}$  снижается с 79,78 до 66,27%, а  $\eta_{о.1к}$  – с 79,81 до 67,16% (из-за возрастания  $K_{д1}$  с 1,059 до 1,407, обуславливающего соответствующее возрастание  $\eta_p$ ).

3. Если величина  $a$  постоянна, то с увеличением диаметра вершинного торца бревна уменьшаются величина  $N$  и величина  $\eta_p$ . Поэтому  $\eta_{о.1п}$  и  $\eta_{о.1к}$  возрастают. Например, для досок толщиной 40 мм, выпиливаемых при  $e_{вн}/r = 0,25$  из брёвен с  $K = 1,3$ , при увеличении диаметра

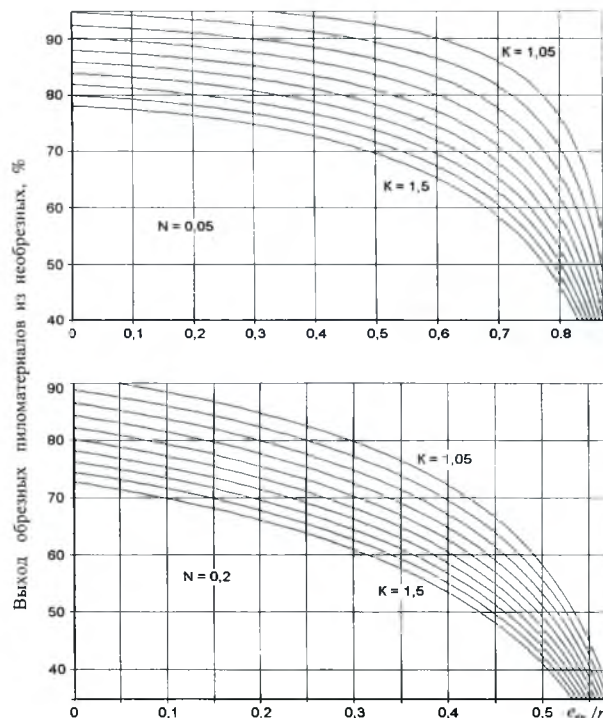


Рис. 2. Графики зависимости объёмного выхода обрезных досок из необрезных досок 1-го вида от  $e_{вн}/r$  – при значениях  $K$  от 1,05 до 1,5 и  $N$ , равных 0,05 и 0,2

ра брёвен с 30 до 50 см величина  $N$  уменьшается с 0,133 до 0,08, а  $\eta_{о.1п}$  возрастает с 83,63 до 85,31%,  $\eta_{о.1к}$  – с 84,35 до 86,04%.

**Использование необрезных досок 2-го вида** (рис. 3). Для брёвен, форма боковой поверхности ствола которых приравнена к усечённому параболоиду или усечённому конусу,

$$e_{сп.2} = e_{вн} + (r_p - r) + Nr$$

Рассчитаем среднюю ширину необрезной доски:

– для брёвен с формой ствола в виде усечённого параболоида

$$b_{н.2п} = 2r\sqrt{0,5(K^2+1) - \left\{ (e_{вн}/r + N) + \sqrt{0,5(K^2+1) - 1} \right\}^2} \quad (5)$$

– для брёвен с формой ствола в виде усечённого конуса

$$b_{н.2к} = 2r\sqrt{0,25(K+1)^2 - \left[ (e_{вн}/r + N) + 0,5(K-1) \right]^2} \quad (6)$$

На рис. 4 представлены построенные по сочетанию выражения (1) и формул (2) и (5) графики зависимости  $\eta_{о.2п}$  от отношения  $e_{вн}/r$  – показателя расположения необрезной доски в поставе – при значениях  $K$  от 1,05 до 1,5 и  $N$ , равных 0,05 и 0,2 (для брёвен, имеющих форму ствола, приравненную к усечённому параболоиду).

Анализ сочетания выражения (1) и формул (2), (5), (6), а также графиков рис. 4 показывает следующее:

1. Величины  $\eta_{о.2п}$  и  $\eta_{о.2к}$  есть функции трёх аргументов: отношения  $e_{вн}/r$ ,  $N$  и  $K$ .

2. При увеличении каждого из этих аргументов – при постоянных величинах двух других –  $\eta_{о.2п}$  и  $\eta_{о.2к}$  снижаются. Так, при  $e_{вн}/r = 0,5$  и  $K = 1,2$  – при увеличении  $N$  от 0,05 до 0,15  $\eta_{о.2п}$  снижается с 89,92 до 74,38%, а  $\eta_{о.2к}$  – с 90,15 до 74,56% (из-за снижения ширины необрезной и обрезной досок и соответствующего возрастания  $\eta_p$ ). При  $K = 1,25$  и  $N = 0,1$  – при увеличении  $e_{вн}/r$  от 0,1 до 0,4  $\eta_{о.2п}$  снижается с 88,15 до 85,19%, а  $\eta_{о.2к}$  – с 88,57 до 85,52% (при снижении  $K_{д2}$  – коэффициента сбеге необрезных досок 2-го вида с 1,198 до 1,16). При  $N = 0,2$  и  $e_{вн}/r = 0,3$  – при увеличении  $K$  от 1,05 до 1,35  $\eta_{о.2п}$  снижается с 81,11 до 73,74%, а  $\eta_{о.2к}$  с 81,12 до 74,25% (из-за возрастания  $K_{д2}$  с 1,035 до 1,225, обуславливающего соответствующее возрастание  $\eta_p$ ).

3. При постоянной толщине выпиливаемой доски  $a$  с увеличением диаметра бревна уменьшаются величина

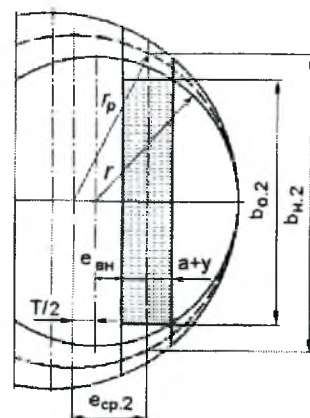


Рис. 3. Распиловка бревна параллельно его образующей – для получения необрезных досок 2-го вида

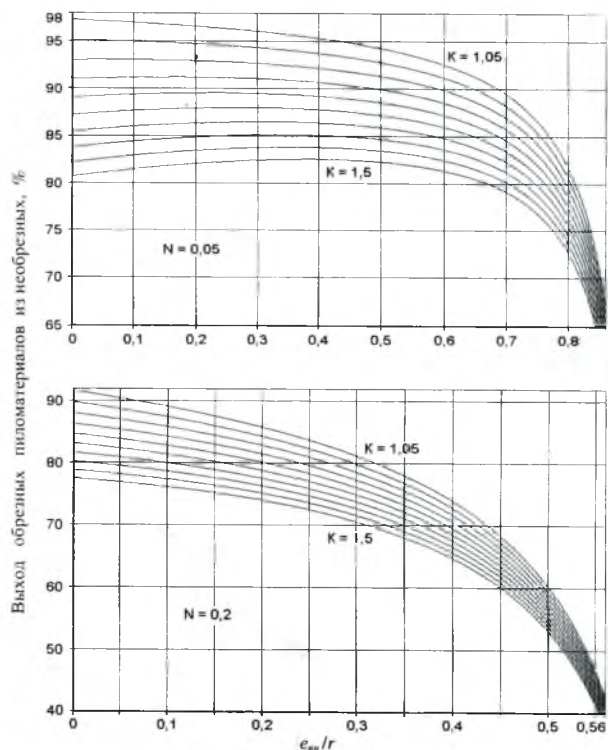


Рис. 4. Графики зависимости объёмного выхода обрезных досок из необрезных досок 2-го вида от  $e_{vh}/r$  – при значениях  $K$  от 1,05 до 1,5 и  $N$  равных 0,05 и 0,2

отношения  $a/d$  ( $d$  – диаметр вершинного торца бревна) и, как следствие, относительный объём реек, так что  $\eta_{0,2}$  увеличивается. Например, при выпиливании досок толщиной 40 мм при  $e_{vh}/r = 0,25$  из брёвен диаметром от 30 до 50 см с  $K = 1,3$  величина отношения  $a/d$  уменьшается с 0,133 до 0,08, а объёмный выход обрезных пиломатериалов из необрезных возрастает:  $\eta_{0,2п}$  – с 85,88 до 86,99, а  $\eta_{0,2к}$  – с 86,46 до 87,61%.

4. При больших величинах  $K$  и величинах  $N$ , составляющих не более 0,1, при увеличении отношения  $e_{vh}/r$  в довольно широком диапазоне, начинающемся с нуля, – при постоянных величинах  $N$  и  $K$  –  $\eta_{0,2п}$  и  $\eta_{0,2к}$  возрастают.

