

# Дерево

ISSN 0011-9008

обработывающая  
промышленность

5/96



## Вниманию авторов статей!

При подготовке научно-технических статей для журнала **“Деревообрабатывающая промышленность”** рекомендуем авторам учитывать следующее.

Каждая статья, публикуемая в журнале, должна иметь точный адрес, т.е. автор обязан четко представлять, на какой круг читателей она рассчитана. Рекомендуем соблюдать некоторые общие правила построения научно-технической статьи: сначала должна быть четко сформулирована задача, затем изложено ее решение и, наконец, сделаны выводы. Статья должна содержать необходимые технические характеристики описываемых технических схем, устройств, систем, приборов, однако в ней не должно быть ни излишнего описания истории вопроса, ни известных по учебникам иллюстраций, сведений, математических выкладок. Желательно, чтобы в статье были даны практические рекомендации производителям.

Объем статей не должен превышать 10 страниц текста, перепечатанного на машинке **через два интервала** на одной стороне стандартного листа (в редакцию следует присылать 2 экземпляра - первый и второй).

Все единицы физических величин необходимо привести в соответствие с Международной системой единиц (СИ), например давление обозначать в паскалях (Па), а не кгс/см<sup>2</sup>, силу - в ньютонах (Н), а не в кгс и т.д.

Желательно составить аннота-

цию статьи и индекс УДК (Универсальной десятичной классификации). Название статьи и аннотацию просим давать на двух языках: русском и английском.

Формулы должны быть вписаны четко, от руки. Во избежание ошибок в них необходимо разметить прописные и строчные буквы, индексы писать ниже строки, показатели степени - выше строки, греческие буквы нужно обвести красным карандашом, латинские, сходные в написании с русскими, - синим. На полях рукописи следует пометить, каким алфавитом в формулах должны быть набраны символы.

Приводимая в списке литература должна быть оформлена следующим образом:

в описании книги необходимо указать фамилии и инициалы всех авторов, полное название книги, место издания, название издательства, год выпуска книги, число страниц;

при описании журнальной статьи следует указать фамилии и инициалы всех авторов, название статьи, название журнала, год издания, номер тома, номер выпуска и страницы, на которых помещена статья;

фамилии, инициалы авторов, названия статей, опубликованных в иностранных журналах, должны быть приведены на языке оригинала.

Статьи желательно иллюстрировать рисунками (фотографиями и чертежами), однако число их должно быть минимальным. Все фотографии и чертежи следует

присылать в двух экземплярах размером не более машинописного листа. Чертежи (первый экземпляр) должны быть выполнены тушью по стандарту. Фотоснимки должны быть контрастными, на глянцевой бумаге. В тексте необходимо сделать ссылки на рисунки, причем позиции на них должны быть расположены по часовой стрелке и строго соответствовать приведенным в тексте. Каждый рисунок (чертеж, фотография) должен иметь порядковый номер. Подписи составляются на отдельном листе.

При подготовке статьи необходимо пользоваться научно-техническими терминами в соответствии с действующими ГОСТами на терминологию.

В таблицах следует точно обозначать единицы физических величин, в наименованиях граф не сокращать слов. Слишком громоздкие таблицы составлять не рекомендуется.

Рукопись должна быть подписана автором (авторами). Редакция просит авторов при пересылке статьи указывать свою фамилию, имя и отчество, место работы и должность, домашний адрес, номера телефонов.

Отредактированную и направленную на подпись статью автор должен подписать, не перепечатывая ее на машинке. Поправки следует внести ручкой непосредственно в текст.

Просим особое внимание обратить на необходимость высылать статьи в адрес редакции заказными, а НЕ ЦЕННЫМИ письмами или бандеролями.

**Материал для журнала направляйте по адресу:**

103012, Москва, Никольская ул., 8/1.

Редакция журнала **“Деревообрабатывающая промышленность”** научная библиотека

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

# ДЕРЕВО —

## обрабатывающая промышленность

1996  
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),  
П.П.Александров,  
Л.А.Алексеев,  
А.А.Барташевич,  
В.И.Бирюков,  
В.П.Бухтияров,  
А.В.Ермошина  
(зам. главного редактора),  
А.Н.Кириллов,  
В.М.Кисин,  
А.А.Ковалев,  
Ф.Г.Линер,  
Л.П.Мясников  
(консультант),  
В.И.Онегин,  
Ю.П.Онищенко,  
А.И.Пушков,  
С.Н.Рыкунин,  
Г.И.Санаев,  
В.Н.Токмаков,  
Б.Н.Уголев,  
С.М.Хасдан

© "Деревообрабатывающая промышленность", 1996  
Журнал зарегистрирован в Роскомпечати  
Свидетельство о регистрации СМИ № 014990

Сдано в набор 26.08.96  
Подписано в печать 17.09.96  
Формат бумаги 60x90/8  
Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 6,2  
Тираж 1500 экз. Заказ 3221  
Свободная цена  
АООТ "Типография "Новости"  
107005, Москва,  
ул. Фридриха Энгельса, 46

Адрес редакции:  
103012, Москва, К-12,  
ул. Никольская, 8/1  
Телефоны:  
923-78-61 (для справок)  
923-87-50 (зам. гл. редактора)

## СОДЕРЖАНИЕ

*Мазуркин П.М.* Циклическое развитие лесопильно-деревообрабатывающей промышленности..... 2

### ЭКОНОМИТЬ СЫРЬЕ, МАТЕРИАЛЫ, ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

*Фергин В.Р.* Гибкая технология раскроя пиловочного сырья ..... 5  
*Дмитроц В.А., Левин А.Б., Семенов Ю.П.* Новое топочное устройство для сжигания древесных отходов..... 7  
*Стрелков В.П., Бажанов Е.А.* Использование древесных отходов для выработки тепловой энергии..... 9

### НАУКА И ТЕХНИКА

*Онегин В.И., Корсаков Г.С., Лукин В.Г.* Исследование влияния защитно-декоративных покрытий на акустические свойства древесных материалов..... 10  
*Стенин В.А.* О возможности разработки электрокинетического способа определения продолжительности сушки пиломатериалов..... 12

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Азаров В.И., Винославский В.А., Елисеева Н.В.* Особенности образования отделочного покрытия на основе водоразбавляемых лаков..... 14  
*Балакин В.М., Пазникова С.Н., Литвинцев Ю.И., Коршунова Н.И., Аверина Т.С.* Влияние меламина на свойства карбамидоформальдегидных смол ..... 16  
*Гамова И.А., Вьюнков С.Н.* "Дерсин" - древесностружечная плита без формальдегида ..... 19

### В ИНСТИТУТАХ И КБ

*Колесникова А.А.* Математическая основа для оперативного отбора елей с высокими резонансными свойствами..... 20  
*Кузнецов А.Г., Багаев А.А., Ефимов В.П.* Устранение неоднородности древесноволокнистой плиты, полученной из массы повышенной концентрации..... 22  
*Агабабов С.Г., Агабабов В.С.* Номограмма для определения основных параметров производства древесностружечных плит в многопролетных прессах..... 24

### МАТЕРИАЛ ДРЕВЕСИНА

*Малков Я.В.* Древнерусское деревянное зодчество ..... 26

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Новые книги. Экономика и право ..... 4,13,18,30

На первой странице обложки: шедевр древнерусского деревянного зодчества архитектурный ансамбль Кижи

# ЦИКЛИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**П. М. Мазуркин**, д-р техн. наук – Марийский государственный технический университет

В периоды социальных потрясений, предшествовавшие 1917 г., потребление древесины в качестве дров возрастало [1]. А в следующие за ними периоды подъема требовались в больших объемах пиломатериалы, столярно-строительные изделия, бумага и другие виды лесопроductции.

В лесопромышленном комплексе (ЛПК) России наиболее устойчивое звено – лесопиление. Его история начиналась в конце XVII в. – при Петре I, а лесопильная подотрасль деревообработки имеет промышленное значение вот уже более 200 лет. При этом развитие лесозаготовок и лесопильных производств в России всегда рассматривалось с учетом их взаимосвязи [1]. И это вполне оправданно.

В нашей книге [2] на с. 8 – 10 показаны кондратьевские циклы в изменении доли "деловой" (промышленного назначения) древесины. За последние 200 лет заметны пять таких циклов (длина цикла в среднем 55 лет). Причем пятый цикл, с 1948 г. по 2003 г., с достаточно высокой вероятностью осуществляется в России при упреждающем развитии теории лесопиления и деревообработки. Однако в конце столетия необходимы крупные нововведения, которые позволили бы поднять ЛПК в соответствии с утвержденной федеральной программой [4].

Цель статьи – на основе регрессионного анализа ежегодных фактических данных по ЛПК (из материалов СОПС – Совета по развитию производительных сил при Госплане СССР) за 1950 – 1980 гг. и 1991 – 1995 гг. (из упомянутой федеральной программы) показать циклический характер эволюции лесопильно-деревообрабатывающей промышленности России.

С 1994 г. по 2005 г. увеличение доли продукции, полученной с использованием новых технологий (% от объема вывозки), предусматривается в программе [4] следующими тенденциями ( $t = 0$  в 1988 г., когда начался кризис в лесном комплексе):

– машинная заготовка древесины в хлыстах и дровяках с применением технологий, соответствующих лесоводственным требованиям,

$$\lambda_{х,д} = 8,7330t^{0,7608} \exp(-0,0004213t),$$

$$\Delta_{\max} = 4,3\%, \quad (1)$$

где  $t = 0 \dots 17$  лет,  $\Delta_{\max}$  – максимальная (по модулю) относительная разница (погрешность) между фактическим и теоретическим значением показателя;

– сортиментная заготовка древесины на рубках главного и промежуточного пользования с применением харвестеров, форвардеров и автопоездов-сортиментовозов

$$\lambda_c = 0,9512(t-6)^{2,5353} \exp[-0,2760(t-6)],$$

$$\Delta_{\max} = 3,1\%, \quad (2)$$

без точки  $t = 7$  лет;

– агрегатная обработка сырья на пиломатериалы и технологическую щепу и производство пиломатериалов с использованием ленточнопильного оборудования (% от объема древесного сырья)

$$\lambda_a = 0,3250t^{2,3159} \exp(-0,1247t), \quad \Delta_{\max} = 4,4\%; \quad (3)$$

– сухопутная сортировка пиловочного сырья по диаметрам

$$\lambda_{сп} = 4,6937t^{0,6980} \exp(-0,01387t), \quad \Delta_{\max} = 2,3\%; \quad (4)$$

– камерная сушка пиломатериалов

$$\lambda_c = 7,9258t^{0,6130} \exp(-0,02035t), \quad \Delta_{\max} = 5,6\%; \quad (5)$$

– производство пилопродукции повышенной заводской готовности, тыс.м<sup>3</sup>

$$V_n = 492,26t^{0,4392} \exp(-0,02229t), \quad \Delta_{\max} = 3,4\%; \quad (6)$$

– защитная обработка столярно-строительных изделий (% от объема выработки пиломатериалов)

$$\lambda_3 = 0,6027t^{1,4645} \exp(-0,4114t), \quad \Delta_{\max} = 29,8\%; \quad (7)$$

– выпуск современной, конкурентоспособной на внешнем рынке мебели (% от всего объема выпуска мебели)

$$\lambda_m = 2,8395(t-6)^{0,8227} \exp[-0,01402(t-6)],$$

$$\Delta_{\max} = 0,0\%. \quad (8)$$

Модели (1)–(6), (8) с достаточной для практики точностью описывают динамику намечаемых производственных нововведений. Однако темпы реализации мероприятий могут быть не достигнуты к 2005 г. из-за следующих главных причин: во-первых, к концу 1995 г. в среднем 65% производственных мощностей были физически изношены; во-вторых, гораздо опаснее моральный износ уже применяемых технологий. Например, долю сортиментной заготовки древесины предполагается увеличить до 20% от объема вывозки (без учета отечественных новшеств) только на основе использования скандинавских технологий. Агрегатную обработку сырья на пиломатериалы, наоборот, предполагается внедрять только путем применения

диний ЛАПБ – без максимального учета передового зарубежного опыта. Система мероприятий программы [4] по применяемым новым технологиям явно неполна и находится ниже мирового уровня.

Анализ истории лесопромышленного дела в России показывает, что на современном этапе его развития – в период с 1988 г. по 2005 г. – трудно ожидать резкого подъема химической и микро-механической переработки древесины. Этот сектор ЛПК в передовых странах развивается в течение уже более 250 лет. Поэтому, как и после предыдущих периодов спада, ЛПК нашей страны возродится в основном в результате опережающего развития деревообрабатывающей промышленности. Однако для этого необходим массовый выпуск комплектов малогабаритных стационарных, полустационарных и передвижных машин, станков и оборудования. Это позволит максимально приблизить механическую обработку древесины к местам лесозаготовок, т.е. до 2005 г. реализовать главную стратегическую цель программы [4].

Один из важнейших показателей эффективности ЛПК страны – удельный выпуск лесопродукции (из 1000 м<sup>3</sup> заготовленного и вывезенного древесного сырья). При анализе ежегодных данных СОПС по удельному изготовлению пиломатериалов в период 1950 – 1980 гг. были выявлены два цикла развития лесопиления продолжительностью в 11 лет, полностью совпадающие с циклами солнечной активности: 1956 – 1967, 1967 – 1978 гг. Таким образом, теория А.Л.Чижевского [3] о влиянии солнечной активности на социальные процессы полностью подтверждается и для ЛПК. В табл. 1 приведены фактические  $V_{п.ф}$  и теоретические  $V_{п}$  значения удельного выпуска пиломатериалов в России в период 1951 – 1995 гг. ( $t = 0$  для 1949 г.).

Удельный выпуск пиломатериалов (м<sup>3</sup>/1000 м<sup>3</sup>) описывается математической моделью

$$V_{п} = 152,638t^{0,2245} \exp(-0,00016482t^{2,0384}) + \\ + 18,9049t^{3,5817} \exp(-1,5602t^{0,7003}) - 17,104 + \\ + 14,4860t^{0,9088} \exp(-0,04614t^{1,7789}) - 1,519, \quad (9)$$

где  $t = 1...46$  лет,  $t_1 = t - 7$  в интервале  $t = 8...18$  лет,  $t_2 = t - 18$  в интервале  $t = 19...30$  лет.

Таблица 1

Годы *	$t$ , лет	$t_1$ , лет	$t_2$ , лет	$V_{п.ф}$ , м <sup>3</sup>	$V_{п}$ , м <sup>3</sup>	$\epsilon$ , м <sup>3</sup>	$\Delta$ , %
1951	2	–	–	188,7	178,2	10,5	5,58
1954	5	–	–	209,8	218,1	–8,3	–3,96
1956	7	–	–	223,8	234,2	–10,4	–4,65
1957	8	1	–	225,8	227,6	–1,8	–0,80
1958	9	2	–	249,9	247,2	2,7	1,08
1959	10	3	–	261,4	267,6	–6,2	–2,38
1960	11	4	–	285,7	282,8	2,9	1,02
1961	12	5	–	297,1	291,5	5,6	1,88
1962	13	6	–	296,6	294,9	1,7	0,57
1963	14	7	–	287,9	294,6	–6,7	–2,33
1964	15	8	–	286,3	292,2	–5,9	–2,09
1965	16	9	–	292,9	288,8	4,1	1,40
1966	17	10	–	285,7	285,2	0,5	0,18
1967	18	11	–	284,6	281,7	2,9	1,02
1968	19	–	1	289,2	288,9	0,3	0,10
1969	20	–	2	300,1	299,4	0,7	0,23
1970	21	–	3	302,3	205,5	–3,2	–1,06
1971	22	–	4	309,1	307,4	1,7	0,55
1972	23	–	5	310,0	306,0	4,0	1,29
1973	24	–	6	299,6	302,5	–2,9	–0,97
1974	25	–	7	295,2	297,8	–2,6	–0,88
1975	26	–	8	294,1	292,9	1,2	0,41
1976	27	–	9	288,4	288,3	0,1	0,03
1977	28	–	10	286,4	284,3	2,1	0,73
1978	29	–	11**	289,7	–	–	–
1979	30	–	12	276,7	278,1	–1,4	–0,51
1993	44	–	–	247,0	246,8	0,2	0,08
1994	45	–	–	244,0	243,8	0,2	0,08
1995	46	–	–	239,0	240,7	–1,7	–0,71

\* Исключены точки  $t = 1,3,4,6,31$  из данных СОПС, а данные за 1981 – 1992 гг. в программе [4] отсутствуют.

\*\* Эта точка из-за резкого отклонения исключена из анализа второго цикла.

В табл. 1 приведены величины абсолютной ( $\epsilon = V_{п.ф} - V_{п}$ ) и относительной ( $\Delta = 100\epsilon / V_{п.ф}$ ) погрешностей. Максимальная относительная погрешность  $\Delta_{\max} = 5,68\%$ . Это означает, что модель (9), если не учитывать 1951 г. в табл. 1, отражает фактические значения выпуска пиломатериалов с достоверностью не менее 95%. Вторая и третья составляющие формулы (9) описывают циклы изменения  $V_{п}$  и фактически совпадают с циклами солнечной активности [3].

По А.Л.Чижевскому [3, с. 31], в среднем количество возможных исторических событий в годы цикла солнечной активности изменяется в такой последовательности (%):

Годы в цикле солнечной активности $t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Доля событий года в сумме исторических событий цикла, %	1,7	1,7	1,7	10	10	20	20	20	5	5	5

Этот среднеарифметический ряд нами смоделирован формулой для вероятности событий  $P_c$ , %:

$$P_c = 0,003482t^{6,2564} \exp(-0,07420t^{1,9817}), \quad (10)$$

где  $t = 1...11$  лет.

Производства фанеры  $V_{ф}$ , древесностружечных плит  $V_{дсп}$  и древесноволокнистых плит  $V_{двп}$  в России возникли, в сравнении с лесопилением, относительно

Таблица 2

t, лет	Фанера, м <sup>3</sup>			ДСП, м <sup>3</sup>			ДВП, м <sup>3</sup>		
	факт.	теор.	Δ, %	факт.	теор.	Δ, %	факт.	теор.	Δ, %
1	2,5	2,53	-1,2	-	-	-	23,3	29,5	-26,6
5	3,1	2,88	7,0	-	-	-	51,1	31,5	38,4
10	3,3	3,63	-10,1	0,2	0,18	10,0	-	-	-
15	4,3	4,40	-2,3	1,5	1,30	13,0	-	-	-
20	5,2	5,06	2,7	4,6	4,54	1,3	504,4	501,0	0,7
21	5,3	5,18	2,3	5,2	5,38	-3,5	540,9	575,1	-6,3
22	5,4	5,29	2,2	6,2	6,27	-1,1	-	-	-
23	5,5	5,39	2,0	7,0	7,20	-2,9	-	-	-
24	5,5	5,49	0,2	7,9	8,14	-3,0	788,0	821,9	-4,3
25	5,6	5,58	0,4	9,2	9,11	1,0	924,6	910,3	1,6
26	5,6	5,66	-1,1	10,1	10,09	0,1	1034,0	1000,6	-3,2
27	5,7	5,74	-0,7	11,0	11,07	-0,6	1127,4	1092,1	3,1
28	5,8	5,82	-0,4	12,2	12,04	1,3	1217,4	1184,2	2,7
29	5,9	5,89	0,2	13,2	13,01	1,4	1278,6	1276,2	0,2
30	5,6	5,95	-6,3	14,1	13,96	0,3	1327,6	1367,3	-3,0
31	6,3	6,01	4,6	15,0	14,89	0,7	1435,7	1457,0	-1,5
44	6,3	6,41	-1,8	24,0	23,98	0,1	2284,0	2273,7	0,5
45	6,3	6,41	-1,8	24,0	24,41	-1,7	2296,0	2300,0	0,2
46	6,4	6,42	-0,3	25,0	24,80	0,8	2310,0	2320,8	-0,5
51	6,4	6,41	-0,2	26,0	26,20	-0,8	2350,0	2344,4	0,2
56	6,5	6,35	2,3	27,0	26,77	0,9	-	-	-

Примечание. Значения  $\Delta_{\max}$  выделены, значение  $t = 56$  для ДВП исключено в связи с ускоренным прогнозом в программе.