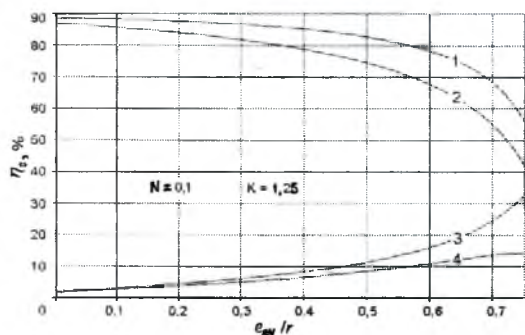


Рис. 5. Изменение объёмного выхода обрезных пиломатериалов из необрезных:

1 – при распиловке бревна параллельно его образующей; 2 – при распиловке бревна параллельно продольной оси; 3 – относительная разность между объёмными выходами обрезных пиломатериалов в сравниваемых способах распиловки брёвен; 4 – разность между объёмными выходами обрезных пиломатериалов в сравниваемых способах распиловки брёвен

Так, при  $K = 1,5$  и  $N = 0,05$  при увеличении отношения  $e_{vh}/r$  в диапазоне от 0 до 0,3 (при расчёте охвачены следующие значения  $e_{vh}/r$ : 0; 0,1; 0,2; 0,3)  $\eta_{0,2п}$  возрастает с 80,72 до 82,48% (80,72; 81,52; 82,11; 82,48%), а  $\eta_{0,2к}$  – с 81,99 до 83,58% (81,99; 82,73; 83,27; 83,58), причём величина  $\eta_{0,2п}$  максимальна (82,59%) при величине  $e_{vh}/r$ , составляющей 0,38–0,39, а величина  $\eta_{0,2к}$  максимальна (83,64%) при величине  $e_{vh}/r$ , составляющей 0,36–0,37.

Относительную разность объёмного выхода обрезных пиломатериалов (показатель значимости разности между  $\eta_{0,2}$  и  $\eta_{0,1}$ ) в исследуемых способах распиловки брёвен вычисляли по формуле

$$P_0 = \frac{V_{0,2} - V_{0,1}}{V_{0,1}} 100\%, \quad (7)$$

где  $V_{0,1}$  – объём обрезной доски, выработанной из необрезной доски 1-го вида;

$V_{0,2}$  – объём обрезной доски, выработанной из необрезной доски 2-го вида.

На рис. 5 в качестве примера представлены графики зависимости  $P_0$  от отношения  $e_{vh}/r$  – при  $K = 1,25$  и  $N = 0,1$  (форма бревна – усечённый параболоид).

Анализ графиков рис. 5 позволяет отметить следующее:

1. При увеличении отношения  $e_{vh}/r$   $P_0$  возрастает. Например, при  $K = 1,2$  (форма бревна приравнена к усечённому параболоиду) и  $N = 0,05$  – с увеличением отношения  $e_{vh}/r$  от 0 до 0,8  $P_0$  возрастает с 0,89 до 26,92%.

2. Разность между  $\eta_{0,2}$  и  $\eta_{0,1}$  возрастает при увеличении  $N$ , а также при удалении выпиливаемых досок от центра вершинного торца бревна. Например, если при распиловке брёвен с формой ствола, приравненной к усечённому параболоиду,  $K = 1,25$  и  $e_{vh}/r = 0,15$ , то при увеличении  $N$  с 0,1 до 0,3 исследуемая разность возрастает с 3,06 до 4,44%, а если  $N = 0,1$ , то при увеличении отношения  $e_{vh}/r$  с 0,05 до 0,7 она возрастает с 2,02 до 13,41%.

### Выводы

1. При распиловке брёвен параллельно продольной оси и параллельно образующей объёмный выход обрезных досок из необрезных есть функция трёх аргументов: отношения  $e_{vh}/r$ ,  $N$  и  $K$ . Он снижается, если: уменьшается диаметр брёвен; увеличивается расстояние от центра вершинного торца бревна до выпиливаемой доски; увеличивается толщина выпиливаемой доски; увеличивается коэффициент сбега бревна.

2. При раскрое брёвен с формой ствола, приравненной к усечённому конусу, объёмный выход обрезных досок из необрезных всего на 1% (не более) превышает величину того же показателя при распиловке брёвен с формой ствола, приравненной к усечённому параболоиду. Это можно объяснить тем, что объём необрезных досок во втором случае несколько больше из-за большего объёма сбеговой зоны, которая при обрезке попадёт в рейки.

3. Для предприятий, вырабатывающих длинномерные обрезные доски и заготовки, более предпочтительно вести распиловку брёвен параллельно образующей: объёмный выход обрезных пиломатериалов из необрезных, выпиленных из бревна параллельно его образующей, больше, чем при использовании аналогичных по толщине и расположению в поставке необрезных досок,

выпиленных параллельно продольной оси бревна.

4. Способ раскря брёвен значительно влияет на объёмный выход обрезных досок из необрезных, что необходимо учитывать в практике лесопиления не только при определении технологии раскря, но и при выборе как основного бревнопильного оборудования, так и оборудования для утилизации кусковых отходов.

УДК 674.093.4.004.3

## ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫПУСКА ПАКЕТОСПОСОБНЫХ ПАРТИЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ, РАССОРТИРОВАННЫХ ПО ДЛИНАМ

**Д. В. Иванов**, канд. техн. наук – Архангельский государственный технический университет

В настоящее время к товарным относят пиломатериалы, рассортированные по сечению, сорту и длине, высушенные до транспортной влажности, уложенные в пакеты одной длины, замаркированные, увязанные лентой и упакованные в водонепроницаемую бумагу.

Заключительная операция процесса производства пиломатериалов – обработка досок-полуфабрикатов, которая обеспечивает получение досок стандартной длины. Её проводят на торцовочных установках (позиционного или проходного типа [1]) или на специализированном оборудовании (ТМУ "Рауте", "План-Селл"). При этом каждую доску обрабатывают индивидуально.

Главный фактор, определяющий длину досок в заданном поставе для заданного диаметра бревна, – это длина бревна. Длину пиломатериалов определяют при расчёте поставов для заданных диаметра и длины бревна с учётом толщины пил.

В реальных условиях на формирование длины доски влияют следующие основные факторы: отклонения фактического диаметра бревна от номинального в группе пиловочных брёвен; припуски по длине брёвен; кривизна брёвен; смещения при распиловке брёвен и брусьев относительно оси поставы; качество сырья и наличие недопустимых для определённого сорта досок пороков древесины (обзола, сучков, трещин, гнили, синевы). По данным архангельских предприятий (Лесопильного завода № 3 и ЛДК-3), в результате обработки длина доски уменьшается по сравнению с длиной бревна на 15–20%.

Для формирования пакетов готовых досок, рассортированных по длинам, используют разнотипное специальное оборудование (линии для торцовки, сортировки и пакетирования пиломатериалов – "План-Селл", БСП ЦНИИМОД и установки для сортировки пиломатериалов по длинам – УСД "Сатеко", УСД-18 и др. [1]). Операции по транспортировке пакетов досок осуществляют с помощью автопогрузчиков, автолесовозов и тягачей с прицепами.

Различные вопросы организации отдельных участков дообработки пиломатериалов и их подготовки к отгрузке рассмотрены в работах Р.Е.Калитеевского (СПбГЛТА), В.Г.Турушева, В.Д.Иванова, В.Ф.Щеглова,

### Список литературы

1. Аксёнов П.П. Теоретические основы раскря пиловочного сырья. – М.– Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 216 с.
2. Уласовец В.Г. Сравнительный анализ двух способов распиловки брёвен на необрезные пиломатериалы // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2005. – № 1. – С. 5–7.

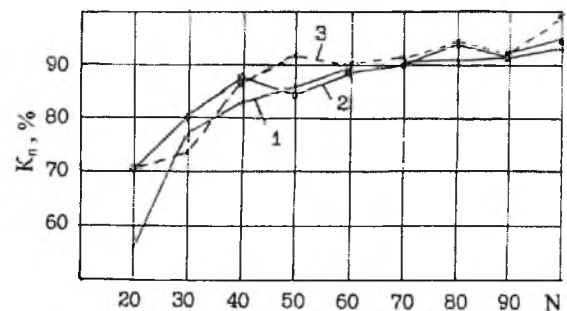
А.П.Елукова, А.М.Тюкавина (ЦНИИМОД), С.Н.Рыкунина, В.С.Шалаева (МГУЛ) и др.

При пакетной поставке пиломатериалов, рассортированных по длине, важное значение имеет характер распределения досок по длинам, что зависит от длины брёвен и положения досок в поставе.

Автором на ряде архангельских лесозаводов (№ 2, № 3, СЛДК, Кегостровском ЛЗ) были проведены опытные распиловки брёвен, значительно различающихся по длине, для установления характера распределения досок по длинам. Длина брёвен, поступающих на распиловку, обычно составляет 4,0–6,5 м. По положению в поставе доски подразделяются на следующие группы: центральные и сердцевинные ( $C/d < 0,7$ ); боковые ( $C/d = 0,7-0,9$ ); крайние боковые ( $C/d > 0,9$ ). Здесь  $C$  – расстояние от центра вершинного торца бревна до внутренней пласти доски, а  $d$  – вершинный диаметр бревна.

Характер рассеивания пиломатериалов по длинам для брёвен длиной 4,0; 5,2; 6,1 м приведён в [2]. Ранее [3] была установлена связь между спецификациями по длинам брёвен и выпиливаемых из них досок.

Пакетоспособность партии пиломатериалов зависит от её объёма, размеров сечения транспортных пакетов,



Кривые зависимости коэффициента полноты пакетирования партии досок  $K_n$  от числа пакетов досок, подаваемых на сортировку по длине, N:

1 – центральные доски; 2 – боковые доски; 3 – крайние боковые доски



дробности сортировки по длинам, распределения пиломатериалов по длинам или группам длин.

Размеры поперечного сечения пакетов определены ГОСТ 16369–80 "Лесоматериалы. Размеры транспортных пакетов" – с учётом габаритных размеров железнодорожного и автомобильного транспорта. Поскольку в последнее время быстро растёт объём международных и внутренних контейнерных перевозок, то в работах автора [4, 5] предлагается размеры поперечного сечения транспортных пакетов увязать с размерами контейнеров (IC; IA; УК-30; УК-60). Размеры сечений пакетов кратны размерам контейнеров:

$$F_n = F_k M_c = F_k M_{ш} M_n$$

где  $F_n, F_k$  – площади поперечного сечения транспортного пакета и контейнера соответственно,  $m^2$ ;

$M_c, M_{ш}, M_n$  – модули кратности сечения пакета, по ширине и высоте пакета соответственно.

Величины модулей таковы: 1,0; 0,5; 0,33; 0,25; 0,125; 0,110; 0,0625; 0,0550; 0,0312; 0,0275; 0,0156.

Формулы для расчёта минимального размера партии досок

$$M_{min} = 100(Z_d / P_{min}) \text{ шт.},$$

$$Q_{min} = 100F_n(L_d / P) m^3,$$

где  $Z_d$  – количество досок в пакете, шт.;

$P$  – удельное содержание досок определённой длины в партии, %;

$L_d$  – длина досок, м.

Показателем пакетоспособности партии пиломатериалов является коэффициент полноты пакетирования ( $K_n$ , %), представляющий собой долю полных пакетов в пропускаемой партии. По рекомендации ISO пакетоспособной считается партия, из которой формируется 80–85% полных пакетов. Результаты расчёта величин  $K_n$  партий, состоящих из разного количества подаваемых пакетов (равных по объёму формируемым пакетам), для центральных и боковых досок – для среднего по АО "Северолесозэкспорт" соотношения по длинам для центральных и боковых досок – приведены на рисунке. Анализ графиков этого рисунка показывает следующее: при проведении сортировки досок по всем длинам – для обеспечения  $K_n = 85\%$  необходимо подавать на сортировку не менее 60 пакетов центральных досок и не менее 40 пакетов боковых досок. Около 15–20% (а при малых партиях – до 30–40%) досок остаются в неполных пакетах в виде остатков.

Улучшить пакетоспособность партии пиломатериалов можно путём увеличения объёма пакетируемой партии, сокращения количества длин формируемых пакетов, укладки в один пакет пиломатериалов 2–3 соседних длин, уменьшения размеров поперечного сечения пакетов. Анализ коносаментов показывает, что преобладают партии пиломатериалов объёмом 300–500  $m^3$  (60%), партии большего объёма – это лишь 15%.

Для сокращения количества длин формируемых пакетов А.В.Грачёв (СПБЛТА) и В.И.Барашиков (УЛТИ) [4] предложили использовать сокращённые ряды длин пакетов пиломатериалов: R21 и R22 с градацией 0,6 м; R31, R32, R33 – с градацией 0,9 м. Расчёты эффекта этого

предложения показывают: при объёмах пакетирования от 50 до 60 пакетов  $K_n$  может значительно возрасти – до 96,52% для ряда R21 и до 97,37% для ряда R22. А величины  $K_n$  равной 85%, можно достичь и при значительно меньших объёмах пакетирования: при градации 0,6 м – при партиях в 20–30 пакетов, а при градации 0,9 м – в 15–20 пакетов. Однако при этом выход пиломатериалов снижается: для ряда R21 – на 3,46 и для ряда R22 – на 2,63%.

Из остатков могут быть сформированы пакеты меньших размеров. Например, при сортировке 60 пакетов с  $K_n = 86,7\%$  остаётся первичный остаток в 13,3%. Если формировать из него половинные пакеты ( $M_n = 0,5$ ), то получим малые пакеты (6,67%) и вторичный остаток в 6,63%, а  $K_n$  увеличится до 93,3%. Если из первичного остатка формировать пакеты высотой в 1/3 высоты основного пакета ( $M_n = 0,33$ ), то получим 10% малых пакетов и вторичный остаток в 3,3%, т.е.  $K_n$  достигнет 96,7%. А при формировании из первичного остатка пакетов 2–3 соседних длин пиломатериалов (с их укладкой слой за слоем) можно получить 11,6% полных пакетов и вторичный остаток всего в 1,7%, т.е.  $K_n$  увеличится до 98,3%.

Знание  $Q_{min}$  (минимальной величины объёма партии досок) позволяет рассчитать объёмы пиломатериалов, которые необходимо подавать на сортировку по длинам и пакетирование, на окончательную торцовку (ТМУ), на выпилровку в лесопильном цехе, а также объёмы пиловочных брёвен, необходимых для подачи в лесопильный цех и на сухопутную сортировку.

Общий объём пакетов пиломатериалов, подлежащих обработке на ТМУ (БСП) и выпилровке в лесопильном цехе для получения на установке СД пакетоспособной партии досок  $i$ -го сорта,

$$V_d = (Q_{min} 100 / Q_{ди}) K_{зап}.$$

Объём пиловочных брёвен, которые необходимо подать в лесопильный цех для получения на СД пакетоспособной партии досок  $i$ -го сорта,

$$V_b = (Q_{min} 100 \cdot 100 / Q_{ди} Q_d) K_{зап}.$$

Объём брёвен, которые необходимо подать на сортировку пиловочника для получения на СД пакетоспособной партии досок  $i$ -го сорта,

$$V_{бi} = (Q_{min} 100 \cdot 100 \cdot 100 / Q_{ди} Q_d D_{би}) K_{зап}.$$

В приведённых формулах:

- $Q_{ди}$  – норматив выхода досок  $i$ -го сорта, %;
- $Q_d$  – норматив выхода досок при распиловке брёвен, %;
- $D_{би}$  – доля брёвен  $i$ -го диаметра в общем объёме сырья, %;
- $K_{зап}$  – коэффициент запаса (принимается равным 1,1–1,3).

Величины объёмов подачи досок на обработку на линиях и сортировку по длинам должны согласовываться с производительностью и режимами работы линий. При превышении производительности установки СД минимального объёма партии комплектуются запасы пиломатериалов одного сорторазмера. Расчёт производительности линий и необходимых запасов досок для их работы – при различном количестве пропускаемых сечений – рассмотрен в работах [7, 8].

### Заключение

Знание прогнозного характера распределения пиломатериалов по длинам позволит составлять рациональные планы размещения пакетов досок, подлежащих транспортировке, в закрытых складах, железнодорожных вагонах, в морских и речных судах.

### Список литературы

1. Турушев В.Г., Иванов Д.В. Технология и оборудование для обработки пиломатериалов и подготовки их к реализации: Учеб. пособ. – Архангельск: АГТУ, 2002. – 120 с.
2. Иванов Д.В. Влияние различных факторов на формирование длины пиломатериалов // Технологические процессы и оборудование лесопильно-деревообрабатывающих производств: Сб. – Архангельск: АГТУ, 1999.
3. Иванов Д.В. Связь спецификаций по длинам пиловочного

сырья и пиломатериалов // Инф. листок № 17–98. – Архангельск: ЦНТИ, 1998.

4. Иванов В.Д., Иванов Д.В. Методологические основы определения типажа и параметров транспортных пакетов // Науч. тр. ЦНИИМОДа. – Архангельск, 1973. – Вып. 29.

5. Иванов В.Д., Иванов Д.В. Пакетоспособность партии пиломатериалов // Науч. тр. ЦНИИМОДа. – Архангельск, 1973. – Вып. 29.

6. Грачёв А.В., Барашиков В.И. Влияние величины градации длин пиломатериалов на выход продукции лесопиления // Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1987. – С. 10–13.

7. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 208 с.

8. Калитеевский Р.Е. Технология лесопиления. – М.: Лесная пром-сть, 1986.