недавно. Поэтому в удельном выпуске этих видов лесопроизводства (табл. 2) не были замечены циклические изменения. Для выпуска фанеры получена формула

$$V_{\text{ф}} = 0,03089 t^{2,7170} \exp(-0,8819 t^{0,4811}) + 2,52, \quad (11)$$

где  $t = 1 \dots 56$ .

Максимальная (по модулю) величина  $\Delta_{\max}$  равна 10,1%, т.е. фактические и прогнозные значения [4] удельного выпуска фанеры на отрезке времени от 1950 до 2005 г. охватываются одним выражением (см. табл. 2).

Удельный выпуск ДСП описывается формулой

$$V_{\text{дсп}} = 0,004456(t - 8)^{3,9875} \exp[-0,7132(t - 8)^{0,5802}] + 0,15, \quad (12)$$

где  $t = 9 \dots 56$ .

Удельный выпуск ДВП характеризуется моделью

$$S_{\text{двп}} = 0,001140 t^{4,8917} \exp(-0,06876 t^{1,0750}) + 29,5, \quad (13)$$

где  $t = 1 \dots 51$ , причем некоторые точки исключены из-за выбросов.

В моделях (11)–(13) постоянный член появляется из-за того, что шкала времени начинается с 1949 г., а фактически производство этих видов продукции химико-механической переработки древесины началось гораздо раньше.

Из данных табл. 2 видно, что максимальные (по модулю) значения  $\Delta_{\max}$  наблюдаются в начале трендов. С 1995 г. прогнозы описываются с доверительной вероятностью не менее 97,5%.

Анализ федеральной программы показал, что лесопильно-деревообрабатывающему сектору ЛПК уделяется недостаточное внимание. С 1989 г. по 2000 г. наблюдается очередной цикл А. Л. Чижевского, а кризис ЛПК начался с 1988 г. Поэтому в дальней-

ших коррекциях федеральной программы необходимо учитывать исторически сложившуюся в России приоритетность лесопиления и с учетом этого фактора, надеясь на отечественное машиностроение, обеспечить реализацию главной стратегии – приближения деревообработки (с освоением малообъемных лесопильно-деревообрабатывающих производств) к местам рубок главного и промежуточного пользования.

#### Список литературы

1. Цейтлин М.А. Очерки развития лесозаготовок и лесопиления в России. – М.: Лесная пром-сть, 1969. – 296 с.
2. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование (справочно-методическое пособие). – Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. – 348 с.
3. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. – Калуга: 1924. – 72 с.
4. Федеральная программа развития лесопромышленного комплекса Российской Федерации.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

**Венедиктова В.И.** Ревизия и контроль в акционерных обществах и товариществах: Практ. руководство. – 2-е изд. испр., доп. – М.: Ин-т новой экономики, 1995. – 176 с.

**Герасименко В.В.** Ценовая политика фирмы. – М.: Финстатинформ, 1995. – 188 с.

**Голубков Е.П.** Маркетинг: стратегии, планы, структуры. – М.: Дело, 1995. – 190 с.

**Горбунов А.Р.** Оффшорный бизнес и создание компаний за рубежом. – М.: Анкил: ИНФРА-М, 1995. – 160 с.

**Курбатов В.И.** Стратегия делового успеха. – Ростов н/Д: Феникс, 1995. – 416 с.

**Долгопятова Т.Г.** Российские предприятия в переходной экономике: экономические проблемы и поведение. – М.: Дело, 1995. – 286 с.

**Николаева С.А.** Учетная политика предприятия. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 172 с.

**Поляков В.А., Яновская Ю.М.** Как получить хорошую работу в новой России: Практич. руководство для тех, кто остался без работы или хочет ее сменить.

УДК 674.09:658.011.54/.56

# ГИБКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

**В. Р. Фергин** – Московский государственный университет леса

Гибкие автоматизированные производства (ГАП) обеспечивают возможность адаптации технологических участков к изменяющимся параметрам сырья и полуфабрикатов в процессе их обработки. Это достигается в результате использования новых гибких технологий обработки и современных средств автоматизации.

Создание эффективных гибких технологий особенно актуально для лесопильного производства, в первую очередь, для лесопильных линий, на которых распиливается сырье и формируются сечения пиломатериалов.

Известно, что рамные лесопильные линии не позволяют изменять поставку пил с целью индивидуального раскроя бревен и брусьев. Поэтому в условиях применения жестких поставок реализуемая ими схема раскроя предназначена для бревен определенной размерной группы (в пределах одного или двух четных диаметров бревен). Это вынуждает предусматривать в лесопильном производстве громоздкий и трудоемкий процесс сортирования пиловочного сырья по диаметрам бревен. Он требует значительных капитальных вложений, эксплуатационных затрат и производственных территорий.

При исключении процесса сортирования бревен их раскрой с высокой производительностью возможен в гибких ленточнопильных линиях со сдвоенными агрегатами [1]. Пильные каретки агрегата могут перемещаться в поперечном направлении, настраиваться на заданные координаты при помощи автоматически управляемых позиционеров и выпиливать доски разных размеров в зависимости от диаметра поступившего в распиловку бревна.

Высокая производительность таких линий достигается при сквозном методе обработки путем последовательной установки ряда сдвоенных агрегатов для полного раскроя бревен по заранее заданным схемам. Следует указать, что при распиловке бревен средних и больших диаметров и при использовании наиболее эффективного бруссового способа раскроя число пар выпиливаемых досок достигает 8 – 12. Это требует такого же количества сдвоенных ленточнопильных агрегатов, что приведет к огромным капитальным вложениям и эксплуатационным затратам.

Поэтому действующие за рубежом ленточнопильные линии включают не более пяти сдвоенных агрегатов и осуществляют распиловку бревен за один проход развальным способом, что снижает выход пилопродукции. Кроме того, скорость конвейера для базирования и подачи сырья устанавливается, исходя из максимальных размеров распиливаемых бревен. При этом не используются резервы повышения производительности оборудования, возникающие при

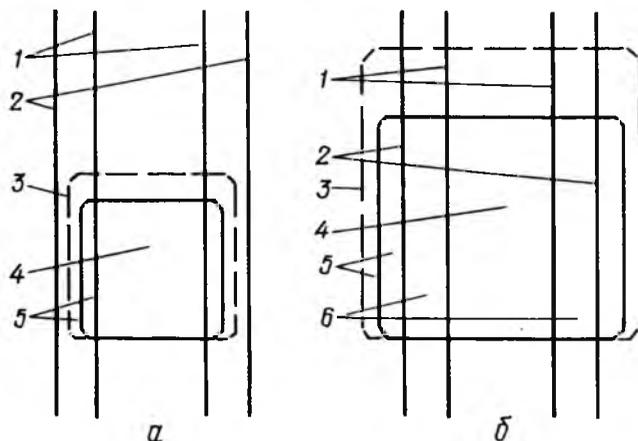
распиловке бревен меньших диаметров. Иногда с целью использования этих резервов производят подсортировку пиловочного сырья на две – три градации.

Желательно на основе традиционного лесопильного оборудования (лесопильных рам) с жестко установленными пилами осуществлять раскрой пиловочного сырья широкого диапазона диаметров по различным схемам раскроя. Для этого предлагается гибкая технология раскроя сырья с использованием так называемых совмещенных поставок с жестко установленными пилами.

Согласно этой технологии бревно предварительно обрабатывается на фрезерно-брусующем станке, и на распиловку поступает четырехкантный брус с размерами окантованной части в пределах 0,95 – 1,05 диаметра бревна в вершинном торце.

Идея совмещенного поставка, например для рамы I ряда, проиллюстрирована на рис. 1. На этом рисунке показаны пара внутренних пил 1, выпиливающих брус 4, одна пара (может быть несколько пар) внешних пил 2 и распиливаемый четырехкантный брус 3 со стороны комлевого торца. Смещая его в поперечном направлении и центрируя по оси поставка, можно обеспечить несколько схем раскроя. Из распиливаемого материала небольших размеров можно получить брус 4 и тонкие крайние доски 5 (на рис. 1, а обозначены сплошными линиями).

При увеличении диаметра бревна и, следовательно,



**Рис. 1. Примеры схем раскроя четырехкантного бруса совмещенным поставком:**

а – для бревен небольших диаметров; б – для толстых бревен;

1 – внутренние пилы; 2 – внешние пилы; 3 – распиливаемый брус; 4 – выпиливаемый брус; 5 – крайние доски; 6 – доски, прилегающие к выпиливаемому брусу

распиливаемого бруса 3 получим брус 4 той же толщины, но большей ширины. Крайние доски будут толще и шире (на рис. 1, а обозначены пунктирными линиями). В этих двух схемах раскроя распиловку производят только две внутренние пилы 1 совмещенного постава.

При дальнейшем увеличении размеров распиливаемого бруса 3 к распиловке подключаются и внешние пилы 2 того же совмещенного постава (см. рис. 1, б). В этом случае для двух схем раскроя обеспечивается выпилка досок 6 одной толщины, прилегающих к брусу 4, и крайних досок 5 (на рис. 1, б обозначены пунктирными и сплошными линиями).

Пример постава, приведенного на рис. 1, показывает возможность совмещения в нем четырех различных схем раскроя, предназначенных для бревен четырех диаметров.

Поперечное смещение распиливаемого четырехкантного бруса 3 и его ориентация по постапу осуществляются позиционерами, управляемыми автоматическими устройствами.

Для пиловочного сырья больших диаметров (34 – 60 см) можно привести пример совмещенного постава с выпилкой одного бруса толщиной 225 мм на лесопильной раме I ряда. Он представлен на рис. 2, а. Этот постав обеспечит следующие схемы раскроя на первом проходе:

Диаметр бревна, см	Схема раскроя, мм
34	19 – 32 – 225 – 32 – 19
36 – 38	25 – 32 – 225 – 32 – 25
40 – 42	19 – 32 – 32 – 225 – 32 – 32 – 19
44 – 46	25 – 32 – 32 – 225 – 32 – 32 – 25
48 – 50	19 – 32 – 32 – 32 – 225 – 32 – 32 – 32 – 19
52 – 54	25 – 32 – 32 – 32 – 225 – 32 – 32 – 32 – 25
56 – 60	32 – 32 – 32 – 32 – 225 – 32 – 32 – 32 – 32

Для бревен малых и средних диаметров толщина выпиливаемого бруса должна изменяться с целью рационального раскроя. Для распиловки такого сырья предлагаются смежно-совмещенные постава, т.е. несколько параллельных совмещенных поставов в пильной рамке, в которых часть крайних пил одного постава может быть использована как крайние пилы соседнего (смежного) постава. Это сократит число пил в пильной рамке [2].

На рис. 2, б представлен пример смежно-совмещенного постава для распиловки сырья диаметрами 14 – 32 см на лесопильной раме I ряда. Этот постав обеспечит следующие схемы раскроя на первом проходе:

Диаметр бревна, см	Схема раскроя, мм
14	16 – 100 – 16
16	19 – 100 – 19
18	16 – 25 – 100 – 25 – 16
20	19 – 150 – 19
22	22 – 150 – 22
24	19 – 25 – 150 – 25 – 19
26	22 – 25 – 150 – 25 – 22
28	25 – 25 – 150 – 25 – 25
30	19 – 25 – 200 – 25 – 19
32	25 – 25 – 200 – 25 – 25

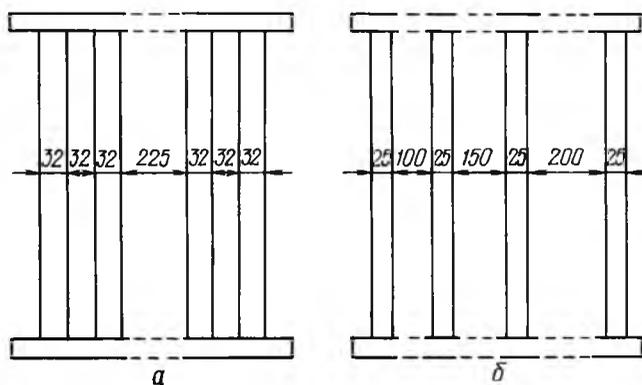


Рис. 2. Примеры совмещенных поставов для лесопильных рам I ряда в зависимости от диаметра сырья: а – 34 – 60 см; б – 14 – 32 см (смежно-совмещенный постав)

Здесь для распиловки сырья диаметрами 14 – 18 см используется часть смежно-совмещенного постава, включающая четыре пилы в левой стороне пильной рамки, для распиловки сырья диаметрами 20 – 28 см – часть постава из четырех пил в середине пильной рамки и для распиловки сырья диаметрами 30 – 32 см – часть постава в правой стороне пильной рамки. Ориентация и позиционирование фрезерованных брусьев, полученных из бревен различных диаметров, по частям постава осуществляется при помощи автоматических позиционеров.

Следует указать, что приведенные примеры поставов вписываются в стандартный просвет пильной рамки лесопильных рам 750 мм.

Таким образом, два рамных потока, обслуживаемых одним фрезерно-брусующим станком, могут осуществлять раскрой сырья в диапазоне диаметров 14 – 60 см. При этом не требуется даже подсортировки бревен, так как гибкие технологические связи оборудования в сочетании со средствами автоматизации позволяют регулировать скорости подачи лесопильных рам при изменении размеров обрабатываемого материала независимо друг от друга. Отсутствие комлевой части бревна позволит увеличить средние скорости подачи на первом проходе, что приведет к увеличению производительности потока. Распределение сырья по потокам в зависимости от его размера можно осуществить непосредственно в лесопильном цехе при помощи средств механизации и автоматизации.

Производительность двух рамных потоков, включающих четыре лесопильные рамы, будет сопоставима с производительностью ленточнопильной линии проходного типа и последовательно установленными двоянными агрегатами, а суммарные капитальные вложения будут значительно ниже.

Структура четырехрамного лесопильного цеха, работающего по гибкой технологии, может быть представлена следующим образом.

Несортируемые бревна подаются в четырехсторонний фрезерно-брусующий станок после предварительного прохождения через автоматическое устройство для измерения диаметра бревен. По сигналам этого устройства обеспечивается позиционирование фрез фрезерующего станка с целью получения четырехкантного бруса с заранее установленными размерами. Кроме того, эти сигналы поступают на сбрасывание

сыватели распределительного механизма, подающего четырехкантные брусья в накопители первого или второго рамного потока.

Далее брус поступает на автоматическое позиционирующее устройство впередирамного оборудования, на котором он позиционируется, центрируется по поставу и подается в лесопильную раму I ряда. Выпиленный на ней брус через брусоперекладчик поступает на позиционирующее устройство рамы II ряда. Он позиционируется, центрируется и также распиливается. Схема технологического процесса обработки выпиленных досок остается прежней.

Для двухрамного лесопильного цеха необходимо предусмотреть сортирование пиловочного сырья минимум на две градации: 14 – 32 и 34 – 60 см. Для получения четырехкантного бруса может быть использован двусторонний фрезерно-брусующий станок с возвратным механизмом подачи, обрабатывающий бревно в два прохода.

Несколько слов о перспективах использования лесопильных рам как основного оборудования для раскря пиловочного сырья в России.

С точки зрения механики лесопильные рамы уступают ленточно- и круглопильным станкам из-за возвратно-поступательного движения элементов механизма резания с большими массами и со значительной частотой (таким же недостатком страдают мощные поршневые двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, насосы и др.). Однако только в пильной рамке можно обеспечить необходимое натяжение пил, что позволяет достичь повышенной точности размеров сечений пиломатериалов и сократить

распиловочные припуски, сэкономив при этом древесину.

Главное технологическое достоинство лесопильных рам – возможность увеличения числа пил в поставе простым их добавлением в пильную рамку. Это позволяет распиливать сырье средних и больших размеров в рамных потоках более эффективно, чем на ленточнопильных линиях.

В настоящее время не все возможности совершенствования лесопильных рам исчерпаны. Например, последние исследования показали, что целесообразны изменение угловых параметров зубьев рамных пил до оптимальных величин, внедрение качающихся пильных рамок [3], переход к шарнирной установке пильной рамки в станине и отказ от ползунов. Кроме того, появились возможности уменьшения возвратно-перемещаемых масс, например, путем изготовления пильной рамки из титановых сплавов.

В заключение следует отметить: новая гибкая технология раскря пиловочного сырья может быть реализована в результате сравнительно недорогой реконструкции действующих лесопильных цехов.

#### Список литературы

1. Турушев В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 280 с.
2. А.с. 1395483 СССР. МКИ<sup>4</sup> В 27 В/00. Способ изготовления пиломатериалов из бревен / С.Н.Рыкунин. – Бюл. № 18.
3. Агапов А.И. Кинематика лесопильных рам. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 142 с.

УДК 674.8:622.93

## НОВОЕ ТОПОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

**В.А.Дмитроц, А.Б.Левин, Ю.П.Семенов** – Московский государственный университет леса

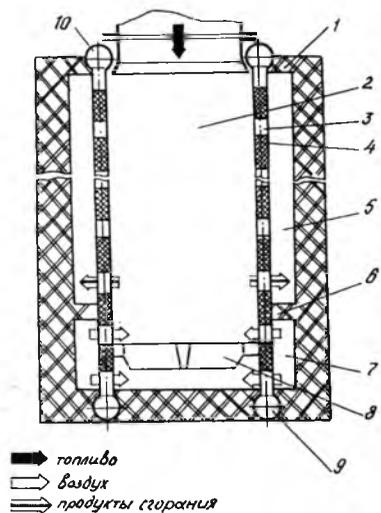
Большое количество древесных отходов, образующихся на деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятиях, не может быть использовано в производстве или из-за их свойств (опилки, кора, шлифовальная пыль, пораженная гнилью и другими пороками древесина), или из-за чрезмерной дороговизны транспортировки. В таких случаях сжигание отходов в топках сушилок, паровых и водогрейных котлов может дать существенную экономию энергоносителей. Так, сжигание 5 т древесных отходов позволяет сберечь 1 т мазута или 1000 м<sup>3</sup> газа.