УДК 630\*812.212

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И ЕЁ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЧНОСТИ И УПРУГОСТИ ОБРАБОТАННОГО МАТЕРИАЛА

**А.А. Филонов**, д-р техн. наук, **А.Н. Чернышёв**, канд. техн. наук – Воронежская государственная лесотехническая академия

В производстве полуфабрикатов и изделий из древесины все технологические процессы, как правило, связаны с изменением температуры и влажности древесины. В первую очередь это относится к таким процессам, как сушка, гидротермическая обработка перед гнутьём, лущением и строганием шпона, горячее прессование. Известно, что влажность древесины и её температура при термообработке влияют на показатели прочности и деформативности обработанного материала. Усушка или разбухание древесины, вызываемые изменением влажности, являются причинами возникновения в ней внутренних напряжений [1, 2]. Для расчёта величин напряжений, возникающих при сушке древесины и гнутье, необходимо знать значения её модулей упругости и предела прочности при различных значениях влажности древесины и её температуры при термообработке.

Древесные породы различаются по характеру и степени влияния влажности древесины и её температуры на свойства обработанного материала. ГОСТ 16483.3–73 и ГОСТ 16483.9–73 устанавливают величины коэффициентов для пересчёта значений предела прочности и модуля упругости с учётом влажности и плотности древесины, однако при этом не учитывается влияние температуры древесины при термообработке.

В последнее время значительно расширилось производство изделий из древесины дуба. Авторы исследовали влияние влажности древесины дуба и её температуры при термообработке на предел прочности

и модуль упругости при статическом изгибе.

В качестве объекта исследования была выбрана древесина дуба плотностью 650 кг/м<sup>3</sup>. Образцы размерами 300x20x20 мм выдерживали в климатической камере до момента достижения заданной влажности, затем их в водонепроницаемой упаковке помещали в сушильный шкаф, нагретый до заданной температуры. Подготовленные таким образом образцы испытывали в соответствии с ГОСТ 16483.3–73 и ГОСТ 16483.9–73 на статический изгиб. Усилие при изгибе прилагали в тангенциальном направлении. Влажность образцов определяли электровагомером ИВ 1-1 и весовым методом.

Эксперименты проводили по униформ-ротатабельному плану с опробованием пяти уровней каждого из двух технологических параметров (см. таблицу).

Параметр	Обозначение	Опробованные уровни параметра				
Влажность, %	W	0	5	15	25	30
Температура, °C	t	20	43	100	157	180

Путём математической обработки экспериментальных результатов и определения значимости коэффициентов были получены следующие уравнения регрессии:

для модуля упругости при статическом изгибе

$$E = 3120 - 35,7W - 3,8t + 0,5W^2 + 0,002 t^2,$$

для предела прочности при статическом изгибе

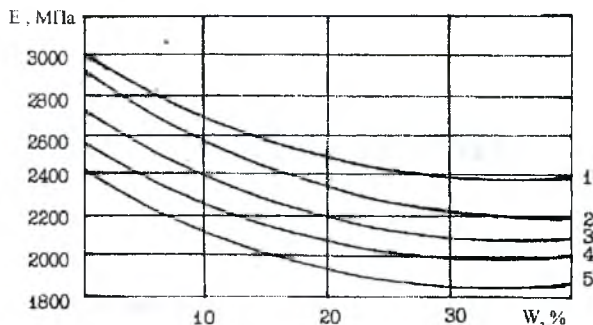


Рис. 1. Графики зависимости модуля упругости обработанной древесины дуба при статическом изгибе от её влажности — при различных значениях температуры древесины при термообработке:

1 — 20°C; 2 — 60; 3 — 100; 4 — 140; 5 — 180°C

$$\sigma_{\text{н}} = 78,95 + 1,69W - 0,231t - 0,082W^2 + 0,0035Wt.$$

На рис. 1 приведены графики зависимости модуля упругости древесины дуба от влажности (при различных значениях температуры древесины дуба при её термообработке), а на рис. 2 — графики зависимости предела прочности при статическом изгибе древесины дуба от её температуры (при различных значениях её влажности).

Как и ожидалось, при увеличении влажности древесины и её температуры при термообработке эластичность древесины повышается, а её прочность снижается.

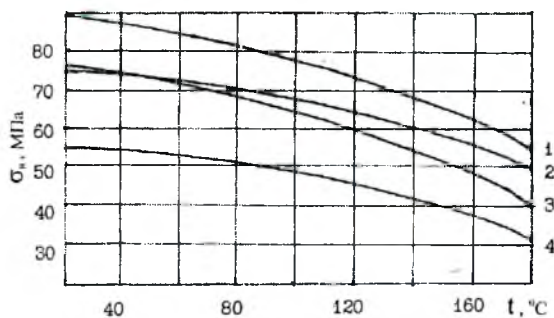


Рис. 2. Графики зависимости предела прочности обработанной древесины дуба при статическом изгибе от её температуры при термообработке — при различных значениях влажности древесины:

1 — 10%; 2 — 20; 3 — 30; 4 — 40%

Влажность древесины выше предела гигроскопичности уже не оказывает влияния на её эластичность.

При влажности древесины дуба 10% её прочность максимальна — при всех значениях температуры древесины. Высушивание древесины до абсолютно сухого состояния снижает её прочность при температуре 20°C в 1,13, при температуре 100°C в 1,2 и при температуре 180°C в 1,37 раза. Снижение прочности древесины при высушивании до абсолютно сухого состояния объясняется длительным воздействием высокой температуры, что, предположительно, частично разрушает целлюлозу — главную составную часть клеточных стенок деревьев, определяющую механические свойства древесины.

Древесина для изготовления гнутых элементов прежде всего должна быть эластична и высокопрочна при статическом изгибе.

В настоящее время в качестве оптимальных значений влажности заготовок древесины дуба (для изготовления гнутых элементов) и их температуры при термообработке приняты 25% и 100°C соответственно. Поэтому заготовки приходится пропаривать в автоклавах, что требует сложного оборудования и больших энергозатрат.

Однако анализ приведённых графиков показывает, что назначаемые величины  $W$  и  $t$  могут составлять 10% и 180°C соответственно: в этом случае значения  $E$  и  $\sigma_{\text{н}}$  подготовленных к гнутью заготовок древесины дуба будут не хуже, чем при 25% и 100°C соответственно.

## Выводы

1. Определены графики зависимости  $E$  (модуля упругости при статическом изгибе) и  $\sigma_{\text{н}}$  (предела прочности при статическом изгибе) подготовленной к гнутью древесины дуба соответственно от  $W$  (влажности древесины) и  $t$  (температуры древесины при её термообработке) — при различных величинах  $t$  и  $W$  соответственно.

Получены регрессионные уравнения для  $E$  и  $\sigma_{\text{н}}$ .

2. Анализ приведённых данных показывает: в целях упрощения технологии изготовления гнутых элементов из заготовок древесины дуба и снижения энергоёмкости этой продукции можно перейти со значений технологических параметров режима подготовки заготовок к гнутью ( $W$  и  $t$ ), составляющих 25% и 100°C соответственно, на значения 10% и 180°C.

## Список литературы

1. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине / Под ред. Б.Н.Уголева. — М.: Лесная пром-сть. 1989. — 296 с.
2. Уголев Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. — М.: Лесная пром-сть, 1971. — 176 с.

Москва  
Экспоцентр

[www.stroyarkh-expo.ru](http://www.stroyarkh-expo.ru)

13-я международная выставка

**СТРОЙИНДУСТРИЯ И  
АРХИТЕКТУРА**

31 октября - 4 ноября

Вологодская областная универсальная научная библиотека

[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)

архитектура,  
строительство,  
стройиндустрия

**2005**

УДК 674.2.06

# СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

В современных экономических условиях развития деревообрабатывающей промышленности России положительным моментом является возникновение компаний и групп, способных организовать полный технологический цикл переработки природного лесосырья – от стадии заготовки круглых лесоматериалов в экологически чистых районах до стадии выпуска всевозможных столярных изделий. Такие производства обеспечены высокоэффективным оборудованием (преимущественно импортным) для распиловки брёвен и сушки пиломатериалов. Высушенные пиломатериалы (из древесины ели, сосны, осины, дуба) являются высококачественным исходным сырьём для выработки разнообразной столярной продукции: дверей, окон, перегородок, арок, паркетных досок, стеновых панелей, досок для пола, решёток, плинтусов, других погонажных изделий.