В настоящее время отечественные производители не выпускают паровых и водогрейных котлов,

оборудованных топками для сжигания высоковлажных древесных отходов. Ранее установленные котлы укомплектованы топочными устройствами (топка ЦКТИ – Померанцева, топка с наклонной колосниковой решеткой), не обеспечивающими достаточно эффективного сжигания отходов, так как в конструкциях топок не полностью учтены особенности отхода как котельного топлива.

Влажные древесные отходы (относительной влажностью ≈ 55%), в том числе мелкие, для полного сжигания должны быть подсушены перед воспламенением. В связи с этим, а также из-за разнородности фракционного состава применение камерного или вихревого сжигания затруднительно.

Адиабатическая температура горения влажных древесных отходов не превышает 120°C – даже при температуре дутьевого воздуха 200°C. Для эффективного сжигания необходимо, чтобы температура в очаге горения была возможно более близкой к адиабатической. С этой точки зрения топки с зеркалом горения, обращенным к экранам (топка с наклонными колосниками, топка системы ЦКТИ – Померанцева) [1], малоэффективны: вследствие интенсивного отвода тепла от очага горения температура оказывается существенно ниже адиабатической, что снижает полноту сгорания. Этот недостаток отчасти может быть уменьшен в топке с наклонными колосниками [1] уст-



Принципиальная схема топочного устройства

ройством "зажигательного свода". И он устранен в топке системы МЛТИ – Крайцберга [2, 3] и в кучевых топках с нижней подачей топлива некоторых фирм Финляндии (Tampella и др.): в них очаг горения располагается в предтопке, так что отвод теплоты от него минимизирован.

Полное сжигание древесных отходов, особенно высоковлажных, возможно при выполнении следующих условий. Кладка стен предтопки должна быть массивной – как для уменьшения теплопотерь, так и для аккумуляирования теплоты. Это обеспечит снижение неравномерности горения при неравномерном поступлении топлива или при колебаниях его фракционного состава и влажности. Необходимая температура дутьевого воздуха – порядка 200°С. Горение должно осуществляться в плотном слое. Для этого дутье надо направлять навстречу движению топлива. Продукты сгорания следует удалять через слой топлива, что будет обеспечивать его подсушивание. Высота слоя топлива должна быть достаточной для "запирания" шахты.

Эти условия в наибольшей степени осуществлены в конструкции топки МЛТИ – Крайцберга. В топке системы Померанцева направления движения топлива и воздуха взаимно перпендикулярны, толщина продуваемого слоя топлива относительно невелика. В связи с этим высок унос недогоревших частиц древесного топлива. Подача же воздуха под слой

топлива, присущая топке с наклонным зеркалом горения, вообще не позволяет применять интенсивное дутье.

Эффективная конструкция топки для древесных отходов должна обеспечивать легкую замену наиболее повреждаемых в процессе эксплуатации элементов – с исключением необходимости замены неповрежденных частей или перекладки обмуровки. Этому требованию в наибольшей мере удовлетворяет топка с наклонными колосниками, в которой можно производить замену прогоревших колосников без разборки обмуровки. Наименее ремонтпригодна топка системы МЛТИ – Крайцберга: при каждой замене изношенной части обмуровки приходится разрушать кладку, а затем возводить ее заново.

На кафедре теплотехники МГУЛа разработано новое топочное устройство для сжигания древесных отходов. Его существенная техническая новизна подтверждена патентом РФ на изобретение (Заявка 94-018576/06 (018128) РФ, МПК 6 F 23 B2/01. Топка парового или водогрейного котла. – Оpubл. 20.05.94).

Принципиальная схема устройства представлена на рисунке. Оно содержит наружную обмуровку 1, внутри которой размещена шахта 2 прямоугольного сечения. Стены шахты образованы трубами 3 и легкосъемной натрубной обмуровкой 4. Трубы 3 установлены так, что шахта несколько расширяется книзу во избежание зависания топлива. Фронтальная стена топочного устройства выполняется из кирпичной кладки, а заднюю можно изготавливать как из кирпичной кладки, так и из труб с натрубной обмуровкой (по аналогии с боковыми стенами).

Съемная обмуровка может быть выполнена из стандартного огнеупорного кирпича, при этом расстояние между трубами должно составлять 255 мм. Малое число труб и наличие теплоемкой обмуровки обеспечивает высокую температуру в очаге горения. Перегородка 6 делит пространство между обмуровкой и стенами шахты на каналы двух типов: огневые 5 и дутьевые 7. В нижней части шахты установлена колос-

никовая решетка 8, расположенная ниже перегородки 6.

Образующие стены шахты трубы вварены в нижние 9 и верхние 10 коллекторы, соединенные с циркуляционной системой котла.

Топливо из расходного бункера поступает в шахту под действием силы тяжести по мере сгорания. Воздух от дутьевого вентилятора поступает в дутьевые каналы 7 и подается под колосниковую решетку, а также поверх нее (через окна в стенах шахты), обеспечивая "встречное дутье" и образуя корытообразное зеркало горения. Продукты сгорания движутся навстречу опускающемуся топливу, осуществляют его интенсивную подсушку и выходят в огневые каналы через окна в стенах шахты, образованные навесной несплошной обмуровкой, а затем идут на нагрев в топочную камеру котла.

Для котлов производительностью 6,5 т пара/ч возможно размещение внутри обмуровки двух шахт, тогда образуется еще один огневой канал между стенами шахт и соответственно еще один дутьевой канал. Это обеспечивает надежный доступ воздуха к любой точке слоя топлива в очаге горения.

Описанная конструкция топочного устройства может быть использована для паровых и водогрейных котлов, а также для теплогенераторов совместной выработки сушильного агента и горячей воды. Сохраняя все достоинства топки МЛТИ системы Крайцберга, проверенные многолетним опытом эксплуатации, новое топочное устройство отличается от нее высокой ремонтпригодностью, так как для замены изношенной части обмуровки не требуется разбирать всю кладку устройства..

### Список литературы

1. Пижурин А.А. и др. Справочник энергетика деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 400 с.
2. Романенко П.Г., Крайцберг Н.И. Топка МЛТИ системы Н.И.Крайцберга для сжигания древесных отходов // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1969. – № 3. – С. 8 – 9.
3. Дмитроц В.А., Крайцберг Н.И., Левин А.Б. Опыт утилизации высоковлажных отходов // Лесная промышленность. – 1973. – № 2. – С. 16.

УДК 674.8:662.93

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

**В. П. Стрелков, Е. А. Бажанов** – АО "ВНИИдрев"

Комплексное, максимально полное использование древесного сырья – настоятельная экономическая необходимость, особенно в современных условиях работы лесопильных и деревообрабатывающих предприятий. В целом по отрасли применение находят лишь немногим более 80% древесных отходов.

Для многих производств лесного комплекса до сих пор не решена проблема утилизации кусковых и мелких древесных отходов. Если на крупных предприятиях отходы зачастую используются в качестве технологического сырья для древесноплитных, целлюлозно-бумажных и гидролизных производств, то на предприятиях, участках, в цехах, имеющих лишь 5 – 40 м<sup>3</sup> отходов в сутки, они, как правило, вывозятся на свалки и в отвалы. Это создает серьезную экономическую проблему, требует больших затрат на сортировку, перевозку, уничтожение отходов.

В настоящее время в связи с резко возросшим относительным уровнем цен на тепловую энергию появилась экономическая целесообразность и усилился интерес к использованию древесных отходов в качестве твердого топлива – с созданием участков малой мощности по сжиганию древесных отходов в местах их образования с получением пара или горячей воды для технологических и бытовых нужд.

В ближайшие годы в соответствии с Федеральной программой развития лесопромышленного комплекса России стратегическим направлением структурной перестройки лесопромышленного комплекса принято опережающее развитие производства в районах основных лесозаготовок, исключая излишнюю транспортировку. Однако эти районы, как правило, не имеют тепла и энергообеспечения. Поэтому для создания высокорентабельных и конкурентоспособных производств небольшой мощности необходимо

их обеспечение собственным теплом для технологических и бытовых целей.

В связи с этим особую актуальность приобретает создание автономных источников тепла и пара в виде небольших котельных на базе отечественного и импортного оборудования, работающих на древесных отходах. Большой интерес вызывает опыт использования комплектов оборудования малой мощности для сжигания кусковых и мелких древесных отходов (щепы, опилок, стружки, коры, шлифовальной пыли и др.) с целью получения горячей воды и пара. При этом достигается решение экологических, экономических и технологических проблем, а зачастую обеспечивается и сама возможность существования предприятия, особенно вновь организуемого.

Как правило, это компактная котельная установка с системами приемки и дозированной подачи измельченной древесины, занимающая не более 20 – 30 м<sup>2</sup> площади. Она вырабатывает пар или горячую воду для обогрева гидравлических прессов, сушильных камер, калориферных систем и другого технологического оборудования, а также обеспечивает отопление производственных и вспомогательных цехов и участков предприятия. Подобная система на базе отечественного оборудования функционирует, например, в ПСФ "Стройиндустрия" (г. Сергиев-Посад, Московской обл.).

На предприятии установлен паровой котел Е-1,0-0,9, предназначенный для выработки насыщенного пара давлением до 0,8 МПа. Паропроизводительность котла 1 т/ч. Получаемый пар температурой 140 – 160°C используется для сушки пиломатериалов в четырех сушильных камерах объемом 60 м<sup>3</sup> каждая, обогрева 8-этажного пресса для облицовывания мебельных заготовок и отопления производственных помещений

общей площадью более 2000 м<sup>2</sup>.

На ряде предприятий для выработки горячей воды применяются водогрейные котлы "Универсал" и "Энергия" с топками ЦНИИМЭ, а также котлы серии КВ-ТК.

Имеются и другие примеры использования котельных установок малой мощности для получения тепловой энергии из древесных отходов. Средняя стоимость 1 Гкал тепловой энергии около 150 тыс.руб. Теплотворная способность древесных отходов составляет 2500 – 3600 ккал/кг. Сжигание 1 м<sup>3</sup> древесных отходов может дать от 1 до 1,4 Гкал тепла. Для предприятий с количеством древесных отходов 2 – 10 тыс.м<sup>3</sup> в год общая экономия тепловой энергии составит 2400 – 12000 Гкал на сумму 360 – 1850 млн.руб. в год соответственно.

В состав комплекта оборудования входят: бункер для приемки отходов, конвейер подачи топлива от бункера к топке, котел с топкой, система очистки дымовых газов, а также система контроля и регулирования процесса получения теплоносителя. При использовании кусковых древесных отходов (горбылей, реек и др.) необходима еще и рубильная машина для их измельчения в щепу.

Оборудование (как отечественное, так и импортное) изготавливается серийно и имеет достаточно высокую надежность в работе. Комплекты оборудования могут быть трех различных вариантов:

для нагрева масла как теплоносителя с технологической температурой до 320°C без давления;

для нагрева горячей воды с технологической температурой до 200°C и давлением до 1,6 МПа;

для получения пара низкого давления (0,05 МПа) с температурой до 110°C и пара высокого давления (до 2,5 МПа).

Дополнительная экономия достигается в результате исключения затрат на вывозку и уничтожение древесных отходов.

УДК 681.81.002:667.663.26:678.664

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**В. И. Онегин**, д-р техн. наук, **Г. С. Корсаков**, канд. техн. наук, **В. Г. Лукин** – С.-Петербургская лесотехническая академия

Перед музыкальной промышленностью России стоят большие задачи по повышению качества выпускаемых изделий – в целях полного удовлетворения спроса населения и потребностей музыкантов-профессионалов в отечественных инструментах, находящихся на уровне лучших зарубежных образцов.

Один из важных факторов, обеспечивающих повышение качества деревянных музыкальных инструментов, – отделка инструментов, т.е. нанесение на подложку какого-либо покрытия: лака, грунта и других материалов.

Известно, что древесина – нестабильный материал по отношению к окружающей среде. Поэтому необходимо защищать древесину музыкального инструмента от влаги и других воздействий внешней среды, поскольку они могут нарушить акустические

свойства всего инструмента. Кроме того, слой лака выполняет также декоративную роль.

Любое покрытие, при прочих равных условиях, оказывает отрицательное воздействие на качество звучания инструмента, т.е. ухудшает его акустические свойства. С увеличением толщины лаковой пленки звуковые свойства инструмента снижаются: чем толще лаковый слой, тем хуже инструмент звучит.

Раньше для уменьшения этого воздействия применяли лаки на основе естественных смол (копала, сандарака, шеллака и др.), которые позволяли получать покрытия с тонкими пленками.

В настоящее время в АО "Арфа" (бывш. фабрика имени А.В.Луначарского), производящем щипковые музыкальные инструменты, используют мочевиноформальдегидный лак МЧ-52 и нитролак

НЦ-218. Их применяют как отдельно, так и вместе в следующем соотношении: лак НЦ – 70%, лак МЧ – 30%.

Исследованиями лаков и покрытий, применяемых в производстве музыкальных инструментов, занимались уже многие институты и научные лаборатории. В частности, данные работы проводили А.М.Леонов, В.Г. Порвенков, Т.С.Бугрова (НИКТИМП) и другие. Они определяли влияние защитных покрытий на акустические свойства резонансной древесины.

Необходимо учитывать, что при отделке музыкальных инструментов используют лаки, полностью заимствованные из мебельной промышленности. В результате эти лаки и технология в том виде, в котором она применяется для отделки мебели, не подходят для создания покрытий на инструментах. Нельзя подходить к этому вопросу, исходя лишь из удобства нанесения (технологической приемлемости), механической прочности лаковой пленки и эстетики покрытия. Необходимо также учитывать и специфику самой отрасли: покрытие не должно ухудшать звучания музыкального инструмента.

На базе кафедры механической технологии древесины и древесных материалов С.-Петербургской лесотехнической академии проведены исследования, целью которых являлось изучение влияния лаков, применяемых в АО "Арфа" по существующей там технологии, на акустические свойства древесного материала, используемого в резонансных деках щипковых инструментов.

Таблица 1

Фанера				Ель			
До отделки		После отделки		До отделки		После отделки	
Параметры	%	Параметры	%	Параметры	%	Параметры	%
Отделка лаком МЧ-52							
f	100	f	95,0	f	100	f	94,5
K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	92,6	K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	91,0
K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	72,0	K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	69,0
Δ	100	Δ	120,0	Δ	100	Δ	117,0
После отделки лаком НЦ-218							
f	100	f	96,0	f	100	f	94,5
K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	91,3	K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	93,0
K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	75,0	K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	73,2
Δ	100	Δ	119,0	Δ	100	Δ	115,0
После отделки сандарачным лаком							
f	100	f	97,2	f	100	f	96,9
K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	98,1	K <sub>a</sub>	100	K <sub>a</sub>	96,5
K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	89,0	K <sub>p</sub>	100	K <sub>p</sub>	92,0
Δ	100	Δ	103,0	Δ	100	Δ	102,4

Выбор образцов для исследования был обусловлен тем, что на упомянутом предприятии для изготовления резонансных дек используют как резонансную дощечку (в основном для заказных инструментов), так и фанеру.

Трехслойная фанера толщиной 3 мм для этих целей была изготовлена из специально подобранного шпона (без пороков и дефектов) в АО "Фанпласт". Размеры образцов 220x24 мм, влажность  $10 \pm 1\%$ , плотность  $760 \pm 20$  кг/м<sup>3</sup>.

Резонансные образцы изготовлены в АО "Арфа". Размеры образцов 220x24 мм, влажность  $8 \pm 1\%$ , плотность  $450 \pm 20$  кг/м<sup>3</sup>.

Полностью готовые к применению лаки для отделки образцов были предоставлены АО "Арфа".

Нитроцеллюлозный лак НЦ-218 (ТУ 6-10-953 – 76). Вязкость рабочего раствора 80 – 100 с по ВЗ-4 (ГОСТ 9070–75Е). Лак был профильтрован через три слоя марли. Температура воздуха в помещении составляла 18 – 20°C, влажность воздуха – 55 – 65%.

Мочевинформальдегидный лак МЧ-52 (ТУ 6-10-767 – 80). Вязкость рабочего раствора 30 – 35 с по ВЗ-4 (ГОСТ 9070–75Е).

Испытания образцов проводили на установке ИЧЗ-9 (Измеритель частоты и затухания механических колебаний), изготовленной опытным предприятием научного приборостроения Академии наук Латвийской ССР (см. рисунок).

Определялись и фиксировались следующие показатели:

- $f$  – резонансная частота;
- $\Delta$  – логарифмический декремент затухания колебаний;
- $K_a$  – акустическая константа Андреева;
- $K_p$  – акустическая константа Римского-Корсакова с учетом внутреннего трения.

Данные характеристики снимались на первой гармонике до и после нанесения покрытия и сравнивались с сандарачным лаком, принятым за эталон. Для каждого вида лака было опробовано 10 образцов.

В качестве выходного параметра и критерия оценки акустических характеристик были приняты акустические константы Андреева и Римского-Корсакова. Результаты исследований в последующей области универсальная наглядная библиотека

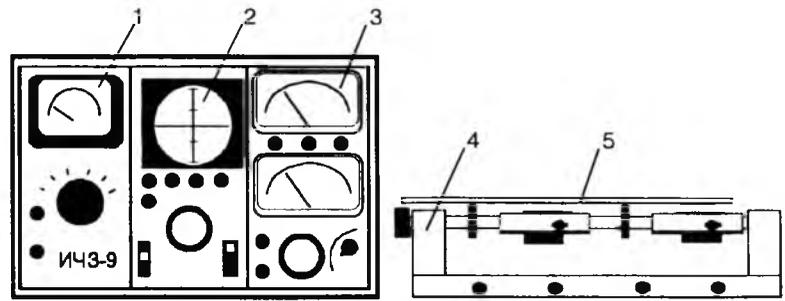


Схема прибора ИЧЗ-9:

1 – блок питания прибора; 2 – блок индикатора; 3 – блок генератора; 4 – испытательный стенд; 5 – образец на испытательном стенде

делки образцов из фанеры и резонансной ели приведены в табл. 1.

Для получения лучших показателей необходимо применять другие материалы, придающие древесине защитные свойства и не повышающие ее плотности (если не для отделки всего инструмента, то хотя бы для грунтования материала деки перед лакированием – с целью уменьшить количество наносимого лака).

Были проведены исследования некоторых материалов для грунтования. Лучшие результаты показал один из гидрофобных материалов – Vasoplast-200 фирмы BASF AG (показатели отделанного образца находятся на уровне неотделанного), а также грунт, образующийся после плазменной обработки древесины в среде низкотемпературной плазмы в присутствии метана. Причем в последнем случае фиксируется увеличение частоты констант Андреева и Римского-Корсакова, а логарифмический декремент затухания колебаний уменьшается (табл. 2).

Таблица 2

Образец			
До отделки		После отделки	
Параметры	%	Параметры	%
Грунтование в среде низкотемпературной плазмы			
$f$	100	$f$	100,5
$K_a$	100	$K_a$	100,6
$K_p$	100	$K_p$	111,0
$\Delta$	100	$\Delta$	92,0
Грунтование гидрофобным материалом			
$f$	100	$f$	99,8
$K_a$	100	$K_a$	99,5
$K_p$	100	$K_p$	94,5
$\Delta$	100	$\Delta$	95,0

## Выводы

По результатам проведенной работы можно сказать, что применение фабричных лаков оказывает существенное влияние на деревянный образец (независимо от того, фанера это или резонансная древесина). После нанесения лака существенно снижается частота, возрастает логарифмический декремент колебаний, акустические константы уменьшаются.

После плазменной обработки грунтованной поверхности частота и акустические константы Андреева и Римского-Корсакова повышаются, а декремент колебаний уменьшается. Это может быть интересно тем, что нанесение лака на данный грунт позволит получить такие показатели, какие были у образца до отделки.

При обработке древесных материалов гидрофобным материалом или низкотемпературной плазмой можно получить слой грунта, защищающий древесину от влаги, а при нанесении покровных лаков в необходимом количестве – создать покрытие с защитно-декоративными свойствами.

## Список литературы

- Бандас Л.Л., Кузнецов И.А. Производство и ремонт щипковых музыкальных инструментов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 288 с.
- Бугрова Т.С. Новые виды материалов для отделки музыкальных инструментов деревянной группы // Производство музыкальных инструментов. – М.: ЦБНТИ Минместпрома РСФСР, 1979. – Вып. 1.
- Бугрова Т.С., Мамонова Н.А., Черемисина Г.Г. Опыт отделки музыкальных инструментов за рубежом

// Производство музыкальных инструментов. – М.: ЦБНТИ Минместпрома РСФСР, 1985. – Вып. 2.

4. Витачек Е.Ф. Очерки по истории изготовления смычковых ин-

струментов. – М.: Музгиз, 1952.

5. Горлов А.М., Леонов А.Н. Производство и ремонт смычковых инструментов. – М.: Легкая индустрия, 1975.

6. Леонов А.Н., Порвенков В.Г.,

Бугрова Т.С. Новые материалы для отделки музыкальных инструментов // Производство музыкальных инструментов. – М.: ЦБНТИ Минместпрома РСФСР, 1977. – Вып. 2.

УДК 674.047:542.47

# О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

**В. А. Стенин**, канд. техн. наук – Севмашвтуз

В зависимости от требований, предъявляемых к качеству сухих пиломатериалов, их можно сушить по режимам различной жесткости. Общую продолжительность сушки в каждом случае рекомендуется определять по формуле [1, 2]:

$$t = t_n A_p A_n A_k A_n,$$

где  $t_n$  – исходная продолжительность сушки;

$A_p$  – коэффициент жесткости режима;

$A_n$  – коэффициент, учитывающий характер и интенсивность циркуляции воздуха в сушильной камере;

$A_k$  – коэффициент, учитывающий категорию качества сушки;

$A_n$  – коэффициент, характеризующий влияние породы древесины на продолжительность сушки.

Известно также [3], что процесс сушки любого капиллярно-пористого материала состоит из стадий перемещения влаги внутри материала и ее испарения с поверхности материала в окружающую среду. Перемещение влаги, обусловленное диффузией, термодиффузией и фильтрацией, вызывается перепадами влагосодержания, температуры и давления по толщине материала.

Общий поток влаги внутри высушиваемого пиломатериала и в этом случае можно характеризовать уравнением [3]:

$$j = a \rho \Delta U - a^T \rho \Delta T - k \Delta P,$$

где  $j$  – плотность потока влаги, кг/м<sup>2</sup>с;

$a$  – коэффициент диффузии влаги, м<sup>2</sup>/с;

$\rho$  – плотность сухого скелета материала, кг/м<sup>3</sup>;

$a^T$  – коэффициент термодиффузии, м<sup>2</sup>/с·К;

$k$  – коэффициент молярного переноса влаги, кг/м·с·Па;

$\Delta U$  – градиент влагосодержания, 1/м;

$\Delta T$  – градиент температуры, К/м;

$\Delta P$  – градиент давления, Па/м.

Уравнение, в целом достоверно оценивающее общую продолжительность сушки, не дает оснований оптимизировать процесс сушки в частности. К примеру, установить продолжительность изотермической выдержки при выбранной температуре, определить последовательность перехода от одной температуры сушильного агента к другой при обеспечении заданного качества сушки. Чтобы можно было использовать уравнение для определения общего потока влаги в пиломатериале, необходимо знать значения

параметров, входящих в уравнение, которые, как правило, определяются экспериментально. Известный в практике опытных исследований процессов влагопереноса термоэлектрический метод не нашел применения для оценки продолжительности сушки древесины, а кондуктометрический и весовой методы (ГОСТ 16588 – 79) используют, главным образом, для определения начального и конечного влагосодержания пиломатериалов.

В связи с этим автор предлагает, как возможный, электрокинетический метод установления продолжительности сушки пиломатериалов с целью оптимизации режима. Суть метода состоит в следующем. Если на торцы капилляра, в котором содержится влага, наложить измерительные электроды, то на них появится разность потенциалов  $E$  – потенциал протекания [4]. Последний обусловлен движением зарядов – конвективным (поверхностным) током  $I_s$ . Потенциал  $E$  является причиной образования обратного объемного тока  $I_v$  – тока воссоединения.

Таким образом, пористая структура (древесина) может быть отнесена к источнику электрической энергии с внутренним сопротивлением (сопротивлением воссоединения)  $R_v$  и поверхностным  $R_s$ . Пористую структуру можно считать источником тока, для которого выполняются соотношения

$$U = E R_s / R_v + R_s,$$

$$E = k \Delta P,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, В/Па;

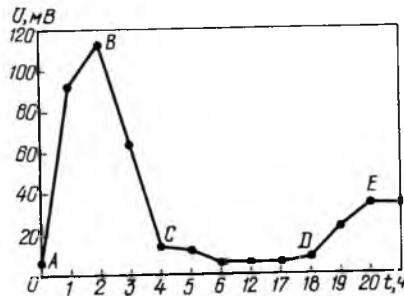
$U$  – падение напряжения на поверхностном сопротивлении  $R_s$ , В;

$\Delta P$  – перепад давления на пористой перегородке Па.

Перепад давления представляет собой движущую силу, в качестве которой при сушке древесины может выступать как разность температур, так и разность потенциалов влагопереноса [3].

В случае изотермической выдержки материала перепад давления в стационарном режиме является постоянной величиной, поэтому и величина  $E = \text{const}$ . Учитывая, что  $R_v \gg R_s$ , изменение напряжения  $U$  (величина регистрируется внешней измерительной аппаратурой) будет определяться, главным образом, изменением сопротивления  $R_s$ .

Экспериментальное опробование предложенного метода проводили на образцах из древесины сосны размерами 70x35x15 мм. В центр образца на всю толщину ввели измерительный электрод – стержень (сталь 1Х13) диаметром 1 мм. На расстоянии 20 мм от него вдоль волокон установили таким же образом второй измерительный электрод. Электрический сигнал с измерительных электро-



Зависимость потенциала протекания от продолжительности сушки

дов регистрировали цифровым мультиметром типа Ф4800. Исходная влажность образца составляла 60%, конечная 10%. Образец сушили в камерной сушилке непрерывного действия. Режим сушки 7-М. Начальную и конечную влажность материала оценивали весовым методом. Результаты экспериментов представлены на рисунке.

На потенциальной зависимости можно выделить четыре характерных участка:  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DE$ . Участок  $AB$  соответствует начальной стадии прогрева материала (потенциал протекания возрастает). На участке  $BC$  выделяется связанная влага (в частности, влага смачивания). Это сопровождается уменьшением  $R_s$  и тем самым снижением  $U$ . Процесс удаления выделившейся влаги является стационарным при изотермической выдержке; в этом случае

$U = \text{const}$  (участок  $CD$ ). Завершение его приводит к возрастанию поверхностного сопротивления  $R_s$  и, следовательно, увеличению  $U$  (участок  $DE$ ). Технология следующего этапа сушки предполагает завершение данного режима и переход на новый. При этом повышается температура сушильного агента, так как дальнейшее выдерживание материала в сушилке с прежними параметрами рабочего агента без уменьшения влагосодержания материала ведет к перерасходу тепловой и электрической энергии.

Таким образом, научно-практическая ценность предложенного метода заключается в возможности организации активного контроля процессов сушки древесины и определения продолжительности выбранного режима.

#### Список литературы

1. Богданов Е.С. Справочник по сушке древесины. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 303 с.
2. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 359 с.
3. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
4. Стенин В.А. Электрокинетический метод контроля процесса твердения раствора // Строительные материалы. – 1994. – № 8. – С. 12 – 13.
5. Касимзаде М.С. Электрокинетические преобразователи информации. – М.: Энергия, 1973. – 136 с.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

Лэнд П.Э. Менеджмент – искусство управлять: секреты и опыт практич. менеджмента. / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 144 с.

Посадский А.П., Хайниш С.В. Консультационные услуги в России: Практич. пособие для менеджеров и предпринимателей. – М.: финстатинформ, 1995. – 176 с.

Травин В.В., Дятлов В.А. Основы кадрового менеджмента. – М.: Дело, 1995. – 332 с.

Реформы для большинства. Объединение "Яблоко". – М.: ЭПИцентр, 1995. – 350 с.

Гаджиев Г.А. Защита основных экономических прав и свобод предпринимателей за рубежом и в Российской Федерации (опыт сравнительного исследования). – М.: Манускрипт, 1995. – 232 с.

"Научись защищать себя": Сб. / Сост. Г.И. Ткаченко. – Новосибирск: Трина, 1995. – 56 с.

Карнеги Дейл. Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей. – М.: Тренинг, Цитадель.

Изменения и дополнения в Законе РФ об уплате налога на имущество предприятий. – М.: Кроу-Лимитед, 1995. – 80 с.

Новый Гражданский кодекс России и отраслевое законодательство. Ин-т законодательства и сравнит. правоведения при правительстве РФ. – М., 1995. – 240 с.

Прохоренко А.А., Косякова А.В., Катафова Ю.С. Основы экономического мышления: Учеб. пособ. / СГТУ; Поволжский ин-т бизнеса. – Самара, 1995. – 110 с.

Заработная плата: Нормативные акты, постановления и комментарии. – М.: Агентство "Бизнес-информ", 1995. – 220 с.

Практическое пособие по организации и экономике предпринимательской деятельности: Книга для начальной экономической подготовки предпринимателей / Консалтинговая фирма "Эльдорадо-М". – М.: Либрис, 1995. – 240 с.

УДК 684.4.059.3

# ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТДЕЛОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ВОДОРАЗБАВЛЯЕМЫХ ЛАКОВ

**В. И. Азаров, В. А. Винославский, Н. В. Елисеева** – Московский государственный университет леса

Наметившаяся тенденция применения в мебельном производстве экологически безопасных материалов предполагает использование водоразбавляемых отделочных лаков. Однако из-за ряда особенностей древесины (большой пористости, высокой гигроскопичности, низкой теплопроводности и др.) получение высококачественных лаковых покрытий затруднено. На примере лака МКФЛ, содержащего карбамидоформальдегидный олигомер и синтетический латекс, рассмотрены особенности нанесения термореактивных водоразбавляемых композиций и их отверждения на различных древесных подложках.

Предназначенные для отделки поверхностей деревянных деталей мебели водоразбавляемые лаки содержат от 30 до 50% воды, которую надо удалить до начала отверждения термореактивной составляющей лаковых композиций. В связи с этим возникает необходимость нагрева древесной подложки до определенной температу-

туры. Продолжительность этой операции определяется теплофизическими свойствами древесины и типом источника тепла.

Продолжительность сушки лакового покрытия зависит от свойств композиции. Наличие в ее составе термореактивного карба-

ном различных пород древесины. Их разогревали либо свободной конвекцией нагретого воздуха, либо плитами прессы при контактном нагреве, либо ИК-излучением ламп или ТЭНов.

Как видно из рис. 1, подъем температуры на поверхности об-

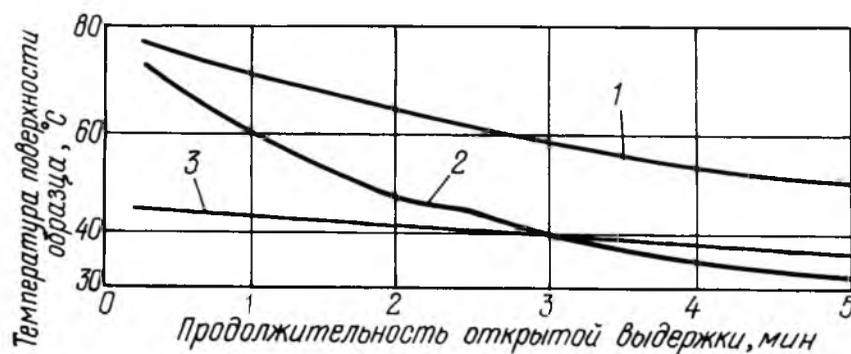


Рис. 2. Зависимость температуры остывания поверхности образцов от продолжительности открытой выдержки и способа их нагрева: 1 – ИК-излучение; 2 – контактный; 3 – конвективный

мидоформальдегидного олигомера лимитирует как температуру разогрева подложки, так и продолжительность сушки покрытия. Пленкообразователи лака должны сохранять термопластичные свойства, чтобы на стадии формирования поверхности покрытия можно было создать определенный блеск. Поэтому потребовалось выяснить влияние условий нагрева подложки, продолжительности открытой выдержки и прессования на качество и свойства лака МКФЛ.

При исследовании влияния способа нагрева поверхности древесных подложек на скорость достижения ею заданной температуры применяли образцы, представляющие собой ДСП (10x10x1,7 см), облицованные натуральным шпо-

разцов, облицованных буковым шпоном, происходит по-разному. При одинаковой мощности источника тепла наибольшей температуры облицованная поверхность образцов достигает при контактном нагреве и наименьшей – при свободном конвективном. Так, заданная температура на поверхности подложки в случае контактного нагрева устанавливается примерно через 2 мин, а ИК-нагрева и конвективного – через 10 и 15 мин соответственно. Отметим, что при контактном нагреве в плитах прессы температурой  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  получить высококачественное декоративное покрытие не представляется возможным: происходит слишком быстрое и интенсивное испарение парогазовой смеси из

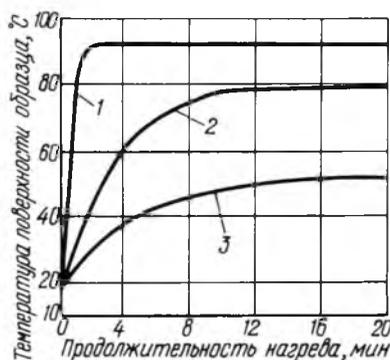


Рис. 1. Зависимость температуры поверхности образцов, облицованных буковым шпоном, от продолжительности и способа нагрева:

1 – контактный; 2 – ИК-излучение; 3 – конвективный

лаковой пленки, и отделанная поверхность изменяет цвет и блеск. В связи с этим авторы изучили влияние породы древесной облицовки на выбор температуры при контактном способе нагрева. Ниже приведены данные этого исследования (в скобках указана пористость в %).

Порода шпона	Температура поверхности подложки, °С
Ясень (57)	79,5
Береза (59)	83,0
Бук (55)	86,5

Полученные результаты свидетельствуют о том, что температура, достигаемая на поверхности образцов, определяется их теплофизическими характеристиками, зависящими от породы древесины, ее пористости.

Однако температура поверхности образцов при их остывании снижается не одинаково (рис. 2). Экспериментальные данные показывают: для одной породы древесины снижение температуры поверхности подложек при остывании зависит от способа нагрева. Подложки, нагретые контактным способом, остывают быстрее, чем нагретые ИК-излучением. Это определило использование ИК-излучения для нагрева поверхности древесных подложек в дальнейших опытах. Температуру предварительного нагрева подложки подобрали экспериментальным путем, она была принята равной 80°С. Превышение данной температуры на поверхности подложки приводит к слишком быстрому отверждению лаковой пленки и образованию вследствие этого некачественного покрытия, Более низкая температура предварительного нагрева подложки ведет к недостаточному прониканию лака в подложку и неполному отверждению лаковой пленки.

Значительное содержание воды в лаке обуславливает предварительный нагрев древесной подложки перед его нанесением, с которой влага испаряется из лакового слоя на последующей стадии открытой выдержки образцов. Летучие продукты из нанесенного слоя лака испаряются с различной интенсивностью. Последняя зависит от температуры предварительного нагрева и породы древесины облицовки (рис. 3).

На подложках из рассматриваемых пород древесины интенсивность испарения летучих ком-

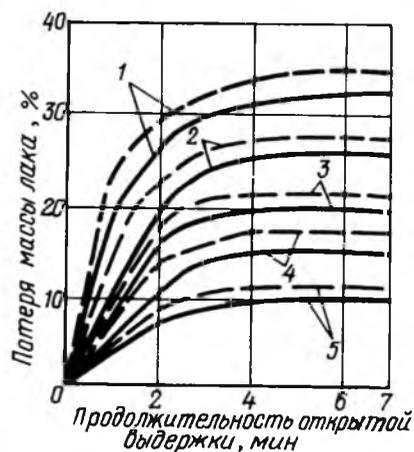


Рис. 3. Зависимость потери массы лака от продолжительности открытой выдержки образцов с облицовкой из шпона красного дерева (пунктир) и ясеня (сплошные линии), нагретых до разной температуры: 1 – 90°С; 2 – 80°С; 3 – 70°С; 4 – 60°С; 5 – 40°С

понентов из слоя лака МКФЛ, нанесенного на их поверхность, возрастает не только с повышением температуры, но и с увеличением продолжительности открытой выдержки подложек. Резкое изменение массы образцов происходит в течение первых 2 мин. Через 3 – 4 мин эти потери при определенной температуре достигают максимальной величины, которая в дальнейшем не изменяется. Потеря массы лака с поверхности красного дерева на 3 – 5% больше, чем с древесных подложек ясеня, что объясняется их различными пористостью и микроструктурой.

Отверждается нанесенное лаковое покрытие на древесной подложке под воздействием температуры при прессовании. Разогрев слоя лака до заданной температуры происходит в результате переноса тепла от поверхности плит пресса через полиэтилентерефталатную пленку к поверхности лакового покрытия. Зависимость температуры на поверхности, выполняющей роль разделительного слоя и формирующей глянцевую поверхность покрытия, от температуры плит пресса и продолжительности нагрева изображена на рис. 4.

Как видно из рис. 4, температура на поверхности пленки подни-

мается быстро и заданная ее величина устанавливается за 45 – 60 с. Однако значения температуры на поверхности пленки и соответственно покрытия на 3 – 5°С ниже заданных. Это, вероятно, связано с дальнейшим испарением летучих продуктов лака МКФЛ.

Температура прессования и его продолжительность оказывают влияние на свойства образу-

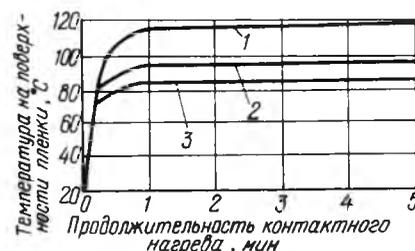


Рис. 4. Зависимость температуры на поверхности полиэтилентерефталатной пленки от продолжительности и температуры нагрева: 1 – 120°С; 2 – 100°С; 3 – 90°С

щегося покрытия. При прессовании с более низкой температурой (90°С) невозможно получить достаточно водостойкое покрытие, тогда как отверждение лака при 120°С способствует образованию покрытия с микротрещинами, которые обуславливают появление его "белесости" при испытаниях на водостойкость. Температура плит пресса 95 – 105°С позволяет получать за 2 мин покрытие из лака МКФЛ толщиной 100 мкм, твердостью 0,7 усл.ед. (по М-3), блеском 60 усл.ед. (по ФБ-2) и стойкостью к статическому воздействию воды при комнатной температуре не менее 8 ч.