Многочисленные деревообрабатывающие предприятия России выпускают – по отечественным и зарубежным технологиям – деревянные межкомнатные двери (дверные полотна). При использовании зарубежных (итальянских, германских, испанских) технологий может осуществляться импорт соответствующего оборудования (рис. 1), исходных материалов и комплектующих для дверных полотен. Для обработки массивной древесины также используют станки германских фирм "Вайниг", "Грекон", "Димтер". Современные роботизированные технологии обеспечивают стабильно высокое качество продукции. Впервые в Рос-

сии на основе зарубежной технологии пущен лакокрасочный комплекс, сравнимый с лучшими европейскими аналогами (рис. 2). Уникальное высокоэффективное оборудование позволяет выполнять работу любой сложности. Компьютеризированная техника исключает возможность осуществления отрицательного влияния человеческого фактора на процесс производства.

Многочисленные модели дверных полотен. Они различаются по конструкции, форме и размерам отдельных элементов, по материалам, из которых изготовлены последние, методу соединения элементов, виду обработки и отделки и др. Межкомнатные дверные полотна некоторых типов по ГОСТ 475–78 и ГОСТ 6629–88 показаны на рис. 3 (см. 2-ю стр. обложки).

Межкомнатные двери щитовой конструкции с глухим полотном (рис. 4) представляют собой раму (каркас), выполненную из массивной древесины той или иной хвойной породы, – рама покрыта ДВП средней плотности (МДФ) или ДСП. Для изготовления каркаса используют также LVL-брус, склеенный из нескольких (до 10) тонких слоёв хвойной древесины. Такая дверь прочнее и жёстче двери, каркас которой выполнен из массивной древесины. Внутреннее пространство дверного полотна при этом заполняют специальным профилированным сотообразным картоном. Кроме последнего в конструкции дверного полотна применяют наполнитель из массивной древесины хвойных пород (рис. 5). Использование облицо-

вочных полотен из МДФ обеспечивает нужную жёсткость конструкции и устойчивость к воздействию влажности.

Двери могут быть окрашены, облицованы натуральным шпоном ценных пород или синтетическими плёнками. Процесс окраски дверного полотна по технологии многослойной отделки включает следующие операции: нанесение трёх слоёв упрочняющего грунта; нанесение рисунка (текстуры древесины) поверхности; нанесение двух слоёв лака (акрилового) или красок на водной основе. Дверные полотна щитовой конструкции можно легко преобразовать в филёнчатые путём наложения на деревянный каркас штампованной плиты с филёнками.

Глухие и под стекло филёнчатые межкомнатные дверные полотна могут быть изготовлены полностью из массивной древесины хвойных пород (сосны, ели). В Прибайкалье, где сосредоточены большие запасы сибирской лиственницы, развито производство дверных полотен из массивной древесины этой породы. Древесина сибирской лиственницы по прочности сопоставима с древесиной дуба, поэтому она устойчива к механическим воздействиям. Высушенная древесина лиственницы и изделия из неё не подвержены гниению, она хорошо противостоит воздействию воды и является хорошим поделочным материалом. Аналогичным образом каркасы дверных полотен могут быть изготовлены также и из массивной древесины ценных пород с использованием в качестве фи-



Рис. 1. Общий вид линии для производства дверных полотен



Рис. 2. Общий вид линии для отделки дверных полотен

лётки МДФ, облицованной строганным шпоном той же ценной породы. Дверные полотна из массивной хвойной древесины тонируют, лакируют или обрабатывают щёткой (при этом сохраняется естественный рисунок поверхности), а также окрашивают в белый цвет. Каркасы дверных полотен, изготовленные из массивной древесины ценных пород, и филёнку из МДФ облицовывают строганным шпоном. Затем полотна шлифуют, заполняют порозаполнителем, сушат, наносят краситель, покрывают двумя слоями грунта и повторно шлифуют. На подготовленную таким образом поверхность наносят два слоя высокопрочного полиуретанового лака.

Вариант конструкции филёчатых дверей показан на рис. 6. Здесь каркас дверного полотна выполнен из брусков соснового пиломатериала, соединённых на микрошип, – такой каркас прочен, а также устойчив к колебаниям температуры и влажности окружающей среды. Филёнка представляет собой мебельный шит

(сосновые рейки, облицованные дубовым строганным шпоном). Филёнка имеет раскладку из массивной древесины сосны или дуба, а каркас – фиксирующую базовую фанеровку из фанеры высших сортов толщиной 4–6 мм, облицованную дубовым шпоном.

В комплект межкомнатной двери входят дверное полотно, коробка, наличники на две стороны двери (рис. 7). Коробку и наличники изготавливают из пиломатериала и МДФ, а отделывают (окрашивают, облицовывают) в соответствии с особенностями выбранной модели дверного полотна.

Филёнки дверного полотна могут быть объёмными, плоскими (фрезерованными по дверному полотну), с имитацией раскладками, а по форме – различной конфигурации (прямоугольными, криволинейными). Раскладки (штапик) выполняют роль декоративных элементов на поверхности дверного полотна, подчёркивая контуры филёнки и остекления. Штапик изготавливают или из массивной древесины различных пород (берёзы, сосны, дуба), или из МДФ. Его тонируют, облицовывают натуральным или синтетическим шпоном, лакируют или окрашивают.

Для остекления дверных полотен используют стекло (отечественного или зарубежного производства) того или иного вида: бесцветное (прозрачное), матовое, тонированное, с декоративной гравировкой, рельефное, мелковитражное. Разнообразные витражи изготавливают в размер дверного полотна – с выполнением элементов декора и фьюзинга.

В настоящее время в России расширяется производство деревянных межкомнатных дверей различных конструкций и вариантов внешнего вида. Необходимо отметить: в условиях эксплуатации двери должны быть не только высокоэстетичными, но и пожаробезопасными. Учитывая это, отечественные деревообраба-

вающие предприятия осваивают производство пожаробезопасных (усиленных дымогазонепроницаемых) деревянных межкомнатных дверей, величина предела огнестойкости которых не ниже уровня требований класса Е1-30. Такие двери: одно- и двупольные, глухие и остеклённые огнестойким армированным стеклом – предназначены для эксплуатации в жилых и общественных зданиях. Освоен выпуск пожаробезопасных (усиленных дымогазонепроницаемых) деревянных входных дверей, устойчивых к взлому.

В целях обеспечения повышенной пожаро- и взломобезопасности входных дверей их изготавливают на основе металлической конструкции. При этом внутреннюю (комнатную) панель дверного полотна изготавливают – филёчатой или гладкой – из массивной древесины и других древесных материалов, облицованных строганным шпоном ценных пород или синтетическими плёнками (рис. 8).

Растёт спрос на межкомнатные (внутриофисные) перегородки. Они позволяют не только визуально увеличить пространство, но и трансформировать интерьер. Конструкции перегородок могут быть различными, как и материалы, из которых они сделаны (рис. 9). В основе конструкции любого типа лежит

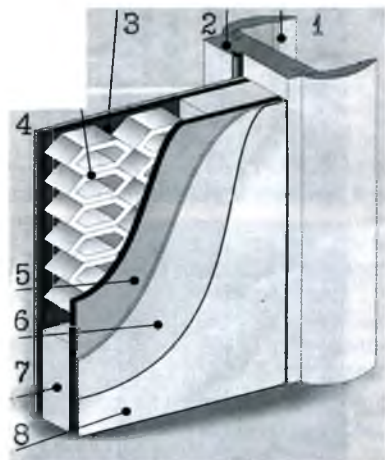


Рис. 4. Глухое полотно щитовой конструкции с дверной коробкой и наличниками:

1 – наличник; 2 – дверная коробка; 3 – слой клея; 4 – сотовый наполнитель; 5 – ДВП; 6 – облицовочный шпон; 7 – каркас из хвойного бруса; 8 – лаковое покрытие

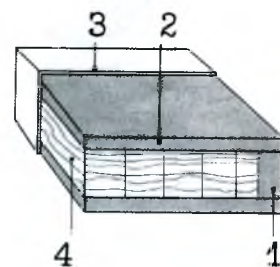
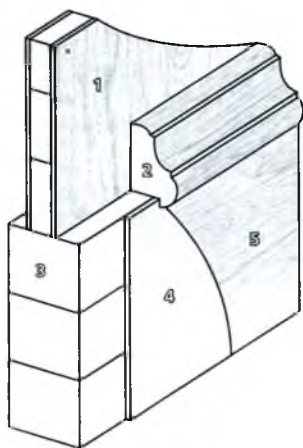


Рис. 5. Разрез окрашенного дверного полотна щитовой конструкции со сплошным наполнителем из пиломатериала хвойных пород:

1 – каркас из МДФ; 2 – МДФ; 3 – 3-слойное облицовочное покрытие; 4 – хвойный пиломатериал



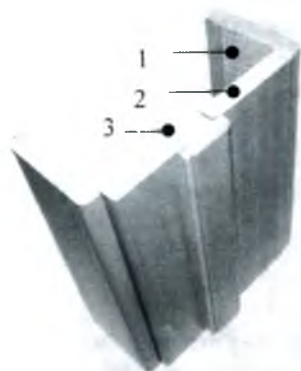
**Рис. 6. Конструкция филёнчатого дверного полотна:**

1 – филёнка; 2 – раскладка; 3 – каркас; 4 – фанера; 5 – облицовочный слой шпона

каркас. Он может быть выполнен из массивной древесины, МДФ или какого-либо другого материала. Заполнение каркаса может быть светопрозрачным, непрозрачным, комбинированным. В качестве светопрозрачного наполнителя используют стекло толщиной 5–8 мм. Стекло также может быть матовым, тонированным, с нанесённым рисунком.