По разработанной технологии получения лакового покрытия из водоразбавляемого мебельного лака МКФЛ на мебельно-спичечном комбинате "Гигант" (г. Калуга) изготовили опытную партию щитов из ДСП, облицованных шпоном красного дерева, с лаковым покрытием площадью 100 м<sup>2</sup>. Из них выполнили корпусную мебель "Салют". Лицевые стенки мебели были отделаны по технологии получения глянцевых покрытий, а внутренние – по технологии матовых. Оба покрытия соответствовали техническим требованиям.

УДК 634.0.824.81/85:674.815-41.001.5

# ВЛИЯНИЕ МЕЛАМИНА НА СВОЙСТВА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

**В. М. Балакин, С. Н. Пазникова, Ю. И. Литвинец, Н. И. Коршунова, Т. С. Аверина** –  
Уральская государственная лесотехническая академия

Карбаминоформальдегидные смолы (КФС), широко применяемые в деревообрабатывающей промышленности, имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами синтетических смол, но содержат значительное количество свободного формальдегида, следствием чего является высокая токсичность материалов на их основе. Для снижения содержания свободного формальдегида в древесных композиционных материалах при их изготовлении используют вспомогательные вещества, которые взаимодействуют с ним. В качестве формальдегидсвязывающего вещества применяют меламин [1].

Один из вариантов модификации карбаминоформальдегидных смол меламином – введение его в готовые смолы непосредственно перед их переработкой [2]. Данный способ эффективен при условии, если добавка меламина составляет не менее 15%, а свободного формальдегида в готовой смоле содержится до 2 – 3%. Чаще всего меламин используют при синтезе пропиточных [3, 4] и клеящих смол высокой водостойкости [5]. В этих смолах меламин является основным компонентом, удорожающим продукты синтеза. Целесообразно для получения малотоксичных клеящих смол использовать минимальное количество меламина в реакции поликонденсации с формальдегидом и карбамидом.

Наиболее эффективный способ модификации КФС меламином заключается в его совместной конденсации с формальдегидом и карбамидом [6, 7]. В работе [7] описаны получение и свойства КФС, модифицированных меламином. Приведены физико-механические показатели древесностружечных плит (ДСП)

на их основе, которые соответствуют по уровню выделения формальдегида классу Е2. Меламин может вводиться на различных стадиях синтеза смолы. Наибольший интерес представляет введение меламина после стадии кислотной конденсации.

Из работы [8] известно, что токсичность КФС во многом определяется отношением суммы количества первичных и вторичных аминогрупп, содержащихся в смоле, к количеству метилольных групп. При увеличении этого соотношения содержание формальдегида в древесных композиционных материалах снижается. Поэтому добавление меламина после стадии кислотной конденсации формальдегида с карбамидом, когда уже существуют олигомерные продукты с высоким содержанием метилольных групп, позволит повысить содержание активных первичных аминогрупп, более полно связать непрореагировавший формальдегид за счет высокой реакционной способности меламина.

В соответствии с вышеприведенными соображениями синтез модифицированных карбамидомеламиноформальдегидных смол проводили по методике, характерной для получения клеящих смол, например смолы КФ-О.

На первой стадии реакции поликонденсации при комнатной температуре формалин нейтрализовали раствором гидроксида натрия до рН 8 – 9, загружали первую порцию карбамида, нагревали до температуры 96 – 99°C и выдерживали 30 мин.

На второй стадии добавлением раствора хлорида аммония снижали рН до 4,5 – 5,0 и при 90 – 92°C выдерживали смесь до появления устойчивой мути при вылипании пробы в холодную воду температурой 13 – 15°C (примерно 30 мин). Затем нейтрализовали смесь раствором гидроксида натрия до рН 8 – 9 и добавляли меламин. Выдерживали при температуре 90 – 92°C в течение 30 мин, затем смолу охлаждали до 60 – 70°C и проводили вакуум-сушку до  $K_p$  1,454 – 1,461.

После вакуум-сушки в смолу загружали вторую порцию карбамида, уменьшенную по сравнению со стандартным количеством для смолы КФ-О на соответствующее количество меламина, и проводили доконденсацию при температуре 60 – 62°C в течение 30 мин. Готовую смолу охлаждали до 25 – 30°C.

Количество меламина, добавляемого при синтезе смолы, со-

Таблица 1

Показатели	Значения показателей для смол					
	КМФС-5	КМФС-10	КМФС-15	КМФС-20	КМФС-30	КФ-О
Массовая доля сухого остатка, %	64,3	64,6	64,3	64,4	63,9	67,6
Массовая доля свободного формальдегида, %	0,24	0,21	0,14	0,17	0,14	0,19
Вязкость условная по ВЗ-4, с	37	42	40	42	57	78
Продолжительность желатинизации при 100°C, с	153	175	192	139	128	106
Смешиваемость смолы с водой	1:10	1:7	1:4	1:8	1:3	1:4
Массовая доля метилольных групп, %	10,1	11,2	9,6	14,9	13,1	10,2
Липкость, с	16	15	18	11	12	17

Таблица 2

Показатели	Значения показателей для ДСП на основе смол					
	КМФС-5	КМФС-10	КМФС-15	КМФС-20	КМФС-30	КФ-О
Влажность, %	6,0/6,3	7,7	6,7/7,7	8,0	7,7	7,0
Предел прочности при изгибе $\perp$ пласти, МПа	13,8/13,6	17,8	14,5/14,9	18,1	19,6	20,8
Разбухание по толщине за 24 ч, %	17,0/20,1	15,1	16,3/20,5	11,4	12,6	15,2
Водопоглощение за 24 ч, %	64,2/73,7	67,5	68,2/70,2	58,8	62,2	73,6
Выделение формальдегида по WKI за 4 ч при 60°C, мг/100 г а. с. плиты	8,4/11,8	12,0	12,9/10,9	14,2	14,2	19,4

Примечание. В числителе – отвердитель хлористый аммоний, в знаменателе – ОХА.

ставляло 5, 10, 15, 20, 30% от массы первой порции карбамида. Соответственно этому полученные карбамидомеламиноформальдегидные смолы (КМФС) обозначали КМФС-5, КМФС-10 и т.д. В аналогичных условиях получена контрольная (без меламина) карбамидоформальдегидная смола КФ-О.

Исходное мольное соотношение формальдегид:карбамид (и, соответственно, соотношение формальдегида и аминогрупп) одинаково для всех смол. После добавки меламина и стадии доконденсации с карбамидом мольное соотношение формальдегид: карбамид + меламина растет пропорционально количеству добавленного меламина от 1,16 до 1,28, а соотношение формальдегид:  $\text{NH}_2$ - группы уменьшается от 1,72 в смоле КМФС-5 до 1,63 в смоле КМФС-30.

Стандартные физико-химические показатели синтезированных смол анализировали по ГОСТ 14231 – 88. Кроме того, определяли содержание метилольных групп и липкоз по известным методикам [9]. Результаты анализов смол приведены в табл. 1.

Как следует из приведенных данных, добавка меламина в состав КФС изменяет некоторые ее показатели: при увеличении количества меламина в смоле уменьшается с 0,24% (КМФС-5) до 0,14% (КМФС-30) содержание свободного формальдегида; увеличивается с 10,1% (КМФС-5) до 14,9% (КМФС-20) массовая доля метилольных групп; уменьшается с 1:10 (КМФС-5) до 1:3 (КМФС-30) смешиваемость смолы с водой. На остальные показатели изменение количества меламина существенного влияния не оказывает. Результаты физико-химических испытаний показывают, что синтезированные смолы могут быть использованы для изготовления древесных композиционных материалов.

В связи с тем, что стандартные физико-химические показатели КФС не имеют взаимосвязи с физико-механическими свойствами древесных композиционных материалов на их основе, в лабораторных условиях изготовили однослойные ДСП при расходе связующего 13% от а. с. массы стружки. В качестве отвердителя применяли хлорид аммония – в количестве 1% от а. с. массы смолы.

Физико-механические показатели однослойных ДСП определяли по ГОСТ 10634 – 88, выделение формальдегида из плит – по методу WKI (анализ водного раствора – йодометрическим методом) за 4 ч при 60°C.

Физико-механические показатели однослойных ДСП плотностью 700 кг/м<sup>3</sup> представлены в табл. 2.

Для выяснения влияния меламина в КМФС на свойства ДСП по средним результатам (см. табл. 2) построили зависимости физико-механических показателей ДСП от количества меламина в смоле (см. рисунок).

Графики выполняли с применением прикладного пакета "Grafer", аппроксимировали зависимостями, дающими минимальную ошибку: прочность на изгиб (прямая 1) и водопоглощение (прямая 2) – линейной зависимостью; разбухание (кривая 3) и выделение формальдегида (кривая 4) – сплайн-функцией второго порядка.

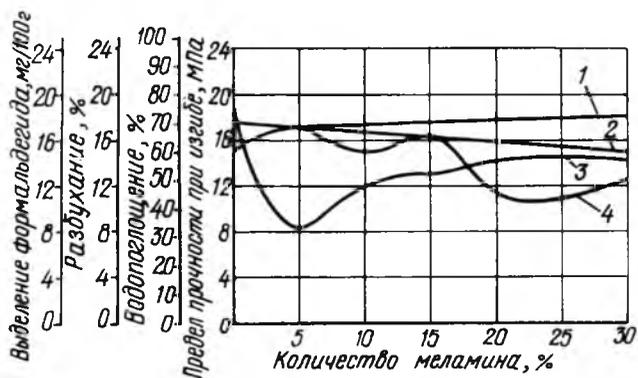
По полученным зависимостям можно сделать выводы: практически все физико-механические показатели ДСП на основе карбамидомеламиноформальдегидных смол (КМФС-5 – КМФС-30) лучше, чем у ДСП на основе карбамидоформальдегидной смолы КФ-О. Это подтверждает положительное влияние меламина на свойства смол;

при увеличении количества меламина в смоле растет прочность плит при изгибе, уменьшаются водопоглощение и разбухание. Такое улучшение этих показателей вполне коррелирует с увеличением мольного соотношения формальдегид: карбамид + меламина от 1,16 до 1,28 в смолах от КМФС-5 до КМФС-30;

выделение формальдегида минимально (8,4 мг/100 г а. с. плиты) из плит на основе смолы КМФС-5, затем оно увеличивается до 12 – 14 мг/100 г и остается постоянным. Токсичность ДСП на основе всех смол КМФС значительно меньше, чем у плиты на основе смолы КФ-О (19,4 мг/100 г). Некоторое увеличение выделения формальдегида из плит на основе КМФС с более чем 5%-ным содержанием меламина можно объяснить увеличением мольного соотношения формальдегид: карбамид + меламина и уменьшением соотношения формальдегид:  $\text{NH}_2$ - группы.

Наряду со стандартным отвердителем (хлоридом аммония) изготовили и испытали ДСП на основе смол КМФС-5 и КМФС-15 с отвердителем ОХА, содержащим около 90% хлорида аммония и около 5% хлоргидратов полиэтиленполиаминов. Расход ОХА составлял 1% от массы смолы (как и хлорида аммония). Физико-механические показатели ДСП плотностью 700 кг/м<sup>3</sup> на основе этих связующих приведены в табл. 2. Выделение формальдегида из плит на основе КМФС-5 и КМФС-15 с отвердителем ОХА примерно одинаково и составляет 11,8 и 10,9 мг/100 г плиты соответственно, остальные показатели ДСП несколько ниже, чем у плит на основе смолы КФ-О.

Таким образом, оптимальным количеством меламина в реакции поликонденсации с карбамидным олигомером принимаем его массу, равную 5% от массы первой порции карбамида, с соответствующим уменьшением дополнительной порции карбамида на стадии доконденсации смолы. КМФС-5 обеспечивает



#### Зависимость физико-механических показателей ДСП от количества меламина в смоле:

1 – предел прочности при изгибе  $\perp$  пласти, МПа; 2 – водопоглощение, %; 3 – разбухание, %; 4 – выделение формальдегида, мг/100 г а. с. плиты

древесностружечным плитам токсичность менее 10 мг/100 г плиты (класс эмиссии E1) и высокие физико-механические свойства.

Результаты исследования были использованы при получении опытной партии карбамидомеламиноформальдегидной смолы КМФС-5 на установке НПФ "Карбохим" (г. Дзержинск). Смола представляет собой однородную суспензию от белого до светло-желтого цвета. Ее физико-химические свойства в соответствии с ГОСТ 14231 – 88 приведены ниже.

Массовая доля сухого остатка, % .....	66±2
Вязкость условная по ВЗ-4 при (20±0,5)°С, с.....	30–50
Массовая доля свободного формальдегида, %, не более .....	0,15
Концентрация водородных ионов рН .....	7,5 – 8,5
Продолжительность желатинизации при 100°С, с.....	50 – 120
Смешиваемость с водой .....	1:2 – 1:5
Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры, МПа, не более.....	1,6

При модификации КФС меламином уменьшилось содержание свободного формальдегида. На остальные показатели введение меламина не оказывает влияния, однако массовая доля сухого остатка и условная вязкость имеют завышенные значения. Это связано с большим объемом отогнанной надсмольной воды.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

**Беттеджер Ф.** Вчера неудачник – сегодня преуспевающий коммерсант. – М.: ФАИР. (Настольная книга бизнесмена).

**Сборник** нормативных материалов по пенсионному обеспечению. – М.: Информагробизнес, 1995.

**Сборник** нормативных материалов по социально-трудовым вопросам. – М.: Информагробизнес, 1995.

**Серегин В.П., Степанов В.П., Халевинская Е.Д.** Современный взгляд на иностранные инвестиции в

На основе опытной партии смолы КМФС-5 в лаборатории изготовлены ДСП – при условиях, описанных выше – и определены физико-механические показатели плит. Свойства полученных ДСП соответствуют требованиям ГОСТ 10632 – 89 к плитам марки П-Б. Выделение формальдегида из ДСП на основе смолы КМФС-5 составляет 5 мг/100 г а. с. плиты (метод WKI – анализ водного раствора фотометрически с ацетилацетоном), что соответствует классу эмиссии формальдегида E1 по ГОСТ 10632 – 89.

Таким образом, проведенные работы показывают эффективность модификации КФС меламином, используемых в производстве ДСП. Модификатор обеспечивает снижение токсичности без ухудшения физико-механических показателей ДСП.

### Список литературы

1. **Proszyk S.** Wtasciwoci i stosowanie klej owych zywic mocznikowych wytwarzanych metoda ciaqta w CSRS //Przemysl drzewny. – Warszawa, 1988. – №1. – С. 29–32.

2. **Темкина Р.З.** Синтетические смолы в деревообработке. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 284 с.

3. Пат. 1908094 ФРГ, С 08 L 61/28, С 08 I 71/04. Verwendung wabriger Losungen von Aminoplast-Harzcondensaten als Trankharzlosungen [BASF] / Mauer J., Lenz J., Henkel H. – Publ. 9.11.78.

4. А. с. 1677043 СССР, МКИ 5 08 G 12/40. Способ получения пропиточной меламинокарбамидоформальдегидной смолы / В.И.Кульчицкий, Л.Н.Растворцева, Л.В.Воробьева, Т.В.Петрушенкова. – Оpubл. 15.09.91. Бюл. № 34.

5. **Доронин Ю.Г., Кондратьев В.П.** Водостойкие клеи в деревообработке. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 216 с.

6. **Баранова Д.Ю., Никитин А.А., Рыженкова С.А., Цветков В.Е.** Опыт промышленного использования малотоксичных модифицированных карбамидоформальдегидных смол: – Сб. науч. тр. – Моск. лесотехн. ин-т, 1989. – № 215. – С. 108 – 111.

7. Заявка 2 625 206 Франция, МКИ С 08 G 12/38 В 27 № 3/02. Soc Chimique des Charbonnages S.A. / Druert B.; Rochet G. – Оpubл. 30.06.89.

8. **Глухих В.В., Коршунова Н.И., Завьялова Е.Я.** Изучение влияния функционального состава карбамидоформальдегидной смолы КФ-МТ-15 на свойства древесностружечных плит // Технология древесных плит и пластиков. – Екатеринбург, 1994. – С. 4 – 11.

9. **Коршунова Н.И., Пазникова С.Н.** Исследование липкости карбамидоформальдегидных олигомеров // Тез. докл. обл. науч.- техн. конф.: Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса. – Екатеринбург, 1993. – С. 171 – 172.

России. – 2-е изд. доп., перераб. – М.: Марин инжиниринг сервис, 1995. – 144 с.

**Чистяков М.В.** Управление эффективностью трудовых процессов: Учеб. пособ. / Тверск. гос. ун-т. – Тверь, 1995. – 56 с.

**Симухин В.Д.** Административная ответственность в области охраны природы: Лекция / Волгоград. юрид. ин-т МВД РФ. – Волгоград, 1995. – 36 с. Таможенный кодекс Российской Федерации. – М.: Приор, 1996. – 174 с.

УДК 661.183.12:674.815-41

# "ДЕРСИН" – ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНАЯ ПЛИТА БЕЗ ФОРМАЛЬДЕГИДА

**И. А. Гамова, С. Н. Вьюнков** – С.-Петербургская лесотехническая академия

Традиционным связующим веществом древесностружечных плит (ДСП), выпускаемых в России, являются карбамидоформальдегидные олигомеры различных марок. В связи с постоянным ужесточением требований к токсичности плит возникла необходимость использования связующих веществ, практически не содержащих формальдегида. На кафедре древесных пластиков и плит С.-Петербургской лесотехнической академии разработан материал под названием "Дерсин", представляющий собой ДСП, изготовленную из стружки, жидкого стекла (ЖС), модифицирующих и отверждающих добавок.

ЖС – это водный коллоидный раствор силикатов щелочных металлов. Оно обладает адгезионными свойствами и используется в качестве клея – связующего вещества в композициях силикатных красок и строительных материалов. Особенность использования ЖС при изготовлении ДСП: при их прессовании ЖС должно вступать в адгезионное взаимодействие с древесными частицами и создавать структурный каркас, обеспечивая прочность и гидрофобность при плотности плит 600 – 800 кг/м<sup>3</sup>

Известно, что ЖС переходит в нерастворимое состояние при температуре выше 240° С, что совершенно неприемлемо при изготовлении ДСП, – поэтому значительные усилия были направлены на подбор отверждающих систем. Пригодность необходимых для твердения реагентов определяется условиями их взаимодействия с ЖС и обеспечиваемыми при этом основными показателями готовых плит. Совершенно очевидно, что отвердитель должен быть доступным и нетоксичным. К химическому взаимодействию ЖС и отвердителя предъявляются два важных и отчасти взаимопротиворечащих требования: на начальной стадии оно должно протекать с выраженным индукционным периодом, а на конечной (при прессовании плит) – осуществляться интенсивно, обеспечивая быстрое нарастание прочности в результате возникновения адгезионного взаимодействия и твердения ЖС. В течение индукционного периода древесно-клеевая масса должна сохранять жизнеспособность, необходимую для проведения различных технологических операций: дозирования, транспортирования, формирования ковра.