Межкомнатные арки облагораживают внешний вид проёмов, придают интерьеру мягкость и логическую завершенность. Модели арок, выпускаемых отечественными производителями, различаются по стилю, конструктивному и декоративным решениям (рис. 10).

Декоративные и декоративно-расширительные элементы: банкетка, карниз, квадрат, стыковочная планка – позволяют украсить внешний вид арки, визуально увеличить установочные размеры, скрыть стыки конструк-



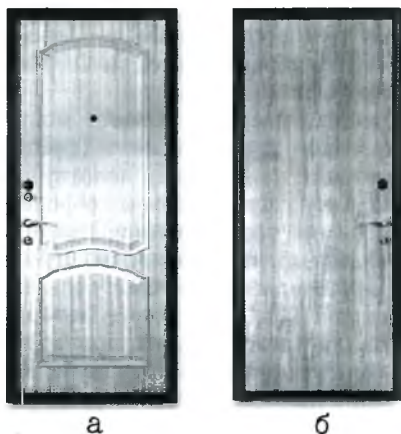
**Рис. 7. Общий вид стандартной дверной коробки:**

1 – наличник; 2 – доборный элемент; 3 – коробка с уплотнителем

ции (рис. 11, см. 3-ю стр. обложки).

Межкомнатные арки изготавливают из МДФ, а также из массивной древесины сосны или дуба. Они могут быть окрашены, покрыты лаком или облицованы шпоном той или иной ценной породы (дуба, ясеня, красного дерева). Базовый комплект арки устанавливают в проёмы размерами: ширина – 600–1500 мм, высота – 380–2250 мм, глубина – 0–185 мм. В сочетании с декоративно-расширительными элементами его можно устанавливать в проёмы любых форм и размеров.

На строительном рынке России конкурируют между собой "евроокно" и отечественное деревянное окно типа "ОРУ" (окно раздельное унифицированное) по ТУ 5361–070–00249567–01 "Окна и балконные двери деревянные с двойным, тройным и четверным остеклением раздельной конструкции для жилых и общественных зданий".



**Рис. 8. Виды деревянных панелей для металлических дверей:**

а – с объёмной филёнкой; б – гладкая

По величинам теплофизических показателей отечественное окно с двумя стеклопакетами лучше "евроокна". В конструкции нашего окна – более широкая (134 мм) коробка, двухконтурное уплотнение и водоотводящие отверстия, а главное – в ней есть форточка для проветривания помещения. Наличие двойных переплётов позволяет устанавливать в межстекольном пространстве жалюзи или декоративные защитные решётки. Окна "ОРУ" можно эксплуатировать в различных климатических и шумовых условиях (в районах с высокими скоростями ветра и повышенным уровнем шумового фона).

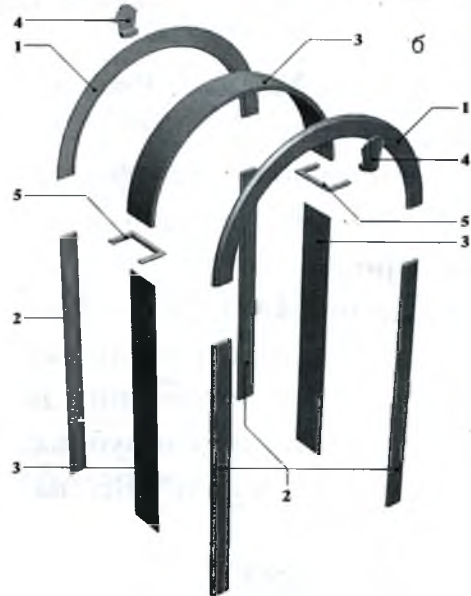
При выработке окон "ОРУ" применяют следующее оборудование отечественного производства: четырёх-

сторонний строгальный станок С16М-4У с универсальным суппортом; одно- и двухсторонние шипорезные станки; фрезерно-профильный станок; многоцелевые деревообрабатывающие центры МДЦ10, МДЦ15, МДЦ20; шлифовальный станок для обработки профильных погонажных изделий; шлифовальнокалибровальный станок; агрегат для сверления отверстий и автоматической установки ввёртных петель; агрегат для фрезерования пазов, сверления отверстий и автоматической установки завёрток; вертикальные гидравлические ваймы для изготовления каркасных конструкций и др.

Для снижения влияния пороков древесины, повышения формоустой-



**Рис. 9. Типы межкомнатных перегородок**



**Рис. 10. Внешний вид (а) и конструкция (б) проёма с аркой, выполненной в классическом стиле:**

1 – арочный элемент; 2 – стойка; 3 – промежуточная пластина; 4 – декоративный замок; 5 – декоративный карниз

чивости и жёсткости окон их выполняют из клеёного бруса, используя соответствующий комплект оборудования: вертикальные прессы – клеенаносающий станок.

Отечественные деревообрабатывающие фирмы производят "евроокна" различных конструкций (прямоугольной, арочной, круглой) по зарубежным технологиям. Среди них наиболее эффективна германская технология, которую реализуют на обо-

рудовании концерна "Вайниг". Угловые центры Unicontrol с разнообразным комплектом оснастки позволяют изготовлять оконный переплёт, соответствующий всем европейским нормам, без замены инструментов. Использование такого станка исключает необходимость проведения операции фрезерования рамы створки, так как все составные части этой операции выполняются при изготовлении деталей рамы.

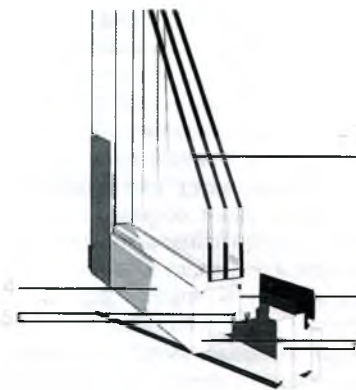
При производстве "евроокон" используют клеёный брус с размерами поперечного сечения 68x78 мм, состоящий из трёх слоёв заготовок пиломатериала, соединённых по пласти индустриальным методом с помощью двухкомпонентного клея "Раколл". Этот клей устойчив к атмосферным воздействиям, в том числе перепадам температуры.

Окна обрабатывают антисептическим составом, заполняют порозаполнителем, наносят грунтовку широкой цветовой гаммы, а затем – высококачественное лакокрасочное покрытие. Стеклопакеты могут быть одно- и двухкамерными (рис. 12) с двумя зонами герметизации, с тонированным стеклом и декоративными раскладками.

Для снижения коэффициента теплопроводности "евроокон" в них возможна установка стеклопакетов со специальными энергосберегающими стёклами и заполнением межстекольного пространства инертным газом (аргоном).

Поворотн-откидная фурнитура облегчает эксплуатацию окон. В стандартных окнах обеспечена возможность как их распахивания, так и откидывания, а также выполнена такая герметизация, которая обуславливает осуществление микровентиляции помещения.

Для защиты окон из массивной древесины в процессе их эксплуатации от атмосферных воздействий создана профильная система (алюминиевая оболочка), которую насаживают на готовое деревянное окно (рис. 13). Окно, защищённое этой профильной алюминиевой оболоч-



**Рис. 12. Конструкция "евроокна":**

1, 3 – порог рамы из клеёного бруса; 2 – двухкамерный стеклопакет; 3 – створка из клеёного бруса; 4 – лакокрасочный слой; 5 – уплотнитель

кой, обеспечивает нужную (соответствующую нормам) высокую теплоизоляцию (величина коэффициента теплопроводности составляет 1,44 Вт/м·К), не требует никакой дополнительной обработки (пропитки, окраски) древесины, эту систему легко смонтировать без выполнения дополнительных фрезеровочных работ.

Открытие последнего времени – алюминиево-деревянные окна. Комбинированные оконные системы наиболее удобны, прочны, эстетичны. Цель создания таких конструкций – соединить в одном изделии достоинства различных материалов. Поскольку алюминий является наиболее прочным, долговечным, стойким к климатическим воздействиям материалом, то обращённые наружу вы-



**Рис. 13. Профильная алюминиевая оболочка, насаживаемая на деревянное окно для защиты древесины**

полненные из него окна воспринимают все эксплуатационные нагрузки. Для успешной эксплуатации таких окон в зоне холодного климата конструкторы ввели в алюминиевый профиль термоизолирующие вкладки ("термомост") из пластика, де-

лающий профиль "тёплым". Внутри помещения обращена та часть окна, которая выполнена из древесины ценных пород, так что алюминиевый профиль не заметен.