Для решения поставленной задачи исследован ряд соединений: гидроксиды, окислы, соли соляной, серной, кремниевой, хромовой кислот.

В результате проведенных исследований разработан состав древесно-клеевой композиции на основе растворимого стекла. Было установлено, что разработанная композиция сохраняет жизнеспособность в течение 6 ч. Прессование осуществляли по режимам изготовления обычных ДСП. Данные табл. 1 свидетельствуют о

том, что новые ДСП, отпрессованные через 30, 60, 120, 360 мин после получения пресс-массы, незначительно различаются по своим свойствам. Испытания проводили по ГОСТ 10632 – 89 "Плиты древесностружечные. Технические условия".

Таблица 1

Продолжительность выдержки композиции перед прессованием, мин	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении $\perp$ пласти, МПа	Набухание по толщине за 24 ч, %	Влагопоглощение за 24 ч, %
30	720	22,3	0,64	15,8	66,4
60	740	22,5	0,45	20,4	64,1
120	730	20,0	0,53	18,9	63,6
360	740	16,2	0,46	25,2	66,8

Поиски доступных и дешевых отвердителей привели к использованию производственных отходов, содержащих необходимые для твердения силикатного связующего реагенты. Основные показатели полученных ДСП "Дерсин" приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	"Дерсин"	ДСП
Толщина, мм	8–12	8–12
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	700–800	650–750
Предел прочности при изгибе, МПа	16–22	18
Предел прочности при растяжении $\perp$ пласти, МПа	0,6	0,35
Разбухание по толщине за 24 ч, %	15–19	22
Потеря массы при горении, %	9–10	85
Содержание формальдегида, мг/100 г плиты	0,8–1,2	≤ (8–30)*

\* Для класса ДСП Е1 – не более 8, Е2 – от 8 до 10, Е3 – от 10 до 30.

Как видно из представленных в табл. 2 данных, разработанные древесные плиты "Дерсин" по основным показателям физико-механических свойств не уступают ДСП, хорошо отделяются бумажно-смоляной пленкой и методом холодного каширования, не содержат и не выделяют формальдегида, обладают пониженной горючестью и значительно дешевле.

Испытания опытной партии плит (50 м<sup>2</sup>) подтвердили лабораторные разработки. На опытном участке тихвинского завода "Трансмаш" осуществляются отладка оборудования и освоение технологии получения плит с использованием жидкого стекла.

УДК 630.812.12:674.032.13

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОТБОРА ЕЛЕЙ С ВЫСОКИМИ РЕЗОНАНСНЫМИ СВОЙСТВАМИ

**А. А. Колесникова** – Марийский государственный технический университет

Известно, что распределение влажности в стволах растущих деревьев имеет сложный характер [4]. В частности, для ели Ленинградской обл. среднегодовая влажность заболони равна 122, а ядра – 38%. Причем при перемещении от комля к вершине влажность заболони увеличивается, а ядра – остается практически без изменения.

При неразрушающем контроле резонансных свойств древесины произрастающих елей [3] с помощью кернов, извлекаемых в соответствии с методикой [5], необходимо учитывать зависимость измеряемых параметров от влажности древесины ядра.

Для того чтобы измерить стабильные акустические показатели, образцы подвергают естественной сушке до достижения устойчивой влажности. Отметим, что продолжительность этой процедуры очень велика.

Изучение изменения массы образца, его геометрических размеров и акустических показателей в процессе естественной сушки позволяет найти регрессионные математические выражения, обеспечивающие возможность определения – сразу после извлечения ядра – будущих (после сушки) стабильных резонансных показателей древесины.

Исследования проводились на 10 модельных деревьях ели. С марта 1990 г. по октябрь 1991 г. с каждого дерева с северной стороны на высоте груди извлекались в различное время года 11 кернов. Общее количество кернов составляло 88 шт. Первый замер кернов выполнялся в лабораторных условиях по истечении около 5 ч с момента извлечения ядра из растущих деревьев. Длину ядра брали без учета его периферийной и центральной частей, т.е. ограничивались той зоной сечения дерева, из которой выпиливают заготовки для музыкальных инструментов. Продолжительность естественного высыхания измерялась сутками, поэтому при математическом моделировании первый замер проводится через 0,2 сут. после момента извлечения ядра из дерева. Влажность образца контролировалась прямым методом – по изменению его массы в процессе высыхания.

Зависимости параметров от времени (при высыхании) для всех образцов описываются уравнениями одного типа, поэтому в качестве примера в статье приведены количественные представления математических моделей только по одному ядру (дерево № 3, ядро № 2, дата извлечения – 27.04.90).

В табл. 1 приведены – для каждого из 11 задействованных в исследовании значений продолжительности высыхания  $\tau$  (сут.) – фактические и расчетные величины длины ядра  $k$  и скорости звука  $v$ . А также – значения относительной погрешности (%) для каждого из названных показателей ( $\delta k$ ,  $\delta v$ ). Они вычисля-

лись по формуле  $\delta y = 100\Delta y/y$ , где  $y$  – это расчетная величина или  $k$ , или  $v$ , а  $\Delta y$  – разность между фактической и расчетной величиной  $y$ . Регрессионный анализ совокупности фактических данных табл. 1 позволил получить следующую формулу для  $k$  и  $v$  как функций  $\tau$ :

$$k = 88,551 + 1,924 \exp(-0,23128\tau), \quad (1)$$

$$v = 1592,33 - 355,82 \exp(-1,08467\tau). \quad (2)$$

Формула (2) выражает экспоненциальный рост  $v$  во времени в процессе высыхания. Эта модель высокоадекватна: из табл. 1 видно, что относительная погрешность – менее 3% по модулю.

Таблица 1

$\tau$ сут.	$k$ , мм			$v$ , м/с		
	факт.	расч.	$\delta k$ , %	факт.	расч.	$\delta v$ , %
0,2	90,60	90,39	0,23	1305,4	1305,9	-0,04
1	89,90	90,08	-0,20	1473,7	1472,1	0,11
3	89,25	89,51	-0,29	1574,0	1578,6	-0,29
5	89,20	89,16	0,05	1609,9	1590,8	1,02
6	89,10	89,03	0,08	1569,9	1591,8	-1,65
7	89,00	88,93	0,08	1572,4	1592,3	-1,26
10	89,00	88,74	0,29	1569,6	1592,3	-1,45
17	88,80	88,59	0,24	1577,2	1592,3	-0,96
18	88,45	88,58	-0,15	1608,1	1592,3	0,98
19	88,40	88,57	-0,20	1640,0	1592,3	2,91
20	88,45	88,57	-0,14	1599,4	1592,3	0,44

Аналогично исследуя изменение во времени (при высыхании) массы  $m$  и относительной влажности  $W$  ядра, получили такие формулы:

$$m = 0,57628 + 0,08168 \exp(-1,91647\tau), \quad (3)$$

$$W = 4,935 + 91,475 \exp(-2,8656 \tau^{0,1916}). \quad (4)$$

Следует отметить, что максимальная относительная погрешность для  $m$  не превышает 2%, а расчетная величина относительной влажности ядра  $W$  может значительно отличаться от фактической (максимальная относительная погрешность доходит до 20%). Влажность образца определялась относительно массы абсолютно сухой древесины.

Анализ вышеприведенных регрессионных формул показывает, что параметр ядра  $k$  и показатели его скорости  $m$ ,  $W$ ,  $v$  как функции  $\tau$  описываются одним и тем же типом математической модели:

$$y = a_2 + (a_1 - a_2) \exp(-a_3 \tau^{a_4}), \quad (5)$$

где для  $k$ ,  $m$  имеем  $a_4 = 1$ .

Отметим, что  $a_1$  – это величина исследуемого показателя  $y$  на момент извлечения керна, поскольку при  $\tau = 0$  из формулы (5) получаем  $y = a_1$ . А  $a_2$  – его значение при  $\tau \gg 20$  сут., когда после высыхания древесины ее влажность становится устойчивой, так как при  $\tau = \infty$  выражение (5) дает  $y = a_2$ . Практически стабильность величин исследуемых показателей достигается уже при  $\tau \geq 10 \div 19$  сут.

Таким образом, для исследуемого конкретного керна общая формула (5) позволяет узнать по регрессионным коэффициентам теоретические предельные значения различных показателей (табл. 2).

Как видно из табл. 2, отношение теоретических предельных значений влажности древесины:  $W$  при  $\tau = 0$  и  $W$  при  $\tau \gg 20$  сут. (а для определенности – при  $\tau = \infty$ ) – составляет 19,54. Это отношение весьма высокозначимо. По результатам исследования,  $W(0,2 \text{ сут.}) = 16,6\%$ . Отметим, что последняя величина почти в 6 раз меньше значения  $W$  при  $\tau = 0$ .

Таблица 2

Показатели керна	Предельные значения показателей в момент	
	извлечения керна	после естественного высыхания керна
Длина, мм	90,47	88,55
Диаметр вдоль волокон, мм	4,66	4,47
Диаметр поперек волокон, мм	4,67	4,23
Объем, мм <sup>3</sup>	1520,93	1318,95
Масса, г	0,66	0,58
Влажность древесины, %	96,41	4,93
Скорость ультразвука, м/с	1236,51	1592,33
Плотность древесины, кг/м <sup>3</sup>	432,60	436,92
Акустическая константа, м <sup>4</sup> /кг·с	2,86	3,64
Модуль упругости, Н/м <sup>2</sup>	6,61·10 <sup>8</sup>	11,08·10 <sup>8</sup>

В связи с изложенным упомянем исследования проф. А.Т.Ванина [1], в которых рассматриваются особенности применения бурава Пресслера. По его мнению, в первую очередь следует учесть при высверливании механическое воздействие конца бурава на древесину. Режущей частью бурава значительная часть влаги из будущего керна отжимается в стороны. Вероятно, доля отжатой влаги зависит от остроты и качества режущей кромки бурава.

Поэтому для совершенствования контроля резонансных свойств непосредственно на растущем дереве необходимы дальнейшие исследования влажности древесины от периферии ствола ели до центра его сечения.

Теперь выразим каждый из показателей  $k$ ,  $m$ ,  $v$  как функцию влажности древесины:

$$k = 87,4 + 0,32687 W^{0,81408}, \quad (6)$$

$$m = 0,5422 + 0,0054491 W^{0,99744}, \quad (7)$$

$$v = 1726,89 - 16,6230 W^{1,13476}. \quad (8)$$

Формулы (6), (7) и (8) совпадают с экспериментальными данными с точностью не хуже  $\pm 1$ ,  $\pm 0,1$  и  $\pm 5\%$  соответственно. Сопоставление  $y(\tau)$  с  $y(W)$ , где  $y$  – это или  $k$ , или  $m$ , или  $v$ , показывает: выражение (1) точнее (6), формула (7) адекватнее (3), а выражение (2) точнее (6).

Отсюда следует, что при расчете будущих (после сушки) стабильных величин  $k$  и  $v$  целесообразно пользоваться формулами (1) и (2) соответственно, а при определении  $m$  – выражением (7).

## Выводы

При извлечении керна из произрастающего дерева ели влажность древесины значительно уменьшается из-за отжатия влаги режущей частью возрастного бурава. В процессе последующего естественного высыхания керна его длина, диаметр, объем, масса уменьшаются во времени по экспоненциальному закону. При этом устойчивая влажность керна и, соответственно, стабильность значений его параметров, а также скорости ультразвука вдоль керна достигаются через 10 – 19 сут. высыхания в комнатных условиях.

В процессе высыхания керна скорость ультразвука вдоль него увеличивается во времени по экспоненциальному закону. Влажность древесины керна весьма сильно влияет на его акустические показатели. При этом наиболее точна регрессионная формула зависимости массы керна от упомянутой влажности.

Приведенные в статье регрессионные математические формулы позволяют подойти к решению проблемы оперативного отбора произрастающих елей с высокими резонансными свойствами древесины – непосредственно в лесу с помощью выполнения камеральных экспериментов, соответствующих переносных приборов, т.е. без выполнения промежуточных экспериментов с использованием сушильных камер.

## Список литературы

1. Ванин А.Т. К методике определения влажности не просушенной древесины // Лесной журнал. – 1959. – № 1. – С. 126 – 131.
2. Боровиков А.М. Исследование влияния температуры и влажности на упругость, вязкость и пластичность древесины: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Архангельск: АЛТИ, 1969. – 23 с.
3. Колесникова А.А. Повышение эффективности выборочного неразрушающего контроля резонансных свойств произрастающих деревьев ели // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1995. – № 4. – С. 5 – 6.
4. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: Учебник. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 362 с.
5. Столяров Д.П., Полуобояринов О.И. и др. Использование кернов древесины в лесоводственных исследованиях: Метод. реком. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. – 43 с.

УДК 674.817-41:66.01

# УСТРАНЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТОЙ ПЛИТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ МАССЫ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

А. Г. Кузнецов, А. А. Багаев, В. П. Ефимов – С.-Петербургская лесотехническая академия

Одной из важных характеристик качества готовой продукции в производстве плитных материалов является равномерность распределения частиц по площади формируемого изделия. От того, насколько качественно проведено формирование древесноволокнистого ковра, зависит стабильность свойств и величина физико-механических показателей древесноволокнистых плит (ДВП).

По мнению большинства исследователей [1, 2, 3], свойства древесноволокнистого ковра зависят от состояния волокнистой суспензии, из которой он был сформирован. Чем лучше диспергированы древесные волокна в жидкости, тем более равномерно распределены древесные частицы в ковре.

Поскольку древесноволокнистые массы относятся к грубодисперсным системам, характер волокон, их размеры и форма не позволяют достичь полной агрегативной устойчивости без флокуляции. Флокуляция – неперенное условие существования волокнистых систем [3].

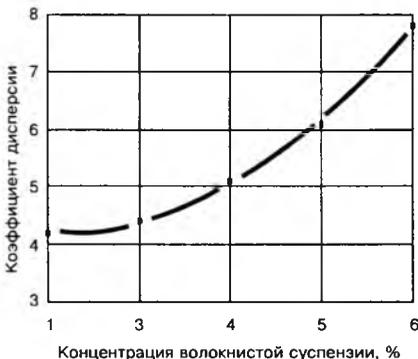


Рис. 1. Оценка равномерности распределения волокон в ковре

Некоторые считают [4], что для древесноволокнистой массы со степенью помола 14°ШР критической концентрация – при превышении которой происходит флокуляция древесных частиц – составляет около 0,6%. Таким образом, рабочая концентрация волокнистой массы (0,8 – 1,2%) при отливе древесноволокнистого ковра – вне зависимости от способа получения массы – означает существование участков с неравномерной структурой.

Современные технологии производства плитных материалов ориентированы на высококонцентрированные дисперсии с целью рационального использования оборудования, сырья и материалов. Вместе с тем применение волоконистых суспензий с повышенной концентрацией волокон (3 – 5%) будет способствовать еще большей неоднородности древесноволокнистых ковров [5]. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) в волокнистых суспензиях улучшает их седиментационную устойчивость [2]. Известно, что ПАВ, адсорбируясь на межфазной поверхности дисперсионной фазы, понижают поверхностную энергию Гиббса, тем самым ослабляя межволоконные взаимодействия. В результате этого эффекта древесные волокна получают возможность перемещаться относительно друг друга, способствуя лучшему диспергированию суспензии.

Замена части жидкой дисперсионной среды газовой (воздушной) привела к созданию "пенного" способа формирования волокнистого полотна в производстве бумаги [3]. Поскольку древесные

частицы не проникают внутрь луз зырьков воздуха, а располагаются в межпузырьковой жидкости, создаются условия для наилучшего диспергирования волокнистой массы. Опыт применения данного способа получения древесноволокнистых ковров в производстве ДВП отсутствует. Кроме того, мало изучены влияние концентрации древесноволокнистой суспензии на дисперсию волокон в ковре, а также способы снижения неравномерности плиты.

В проведенных исследованиях изучали различные факторы (концентрацию древесноволокнистой массы, добавки ПАВ, пропитку плиты), влияющие на изменение неоднородности плиты.

Объектом исследования были древесноволокнистая масса со степенью помола 12°ШР и поверхностно-активные вещества ОС-20, ОП-10. Отлив древесноволокнистых ковров производили на лабораторном отливном аппарате. Полученные древесноволокнистые плиты разрезали на одинаковые фрагменты, которые взвешивали и испытывали на предел прочности при статическом изгибе. Статистической обработкой определяли коэффициент дисперсии волокон в выделенных фрагментах. В каждой выборочной партии исследовалось не менее 20 фрагментов плит.

Как свидетельствуют экспериментальные данные (рис. 1), увеличение концентрации древесных волокон в суспензии приводит к ухудшению равномерности древесноволокнистого ковра. Формирование ковра из 5%-ной массы увеличивает неоднородность плиты почти в 2 раза по сравнению с коврами, полученными из 1%-ной

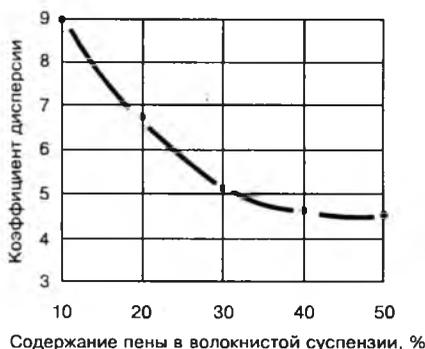


Рис. 2. Зависимость коэффициента дисперсии волокон в ковре от объема пены

нистую суспензию пенообразователя и последующем вспенивании (с помощью высокоскоростной мешалки) образующаяся пена выступает в качестве дисперсионной среды. Исследования влияния количества пены в древесноволокнистой массе на изменение равномерности формируемых ковров показали (рис. 2), что с увеличением доли пенной среды коэффициент дисперсии волокон в ковре значительно уменьшается, достигая величин, характерных для ковров из 1%-ной массы.

Образованию более равномерной структуры древесноволокнистого ковра способствует применение виброуплотнения ковров на стадии отлива [2]. В проведенных исследованиях наблюдали уменьшение коэффициента дисперсии волокон в образцах на 15 – 25% после вибрационного воздействия.

Как известно, при использовании в мебельном производстве и строительстве плитных материалов большое значение придается равномерности физико-механических свойств этих материалов. Нарушение однородности структуры ковра приводит к "скачкам" прочности по площади плиты. Устранение неоднородности прочности плиты – важная задача производства ДВП.

Способ пропитки древесноволокнистых плит модифицирован-

ным талловым маслом (Т.М.) [6] с целью повышения физико-механических показателей может служить и для выравнивания физико-механических свойств материала по его площади.

Известно, что один из факторов, ограничивающих скорость пропитки любых материалов, – их плотность [5]. Поскольку плотности фрагментов древесноволокнистой плиты отличаются друг от друга, различны будут и скорости диффузии пропиточного раствора (расплава) в разные области такой плиты. На рис. 3 показана зависимость скорости диффузии пропиточного расплава Т.М. в плиту от ее плотности. Как и следовало ожидать, скорость диффузии таллового масла в плиту существенно меняется с изменением ее плотности.