Окно, с одной стороны, – инженерный объект с нужными величи-

нами тепловых, акустических, оптических показателей и показателей прочности, а с другой – элемент интерьера, среды обитания человека. На российском рынке алюминиево-деревянные окна составляют отдельный сектор.

## ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

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

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.

Кроме того, по вопросам подписки читатели могут обращаться в редакцию журнала "Деревообрабатывающая промышленность" по адресу: 117303, Москва, ул. Малая Юшуньская, дом. 1 (ГК "Берлин"), оф. 1309 (тел./факс: (095) 319-8230).

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: (095) 281-9137, 281-3798, факс 281-3798.

Подписка производится по экспортному каталогу ЗАО "МК – Периодика", цены которого включают авиадоставку. Оплата – или в иностранной валюте, или в рублях с пересчетом по курсу ММВБ на день платежа.

Подписчикам в ЗАО "МК – Периодика" предоставляется скидка 10%, доставка с любого срока, подписка может быть оформлена на любой срок.

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

Редакция



## ПО СТРАНИЦАМ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖУРНАЛОВ

**Эффективность реструктуризации мебельного производства (на примере МК "Шатура")** / Н.В.Кацаева // Лесной экономический вестник. – НИПИЭИлеспром. – 2004. – № 4. – С. 37–44.

Один из путей повышения эффективности отечественного мебельного производства – проведение его реструктуризации. Под нею автор понимает комплекс взаимосвязанных мер (экономических, финансовых, социальных, технических и экологических) по формированию эффективной группы конкурентоспособных мебельных предприятий (действующих на принципах самофинансирования), обеспечивающих возможность удовлетворения реально складывающегося платёжеспособного спроса на мебель как на внутреннем рынке России, так и на внешних рынках. При этом нужно обеспечить инвестиционную привлекательность, содействие субъектам выполнения масштабных программ развития мебельного производства с использованием собственных и привлечённых финансов, обеспечить социальную защищённость населения, экологическое оздоровление производства и экологическую чистоту мебельной продукции.

МК "Шатура" провёл глубокую структурную перестройку, создав несколько самостоятельных производств; изменил структуру системы управления, сформировав четыре подсистемы последней: управления производством, коммерческую службу, администрацию, финансовую службу; внедрил современные информационные технологии; создал службу маркетинга и фирменную сеть торговли путём организации выставочных экспозиций в магазинах и региональных представительств по сбыту продукции.

Одна из стратегических задач МК "Шатура" – стать мебельной компанией мирового значения. В состав Совета директоров МК "Шатура" были введены – в качестве независимых директоров – зарубежные эксперты.

**Древесно-алюминиевые окна дополнили рыночный ассортимент** // Строительные элементы и конструкции. Международный выпуск. – Штутгарт, Германия: Изд-во спец. лит. – 2004. – № 16. – С. 74–75.

Древесно-алюминиевая конструкция окон открывает новые возможности в отношении их оформления. Наружный алюминиевый корпус, не требующий обслуживания, защищает окно от внешних воздействий. Оконные рамы и створки из трёхслойного клеёного бруса из массивной древесины можно оклеивать изнутри помещения высококачественным мебельным строганым шпоном. Для этого у изготовителя имеется шпон почти всех пород, что позволяет максимально использовать рисунок природной древесины и оформить окна с учётом эстетических особенностей убранства интерьера помещения.

Наличие в производстве древесно-алюминиевых окон обрабатывающего центра с программным управлением позволяет расширить область деятельности предприятия, что способствует возрастанию его эффективности.

**Киотский протокол и развитие лесных отношений в России** / А.П.Петров, Ю.В.Кузьминых // Лесной экономический вестник. – НИПИЭИлеспром. – 2005. – № 1. – С. 10–21.

В 1997 г. в Киото (Япония) был принят Киотский протокол, который закрепил количественные обязательства развитых стран и стран с переходной экономикой по ограничению и уменьшению национального годового объёма выброса парниковых газов в атмосферу. В России трудный процесс подготовки к введению Киотского протокола в действие завершён. Он является первым международным соглашением по использованию рыночного механизма для решения глобальных экономических проблем.

Каждая страна-участница Киотского протокола может выполнить свои обязательства по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу не только путём реализации внутренних мер и мобилизации внутренних ресурсов, но и путём налаживания международного сотрудничества с использованием рыночного подхода к выбору наиболее эффективного и менее дорогостоящего варианта достижения установленного уровня квот. Для выполнения своих обязательств каждая страна может передавать другой стране или приобретать ту или иную величину

национального годового объёма выброса парниковых газов в атмосферу. Это даёт начало формированию углеродного рынка и появлению новых товаров в виде квот национального годового объёма выброса парниковых газов в атмосферу.

Россия как страна с переходной экономикой может принять участие в реализации двух экономических механизмов Киотского протокола: в совместных проектах; в торговле упомянутыми квотами. Участие в совместных проектах позволит России привлечь в страну инвестиции для модернизации топливно-энергетического комплекса и освоения новых, энергосберегающих технологий. Вследствие уменьшения в настоящее время национального годового объёма выброса парниковых газов в атмосферу на 25–30% – Россия в первом и, возможно, во втором зачётном периоде будет иметь свободные квоты для продажи. Лесные квоты могут стать одним из четырёх видов товара на международном углеродном рынке.

**Социально-экономическое и экологическое значение общинных лесов Швеции** / И.А.Клейнхоф // Лесной экономический вестник. – НИПИЭИлеспром. – 2005. – № 1. – С. 35–38.

В основу ведения лесного хозяйства в Швеции положен принцип неистощительного многоресурсного лесопользования. В решении проблемы формирования в Швеции оптимальной структуры собственности на лесные земли – с учётом необходимости сбалансирования социальных, экономических и экологических аспектов устойчивого природопользования – в значительной мере представлены общинные леса (леса общинной формы владения). Они занимают шестое место среди крупнейших собственников лесных земель и расположены на территории проживания коренных народов Севера, занимающихся оленеводством.

Общинные леса формировали с двумя целями: обеспечения устойчивого лесопользования для сохранения уязвимых природных систем в северных районах; укрепления локальной экономики – основы фермерских хозяйств (оленоводческих ферм). Эти цели входят в государственную социально-экономическую

кую политику, направленную на сохранение экономической базы и среды обитания людей в суровых природно-климатических условиях.

Управление общинными лесами регулируется лесным законодательством, законом об общинных лесах, а также подзаконными актами. Государство обеспечивает правовую базу для деятельности общин, а также выполняет контрольные функции. Общинная форма собственности может сыграть в России важную роль в преодолении сложившейся хищнической эксплуатации природных ресурсов, сохранении ещё не нарушенных природных экосистем на территориях проживания коренных народов Севера.

**Сертифицированные лесные товары на мировых рынках** / С.А.Коротков, Ю.И.Дробышев // Лесной экономический вестник. – НИПИЭИлеспром. – 2005. – № 1. – С. 38–43.

Производство сертифицированных лесных товаров (СЛТ) – один из быстро развивающихся сегментов лесного сектора. СЛТ имеют маркировку, которая удостоверяет, что они сертифицированы независимыми органами в том отношении, что их источником являются леса, управляемые в соответствии с нормами устойчивого лесопользования. Существует несколько систем сертификации (Лесной попечительский совет (FSC) и др.).

В Европе сертифицировано около 35% суммарной площади существующих лесов, в США – 18, Канаде – 7, России – менее 1%. Наиболее крупные поставщики СЛТ – Швеция, Финляндия. Большинство СЛТ – это лесные товары хвойных пород умеренной зоны. Правительства некоторых стран приняли меры в области государственных закупок, которые благоприятствуют расширению торговли СЛТ, особенно тропическими лесоматериалами.

Большинство поступающих на рынок СЛТ имеют маркировку FSC. В северо-западных странах Европы, Канаде, США СЛТ представлены во всех группах продукции из древесины (бумаге, картоне, листовых древесных материалах, изделиях для внутренней и внешней отделки, мебели).

Сертификация лесов становится одним из основных средств распространения информации об устойчивом лесопользовании в лесном секторе и секторе торговли. СЛТ могут способствовать поддержанию и повышению уровня экологичности продукции из древесины. В России системы сертификации лесов пока не получили должного развития. Московский государственный университет леса зарегистрировал в Государственном комитете РФ по стандартизации и метрологии Систему добровольной лесохозяйственной сертификации и Знак соответствия названной системы.

1 сентября 2005 г. после тяжёлой и продолжительной болезни скончался заслуженный лесовод России, академик РАЕН, декан лесного факультета Московского государственного университета леса, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Олег Александрович Харин**.

О.А.Харин родился в 1937 г., в 1955 г. поступил в Московский лесотехнический институт. С этого момента вся жизнь Олега Александровича была посвящена служению лесу.

Свыше 30 лет О.А.Харин возглавлял лесохозяйственный (с 1988 г. – лесной) факультет МЛТИ-МГУ-Леса, а с 1990 г. – и кафедру лесоустройства и охраны леса. Под его руководством подготовлены тысячи дипломированных специалистов в областях лесного и садово-паркового хозяйства, лесоинженерного дела, экономики и управления в отраслях химико-лесного комплекса, машин и оборудования для ЛПК. Олег Александрович постоянно совершенствовал учебный процесс с учётом требований времени и перспектив развития отрасли, участвовал в выполнении федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки».

Научные достижения О.А.Харина получили широкое признание в научном мире. Результаты его исследований прироста при постепенных и выборочных рубках, динамики лесного фонда и путей оптимизации лесопользования позволили создать критерии оценки

и контроля состояния лесного фонда. На основе этих критериев разработана эффективная система современного принятия решений по обеспечению непрерывного лесопользования. Кроме того, Олег Александрович прорабатывал вопросы контроля состояния лесных экосистем в условиях антропогенного воздействия, а также актуализации насаждений с учётом закономерностей лесовосстановления и динамики породного состава.

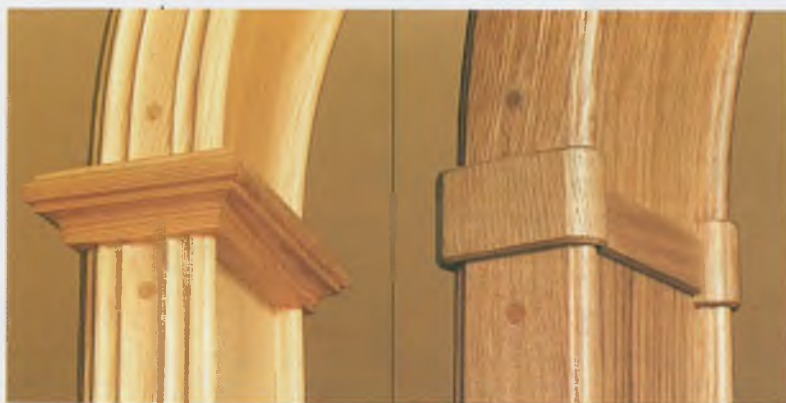
В разные годы О.А.Харин являлся членом экспертного совета Госплана СССР (по утверждению размеров лесопользования в лесах Грузии, Карелии, Камчатской, Ярославской, Костромской и Вологодской областей), членом Научного методического совета Федеральной службы лесного хозяйства России, председателем лесостроительной секции.

Олег Александрович был прекрасным человеком – простым, искренним, чутким и отзывчивым к чужой беде, всегда готовым прийти на помощь. Он болел душой за лес России и в своих многочисленных выступлениях и публикациях старался показать, что без леса у нашей страны нет будущего, что все мы, ныне живущие, ответственны перед потомками за его сохранение. До последнего дня свой жизни он самоотверженно заботился о природных богатствах нашей Родины. Продолжателями его дела станут верные друзья и ученики.

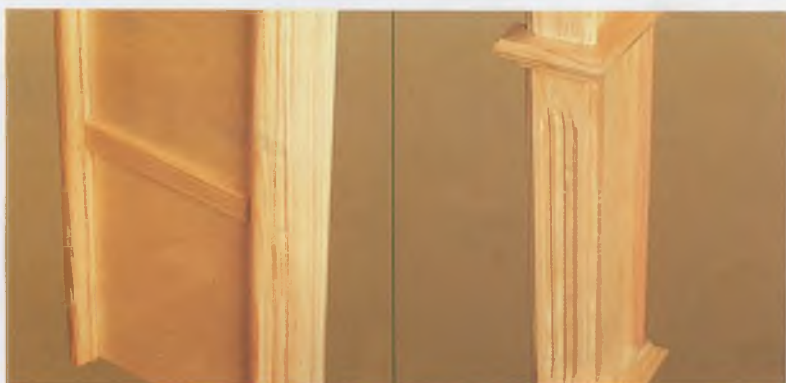
Светлая память об Олеге Александровиче Харине – выдающемся учёном и педагоге, замечательном человеке и друге – навсегда сохранится в наших сердцах.

**Коллектив МГУЛеса**

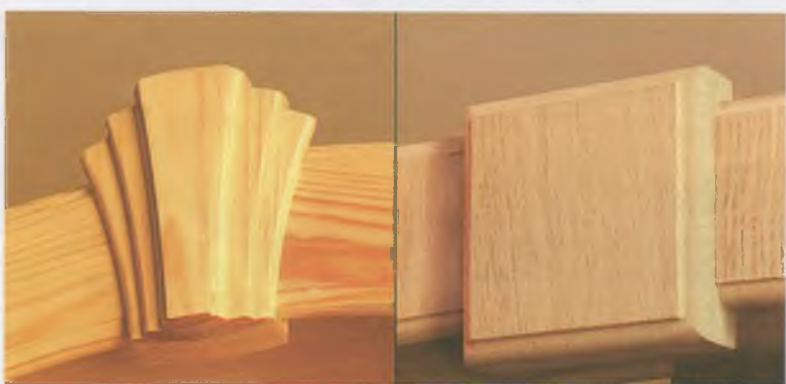
# Декоративно-расширительные элементы арок



1 – карнизы



2 – стыковочная планка  
3 – плинт



4 – замок



5 – сводорасширитель

2005

РОССИЯ, МОСКВА, КУЛЬТУРНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «СОКОЛЬНИКИ»



WOODEX

# ЛЕСТЕХ ПРОДУКЦИЯ



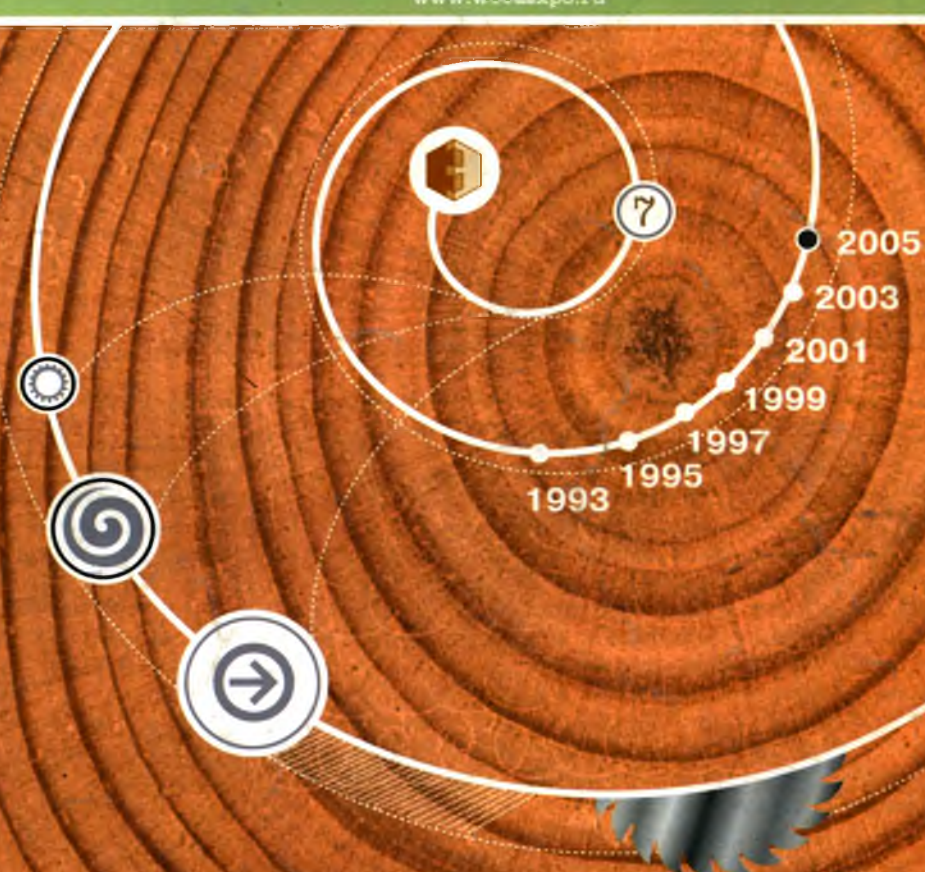
25 – 29 октября

www.woodexpo.ru

Оборудование

Технологии

Лесопродукция



Выставка проводится под патронатом Европейской федерации производителей деревообрабатывающего оборудования

7-я Международная специализированная выставка-ярмарка лесопродукции, машин, оборудования и материалов для лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности



Телефоны: (095) 105-3413, 268-1407, факс: 269-4262, e-mail: v\_v@mvk.ru