Коэффициенты дисперсии предела прочности плиты при статическом изгибе для образцов, полученных на различных стадиях послепрессовой обработки, приведены в табл. 1.

Теоретической предпосылкой для выравнивания плотностей отдельных участков плиты является различие скоростей диффузии пропиточного расплава, а уменьшения "скачков" прочности – различное количество химических связей в системе талловое масло – волокно. Для доказательства данной гипотезы из измельченных до волокон фрагментов плит, полученных в лабораторных условиях из массы 5%-ной концентрации, экстрагировали серным эфиром химически не связанное талловое масло, а после омыления проэкстрагированного остатка – химически связанное талловое масло (табл. 2).

При анализе полученных результатов можно сделать вывод о том, что содержание таллового масла на разных участках плиты отличается друг от друга. Кроме того, количество таллового масла, участвующего в образовании хи-

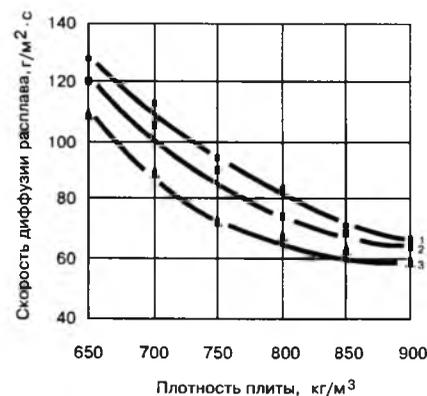


Рис. 3. Зависимость скорости диффузии пропиточного расплава Т.М. в плиту от ее плотности:

1 – температура пропиточного расплава 140°C; 2 – 120°C; 3 – 90°C

мических связей между волокнами, также различно по площади плиты и определяется общим содержанием таллового масла в фрагменте плиты. По-видимому, чем больше таллового масла в межволоконных пустотах плиты, тем больше возможностей для образования химических сшивков волокно – талловое масло – волокно.

Таким образом, целесообразно применять пропиточные растворы (расплавы) для устранения неоднородности древесноволокнистой плиты. Особенно эффективен данный способ при использовании в технологии высококонцентрированных масс – при условии, что пропиточный раствор или расплав обладает клеящей способностью.

#### Список литературы

1. Рейзинь Р.Э. Структурообразование в суспензиях целлюлозных волокон. – Рига: Зинатне, 1987. – 208 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 320 с.
3. Смолин А.С., Аксельрод Г.З. Технология формирования бумаги и картона. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 120 с.
4. Скрובה Н.И., Бирюков В.И. Механизм формирования волокнистых материалов мокрым способом: Сб. тр. – Балабаново: ВНИИдрев, 1970. – Вып. 4. – С. 130 – 145.
5. Белехова Л.Д., Кузнецова А.В., Лядова Н.В., Смолин А.С. Концентрация в напускном устройстве и процесс формирования. Исследование в области технологии бумаги и картона: Сб. тр. – М.: ВНИИБ, 1982. – С. 19 – 24.

Таблица 1

Партия образцов	Коэффициент дисперсии образцов плит			
	до пропитки по		после пропитки по	
	плотности	прочности	плотности	прочности
Плиты из 5%-ной суспензии	9,6	32,8	7,9	20,2
Плиты из 5%-ной вспененной суспензии	5,8	26,2	4,1	19,5

Таблица 2

Номер плиты	Плотность фрагментов плит до пропитки, кг/м <sup>3</sup>	Количество Т.М. в фрагментах плиты, %		
		химически не связанного	химически связанного	всего
1-й	900	3,2	5,1	8,3
2-й	940	3,6	4,6	8,2
3-й	830	5,8	6,4	12,2
4-й	950	4,2	3,2	7,4
5-й	910	3,6	3,9	7,5

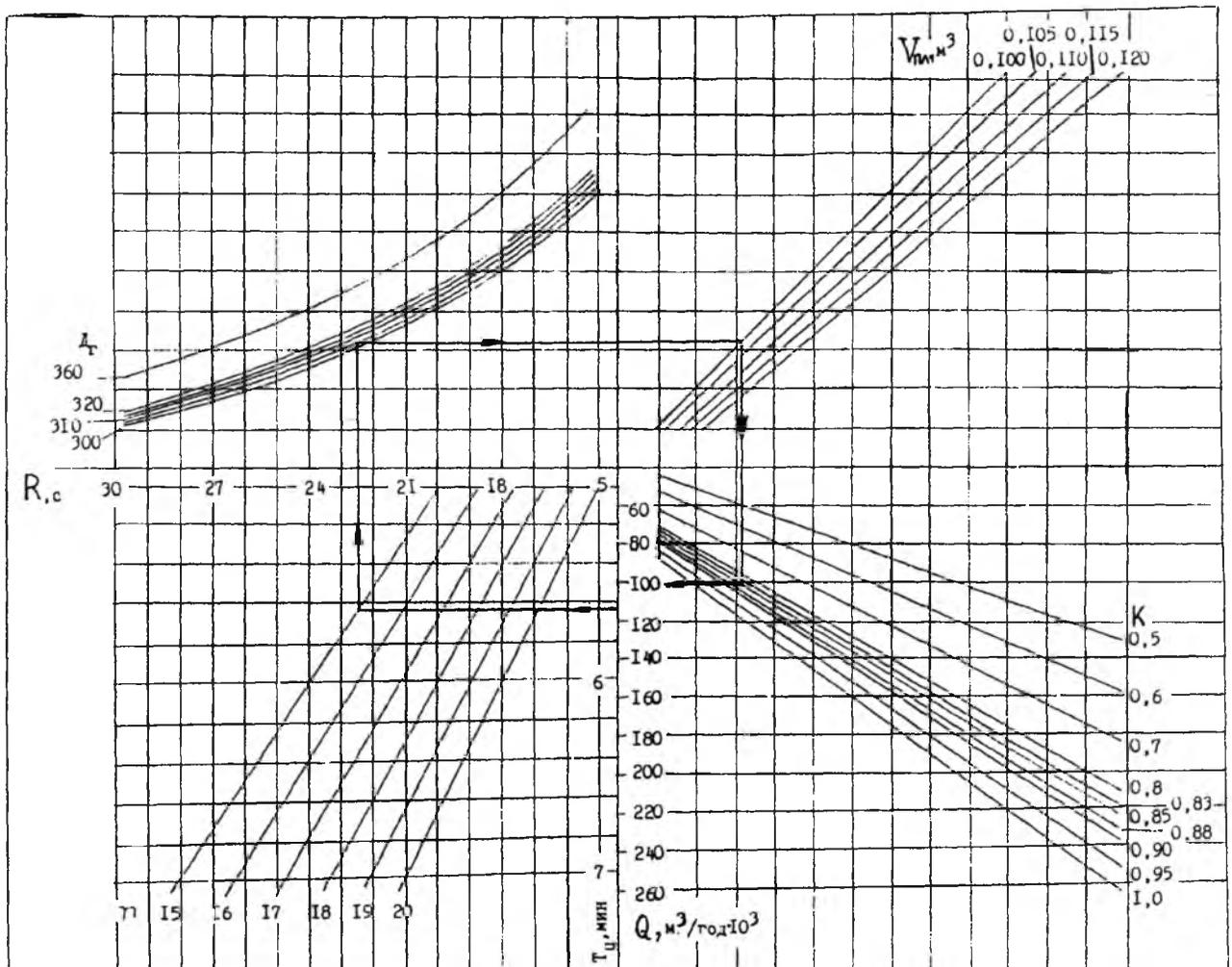
6. Царев Г.И., Леонович А.А. Закономерности образования ДВП с использованием талловых продуктов // Изв. СПбЛТА. – 1995. – Вып. 3 (161). – С. 169 – 180.

7. Леонович А.А., Царев Г.И. Современные способы изготовления древесноволокнистых плит специальных видов: (Обзор). – М., 1975. – 47 с.

УДК 674.815-41.001.5

## НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ В МНОГОПРОЛЕТНЫХ ПРЕССАХ

С. Г. Агабабов – НИПКИдревплит, В. С. Агабабов – МЭИ



Для цехов древесностружечных плит (ДСП) кроме расчета и регулирования технологического процесса их производства (Агабабов С.Г., Агабабов В.С. О расчете и регулировании технологического процесса производства древесностружечных плит // Деревообрабатывающая пром-сть. – 1996. – № 1. – С. 9 – 11) практический интерес представляет эффективная методика выбора режима работы оборудования – с учетом его характеристик, допустимых границ их изменения, возможностей регулирования без нарушения требований к проведению этого процесса. Производительность установки для изготовления ДСП (м<sup>3</sup>/год) определяется по формуле

$$Q = V_{пл} \cdot n \cdot D_r \cdot 60 \cdot 24 \cdot K / T_{ц},$$

где  $V_{пл}$  – объем плиты после прессования, м<sup>3</sup>;  
 $n$  – количество плит в одной запрессовке;

$D_r$  – количество рабочих дней в году;  
 $K$  – коэффициент использования оборудования;  
 $T_{ц}$  – продолжительность цикла прессования, мин.

$T_{ц}$  определяется ритмом главного конвейера  $R$  (мин):

$$T_{ц} = n R.$$

Зная характеристики оборудования и пределы допустимого их изменения, можно определить необходимый режим работы установки при условии обеспечения технологических требований режима прессования.

В процессе работы установки нередко требуется оперативно изменить режим работы отдельных ее узлов. Наиболее легко это можно сделать, используя номограмму, изображенную на рисунке. Для большего удобства пользования номограммой на ней следует указать границы допустимых

изменений параметров, соответствующие конкретному оборудованию, при заданном технологическом режиме прессования.

Наличие такой номограммы в цехе ДСП позволит производственному персоналу легко ориентироваться в поддержании режима, необходимого для надежной, безаварийной работы. Наглядное изображение масштабов каждого из параметров даст возможность легко анализировать их влияние и определять наиболее рациональное направление регулирования режима работы оборудования.

Номограмма может быть также использована для расчетов при проектировании и реконструкции установок для изготовления ДСП, при разработке конструкции пресса (определении числа этажей, размеров плит) или параметров режима проведения технологического процесса производства древесностружечных плит.

□



Производит и реализует коагулянты для очистки питьевой воды, промышленных стоков, производства бумаги и буровых работ.

**Сульфат алюминия в твердом виде (ГОСТ 12966–85).** Продукт пожаро- и взрывобезопасен. Поставляется железнодорожным транспортом в крытых вагонах или автомобильным (самовывоз).

**Оксихлорид алюминия в жидком виде (ТУ 6–09–05–1456–95).** Применение оксихлорида позволяет:

- улучшить качество воды, при достижении содержания алюминия в ней 0,1 – 0,2 мг/л;
- снизить дозу коагулянта в 1,5 – 2 раза по сравнению с сернокислым алюминием;
- увеличить фильтроцикл в 1,5 раза;

– снизить объем осадка предварительного хлорирования.

Транспортируется в железнодорожных цистернах для перевозки соляной кислоты или в специальных автоцистернах из коррозионностойких материалов.

Наша продукция многие годы применяется в Москве и других регионах России, а также в странах ближнего зарубежья.

**Реквизиты для заказа коагулянтов:**

**125438, Москва, 4-й Лихачевский пер., д.6. АО "Аурат"**

**Телефоны: 154–99–13, 154–70–91.**

**Факс: 943–00–67.**

**Телетайп: 611525 КУПР.**

# ДРЕВНЕРУССКОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ЗОДЧЕСТВО

**Я. В. Малков**, д-р техн. наук – Московский государственный университет леса

Главным заповедником деревянного зодчества исторически стал Север России. Уже с XI в. началось освоение этих земель новгородцами, продолжено было Ростовом и Владимиром, а затем Московским государством. Это обширные земли бассейна Онежского озера и Белого моря, рек Сухоны, Онеги, Северной Двины, Вычегды, Пинеги, Мезени. Вплоть до конца XVIII в. здесь создавались деревянные шедевры.

История изучения памятников многовекового древнерусского деревянного зодчества коротка – немногим более века. На сей счет было, по-видимому, несколько причин. Во-первых, деревянная архитектура рассматривалась как рутинный атрибут традиционной, консервативной старины и не включалась в сферу искусства. Во-вторых, до середины XIX в. в России был весьма затруднен доступ к самим памятникам деревянного зодчества, большинство которых находилось в труднодоступных местах (эта трудность сохранилась и в наше время). Третья причина, по всей вероятности, коренилась в "официальном" отношении к деревянному зодчеству, сохранившему с древности органическую связь с языческой культурой восточных славян и других племен и народов, населявших Север, что не только не одобрялось, но и всегда преследовалось.

Интерес к изучению древнерусского деревянного зодчества существенно расширился и углубился после поездки И.Э.Грабаря на Север в 1901–1902 гг. и выхода после этого первого тома "Истории русского искусства", в котором совместно с Ф. Ф. Горностаевым был напечатан раздел "Деревянное зодчество русского Севера" [1] с большим количеством замечательных иллюстраций, представляющих сейчас особый интерес, ибо большинство изображенных там памятников до наших времен не дожили.

С тех пор крупные знатоки деревянного зодчества (Г.М.Габеев,

П.Н.Максимов [6], А. В. Ополонников [2, 3, 4], Ю. С. Ушаков [5] и др.) систематически проводили исследования, позволившие реконструировать и реставрировать ряд прекрасных памятников старины.

Но время и люди продолжали вершить свой несправедливый суд. Подсчитано, что только с 1970 г. на Севере погибало примерно по три первоклассных памятника ежегодно. Поэтому в последние десятилетия была предпринята попытка спасения деревянных памятников сведением их в условные ассоциации – музеи под открытым небом. Проблема их охраны при этом в основном решалась, но и потери были очевидны. Будучи изъятыми из органического пространства, главным украшением которого они являлись, они теряли сами в зрелищности, не говоря уж о том, как осиротели места, где они стояли.

Дерево сопутствовало русскому человеку от рождения до смерти. Его качали в деревянной зыбке, вокруг были изделия из дерева: прялки, ткацкие станки, кухонная утварь. Вокруг дома стояли колодцы, амбары, изгороди, ворота, мельничные ветряки. Окончив земной путь, человек обретал "домовину". Надгробие тоже имело форму домовины. В голову ставились резные столбцы. Все было целесообразно и эстетично. Во всех малых формах щедро присутствовало декоративное начало, часто поднимавшееся до уровня большого искусства.

Лес был привычной средой обитания. Причем не только на Севере, но и на Юге, где лесов в ту пору было гораздо больше, чем сейчас. Лес вызревал до могучего, позднего возраста. Немудрено, что наиболее значительные постройки древней Руси воздвигались из многовековых стволов бревен длиной 8 – 10 м, а иногда даже 16 – 18 м и диаметром около 0,5 м и более.

Лес был в обилии. Доставка его к месту строительства не состав-

ляла особого труда. Мастерство обработки – рубки было таким, что нередко большая "обыденная" церковь "рубилась" и "наряжалась" в один день. И богатые люди на Руси вплоть до Петровских времен предпочитали жить в деревянных домах. Так что даже Москва в 1610 г. была почти вся деревянной. И в более поздние времена дереву отдавалось предпочтение.

Наиболее ранние деревянные памятники из дошедших до нас относятся в основном к концу XVI – началу XVII вв. Поэтому процесс развития деревянного зодчества Руси может быть реконструирован по бесспорным летописным свидетельствам, изображениям деревянных храмов на иконах, раскопкам нижних венцов ранних построек и, главным образом, на основе устойчивости традиций строительных и художественных приемов в деревянном зодчестве, косвенным свидетельством которых было безусловное влияние деревянного зодчества на каменное.

Первые православные храмы на Руси были деревянными. Известно, что еще до официального принятия христианства Киевской Русью в Киеве в первой половине X в. был построен деревянный храм Ильи Пророка. В нем князь Игорь давал клятву верности договору с Византией в 944 г. Дерево было использовано и в ряде других первоначальных важных построек христианских храмов: Софийского собора (Новгород), Успенского собора (Ростов Великий) и др.

Изначальной, первичной формой и жилища, и храма была так называемая "клеть". Ряды тем или иным способом соединенных венцов назывались "стопами" или "срубами". Срубы с дверями и окнами, полами и потолками представляли собой готовый строительный модуль – "клеть". Часто клеть для жилья и обустройства клетского храма для большей комфортности (особенно в усло-

виях сурового Севера) ставилась на подсобный первый этаж – сруб, называемый "подклетом", в котором чаще всего устраивали хранилище. Жилье на втором этаже называлось "горним". Отсюда "горница". Клетский тип здания – самый массовый на Руси.

Отличительной особенностью ранних деревянных и каменных православных храмов было многоглавие. Никакими функциональными причинами оно объяснено быть не может. Видимо, Церковь вынуждена была пойти на компромисс с традициями языческих культовых построек восточных славян, о которых нам ничего достоверно не известно.

Не позднее первой половины XIII в. на Руси появляется шатровая форма деревянного храма. С конца XVI в. известно много прекрасных шатровых памятников деревянного зодчества. Их строительство на Севере не прекращалось и после Никоновского запрета 1656 г. Однако запрет на строительство шатровых храмов нашел некоторый плодотворный отклик в деревянном зодчестве. Так родился синтез шатра и пятиглавия: "Стремление придать шатровому храму вид пятиглавого привело к особому приему обработки "верха" храма, состоящему в том, что у подножия шатра прирубались четыре бочки, расположенные по странам света. Эти бочки предназначались исключительно для того, чтобы нести главки, и уже никакой служебной роли не исполняли...". Этот прием известен под названием "шатра на крещатой бочке" [1].

Однако здесь еще шатер существовал слишком явно. С половины XVII в. заметно лихорадочное искание новых форм, так или иначе напоминающих и заменяющих шатер. Из комбинации бочки и шатра вырос "куб". На вытнутой вершине куба помещалась одна глава. Так храм получал одноглавие. Если же расположить четыре главы вокруг куба, храм становился пятиглавым. Таким образом, "шатер на крещатой бочке" и так называемая "кубоватая" форма храма стали переходными разновидностями шатровой формы.

Во второй половине XVII в. на

еще одна форма храма – многоярусная, использующая начальную композицию шатрового храма "восьмерик на четверике", но дополненная ярусами восьмериков уменьшающихся размеров.

Особо трудные времена для деревянного зодчества наступили в середине XIX в., когда Синод и царское правительство окончательно разгромили раскольников. В опалу попали и памятники "раскольничьей" архитектуры. К ним были отнесены все древние деревянные церкви. Прошло массовое уничтожение, разорение монастырей, церквей, часовен, скитов под предлогом их ветхости.

Во второй половине XIX в. оставшиеся церкви в "благородных" целях борьбы с "подлым вкусом" претерпевают массовое "благолепное обновление". Бревенчатые стены получают унылую тесовую обшивку и украшаются безвкусами и чужеродными аксессуарами архитектурной эклектики. Поэтому, если бы не заинтересованное активное изучение специалистами – подвижниками с конца XIX в. ранних деревянных построек, до нас вообще могло бы ничего не дойти из старых памятников деревянного зодчества.

Что позволяет рассматривать древнерусское деревянное зодчество как явление не только бытового, народного, но и профессионального высокого искусства? Связь народного и профессионального начал столь органична, что отделять их невозможно и не нужно. Это искусство характеризуется единством строительных и декоративных приемов, практических и эстетических задач, а также вековой устойчивостью форм. Деревянное зодчество в отличие от каменного использует в своей основе крупные, интегральные модули. И тем не менее нет двух одинаковых зданий, хотя кажется, что много похожих. Немногочисленные правила, каноны – источник внутренней энергии деревянного зодчества.

В сущности каждый тип деревянного здания – это неисчерпаемая тема с многочисленными вариациями. Каждый – индивидуальность. Вместе – генотип. И при этом несет в себе неисчерпаемый эстетический потенциал.

Несколько слов об искусстве постановки памятников – искусстве естественного объединения ландшафта с архитектурным памятником или ансамблем. Здесь всегда гармония и любовь, деликатное партнерство и никаких подчеркиваний. И этим благоговейным отношением к природе, быть может, восходящим к далеким языческим временам, когда природа была объектом поклонения, а человек не мыслил себя вне ее, было проникнуто понимание пространства русскими древоделами – зодчими.

**Строительные приемы в деревянном зодчестве.** Самые различные по назначению и внешней форме деревянные здания: избы, хоромы и дворцы, часовни, церкви, крепости и хозяйственные постройки – возводились на основе единых строительных приемов. Изумляет их рациональность, высокая технологичность и абсолютная универсальность.

Исходная деталь – бревно. Бревна связываются по углам в венцы, а между собой в венцах – в стопы.

Два главных вида соединений – "в обло" и "в лапу". Были и другие способы: "в крюк", "в погон", "в охряпку", "в иглу". Они менялись в зависимости от типа сооружения и конфигурации венца. Соединение бревен в венец и венцов в стопу производилось при помощи вырубки. В ранних постройках пазы – углубления делались в верхней части бревен. Позднее – в нижней части.

Наружные бревна сруба оставались круглыми, а внутренние стены обтесывались и "выскабливались в лас". В углах они при этом чаще всего скруглялись – чтобы углы зимой не промерзали. Размеры сруба и, стало быть, клетки определялись размерами бревен. Крупные здания составлялись из нескольких клеток. Использовались разные способы соединения. В жилых домах иногда срубы ставились вплотную друг к другу. Так что между ними оказывались двойные стены. В других случаях продольные бревна смежных срубов срачивались в гнездах поперечной стены. Так образовывались два соединенных сруба с одной общей стеной. Иногда между срубами делали сени.

Церковные здания, где требуется для больших приходов достаточно большое общее пространство, делались восьмигранными. Бревна в углах соединялись под углом 135 град. Такие "восьмерики", ставившиеся на "пошве", т.е. с земли, позволяли получить площадь, в 5 – 6 раз превосходящую площадь квадратного сруба – при той же, что и у восьмерика, длине бревен.

В покрытиях зданий также использовали горизонтальные венцы. Прямоугольные крыши (на два ската) опирались по торцам здания на треугольное завершение стены – "щипец". Бревна торцовых стен – "самцы" скреплялись продольными бревнами, которые имели большой выпуск над торцовыми фасадами. Это давало возможность сильно выступающими свесами кровли предохранять торцовые стены от непогоды. Боковые стены предохранялись другим способом: верхние венцы боковых стен последовательным напуском, выступая друг над другом, образовывали криволинейный карниз – "повал". Лежащая на повале кровля надежно защищала боковые стены от намокания. Для этого нижняя часть кровли делалась более пологой, чем верхняя, и называлась "полицей". Часто в нижней части кровли делались желоба из бревен – "застрехи" или "водотечники", или "потоки". Прямоугольные кровли покрывали тесом, который часто укладывали в два слоя.

Кровля могла иметь разный наклон. Однако суровость климата приводила к общей тенденции – высокому подъему кровель в углах верхнего соединения – "князька". В северных избах с прямоугольным покрытием угол в верхнем соединении составлял примерно 90 град. В храмах с прямоугольным покрытием часто делалась "клинчатая" кровля с углом 40 – 45 град. Детали и конструкции деревянных зданий с двускатным покрытием представлены на рис. 1.

Рассмотренные строительные приемы использовались и при возведении шатровых сооружений: храмов, колоколен, дворцов и хором (рис. 2), – а также зданий с криволинейным покрытием – "бочек", "крещатых бочек", "кубов" (рис. 3, 4).

В отличие от прямоугольных кровель шатры и криволинейные покрытия "кожушились", т.е. покрывались в чешую "лемехом". "Лемех" стругали обыкновенно из осины тонкими узкими дощечками, наружные концы которых вырубались в виде крестов... Такая кровля не только издали, но и даже на близком расстоянии производит впечатление серебряной или посеребренной... [1]. Лемех делался одного размера. При укладке на криволинейные покрытия он слегка подтесывался. Для нижней части куполов лемешины подтесывались по кромкам снизу. Для средней части не тесались вообще. А для верхней части подтесывались по верхним кромкам. Поэтому оси лемешин на криволинейных поверхностях не совпадают.

В стенах срубов делались проемы для окон и дверей. В жилых домах двери старались делать низкими и окна маленькими: берегли тепло и сохраняли прочность здания – ведь перерубка бревен ослабляла конструкцию.

При необходимости иметь широкие проемы (двери в церквях, ворота) для предотвращения прогиба верхнего бревна завершения проемов нередко придавали трапециевидную форму – последовательным напуском верхних бревен, обрамлявших проем. Этот же прием использовали в консолях, поддерживавших ветряные мельницы, галереи, площадки крылец, крепостные парапеты.

Простота и рациональность строительных приемов древнерусского зодчества способствовали выработке высокого профессионализма в массовом строительстве.

**Декоративные приемы в деревянном зодчестве.** Арсенал собственно декоративных средств в деревянном зодчестве весьма ограничен. В первую очередь – это декоративная резьба. Может быть отмечена высокая устойчивость приемов и образов художественной резьбы. В резьбе используются главным образом символы языческих верований: добрые духи дома и домашнего очага (обереги). Круглая розетка на "причинах" (резная доска, закрывающая торцы прямоугольной кровли) и "полотенце" – ветренице (вертикальная резная доска вдоль ребра кровли, закрывающая стык

причелин) с изысканной игрой лучей (обычно 12 или 16) – олицетворение бога жизни – Солнца (солнечный символ). Солнечные знаки в нижних концах причелин и верхнем углу фронтона на ветренице символизируют солнечный ход. "Полотенце" трапециевидной Покровской церкви в Кижях показано на рис. 5.

Конская голова охлупня (выдолбленного тяжелого бревна, накрывающего верхний стык скатов кровли) в завершении дома – символ пути в бессмертие.

Зубчатый "городок" – один из атрибутов изображения символа плодородия и богини рода Беренины. Само резное "полотенце" под коньком – символ жизненной чистоты. Эти же элементы резьбы наносились на долговременно используемые орудия и предметы быта: ткацкие станки, прялки, посуду и др. Аналогично украшались "домовины" и столбцы в головах "домовин" и тем самым соблюдалась культ мертвых. Таким образом, изобразительные средства базировались на традиционной символике и потому были универсальны. Но комбинации символов ничем не ограничивались: узоры и орнаменты были бесконечно разнообразны.

С XVIII в. кроме резьбы широко практикуется нанесение красочных орнаментов (особенно в жилищной архитектуре на Мезени). Первоначально эти декоративные средства применялись в убранстве "верхов". Затем очередь дошла до украшения обрамлений окон и дверей.

В Заонежье в целом ряде шатровых и многоглавых храмов был использован еще один декоративный прием – треугольный фронтонный пояс из резных досок, который еще и предохранял уязвимые места здания от намокания. Впрочем, и другие резные украшения (причелины, подзоры, наличники) тоже закрывали уязвимые торцы и швы.

Важными декоративными элементами зданий были их крыльца. Как правило, они имели резные балясины, обрешетки с узорной резьбой. Часто крыльцам придавалась необычная, запоминающаяся форма – особенно, если здание входило в ансамбль.



Рис. 1

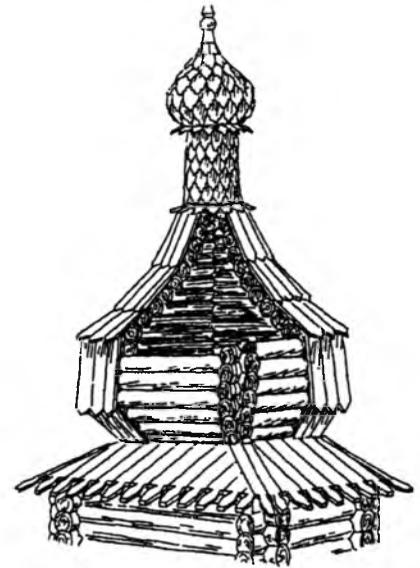


Рис. 4

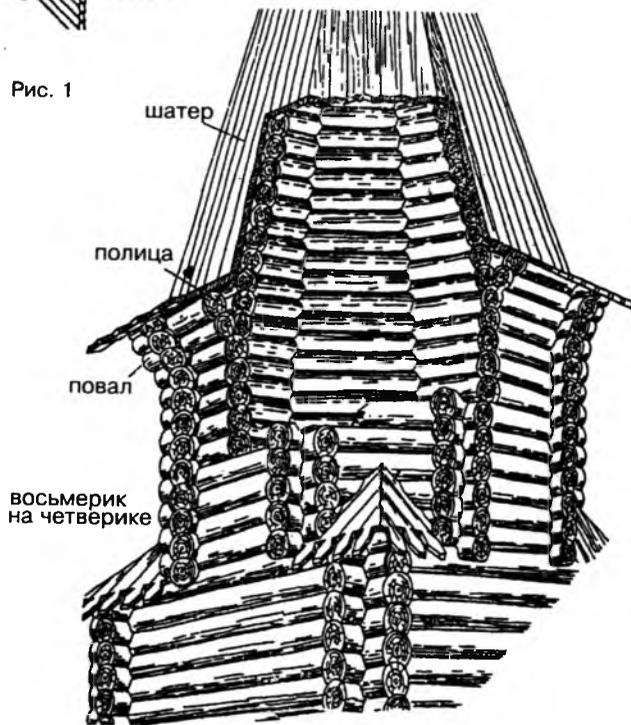


Рис. 2

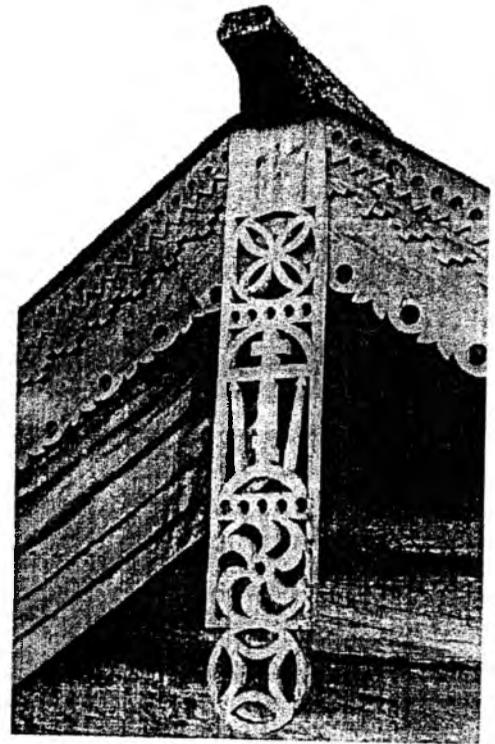


Рис. 5

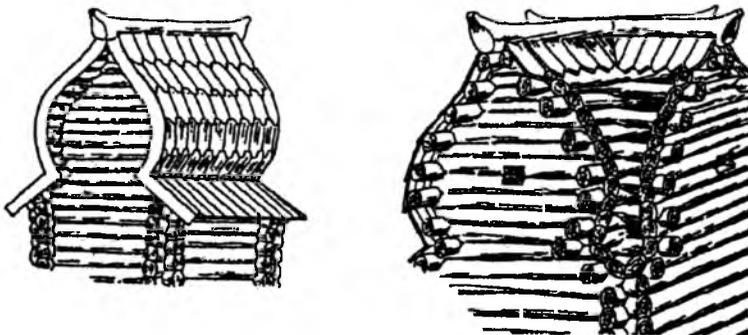


Рис. 3

Рис. 1. Детали и конструкции деревянных зданий с двускатным покрытием

Рис. 2. Восьмерик на четверике, крытый шатром

Рис. 3. "Бочка", "крещатая бочка"

Рис. 4. "Куб"

Рис. 5. "Полотенце" Покровской церкви в Кихах

Но все-таки главная красота деревянного здания – устройство его верха. Верх – это программа, идея здания. Кровля здания несла в себе глубокий символический смысл. Если дом – это мир человека, то кровля – это небо, замыкавшее этот мир.

Всему верху деревянного здания в значительной степени отводилась декоративная роль. В церкви берегли тепло, и верхние объемы сознательно отсекались от ее внутреннего помещения. Гладкие стены, вытесанные из крупных бревен, большие скамьи, массивные половицы, скупое освещение северного храма – все это требовало соответствующего внутреннего убранства, несуетного, уравновешенного, находящегося в согласии с самим собой и общим обликом помещения.

Потолок храма простодушно называли "небом". Он представлял собой веерообразно расходя-

щиеся от центрального замкнутого круга балки, другим концом врубленные в стены, между ними – трапециевидные доски. Конструкция "неба" в разных храмах варьировалась от почти плоской до шатровой формы. В центральном круге – лик Христа, или композиция "Отечество" (Бог-отец, Бог-сын и Святой Дух). В трапециевидных секторах – Богоматерь, Иоанн Предтеча, апостолы и святые. На разделительных балках были растительные узоры.

В старинных церквях иконостасы делались "тябловые". Тябла – горизонтальные брусья – полки, на которые ставились иконы. Тябла были и резными, и расписными. Они располагались в несколько ярусов. Иконы на верхних тяблах были крупнее по размерам и более значимы по иерархии.

В больших храмах опорные столбы покрывались крупной резьбой. Резными делались и царские

врата. Эта резьба часто была подлинным произведением искусства.

### Список литературы

1. **Грабарь И.Э.** История русского искусства. Т. 1. Архитектура. – М.: Изд. Кнебель, 1919. – 508 с.
2. **Ополовников А.В.** Сокровища русского Севера. – М.: Стройиздат, 1989. – 366 с.
3. **Ополовников А.В.** Киж. – М.: Искусство, 1976.
4. **Ополовников А.В.** Русское деревянное зодчество: Памятники шатрового типа. Памятники клетского типа и малые архитектурные формы. Памятники ярусного, кубоватого и многоглавого типа. – М.: Искусство, 1986.
5. **Ушаков Ю.С.** Ансамбль в народном зодчестве русского Севера. – Л.: Стройиздат, 1982.
6. **Максимов П.Н.** Творческие методы древнерусских зодчих. – М.: Стройиздат, 1976. – 240 с.

(Продолжение следует)

Журнальный вариант книги одноименного названия

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

**Юткина Т.Ф.** Методические основы налогообложения / Сыктывкар. гос. ун-т. – Сыктывкар, 1995. – 190 с.

**Абрамова О.В., Гаврилина А.К.** Гарантии для безработных: Практич. пособ. – М.: Профиздат, 1995. – 110 с.

**Сборник** новых нормативных актов по трудовому законодательству Российской Федерации (официальные материалы). – М.: Брандес, 1995. – 616 с. (Правовая б-ка. Сер. "Трудовые отношения").

**Система** таможенных платежей в Российской Федерации: Сб. нормат. документов. Ч. 2. Расчет и оформление таможенных платежей / Консультационно-юридическая фирма "Инфоюрсервис". – М., 1996. – 92 с.

**Аудит** предприятия: Методология аудиторской проверки хозяйственно-финансовой деятельности предприятия. Учеб. пособ. / Сост. В.В.Нитецкий, Н.Н.Кудрявцев. – М.: Дело, 1995. – 448 с.

**Табачник Б.И., Михайлов И.В.** Экономика фирмы: Метод. рекомендации. – СПб.: Образование, 1995. – 60 с.

**Барышников А.С.** Валютные операции и валютные риски. – СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1995. – 126 с.

**Катаева Л.Ф.** Основы налоговой системы: Учеб. пособ. / Ульянов. ГТУ. – Ульяновск, 1996. – 96 с.

**Козенко З.Н.** Спрос и предложение в механизме рынка: Ч. 2. Волгоград, 1994. – 94 с.

**Материалы** второй научно-практической конференции "Стратегия стабилизации экономики региона: проблемы и решения" 18–19 апр. 1995 г. / Новосибирский ин-т информатики и регионального управления. – Новосибир., 1995. – 458 с.

**Развитие** организационно-управленческих и рыночно-экономических отношений на акционерных предприятиях: Учеб. пособ. / ГАУ им. С.Орджоникидзе; А.Я.Кибанов и др. – М., 1995. – 72 с.

**Ефимов С.Л.** Энциклопедический словарь "Экономика и страхование". – М.: Церих-ПЭЛ, 1996. – 527 с.

**Российская экономика:** проблемы перехода к рынку: Тезисы международной науч.-практич. конференции / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 1995. – 244 с.

**Федеральные налоги:** Налог на имущество предприятий. Налог на землю. Госпошлина юридических лиц. Акцизы / Агентство "Бизнес-информ"; сост. В.В.Багушевич. – М.: 1995. – 128 с.

**Мирзоев Г.Б.** Правовое регулирование предпринимательства в Российской Федерации: Теоретич. и организационн. аспекты. – М.: Serial, 1995. – 330 с.

**Азрилян А.Н., Венедиктова В.И.** Краткие таблицы доходности ценных бумаг: Справочник. – М.: Ин-т новой экономики, 1995. – 112 с.

**Алм М.** Экономика как наука / Сост., пер. с фр. И.А.Егорова. – М.: НИЦ "Наука для общества"; Изд-во центр РГТУ, 1995. – 166 с.

**Астахов В.П.** Анализ финансовой устойчивости фирмы и процедуры, связанные с банкротством. – М.: Ось-89, 1995. – 80 с.

**Как купить, продать, арендовать, заложить квартиру, дом / Авт.-сост. И.Н.Шостак. – М.: Ось-89, 1995. – 112 с.**

**Коровкин В.В., Кузнецова Г.В.** Подготовка к налоговой проверке. – М.: Приор Стрикс, 1995. – 144 с.

## КОНЦЕРН "ВАМИТ"

**предлагает вакуумно-диэлектрические, вакуумно-конвективные и конвективные  
СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ  
для качественной сушки пиломатериалов**

Марка	СКЭН 4/20М	СКЭН 5/40	СКЭН 8/60 СКЭН 8/60М	СКЭН 8/80	СКЭН 14/80	СКЭН 5/50	СКЭН 5/80
Принцип действия	Вакуумно-диэлектрические			Вакуумно-конвективные		Конвективные	
Назначение камеры	Высокоскоростная и высококачественная сушка трудносохнущих пород, сушка толстых сортиментов			Скоростная и качественная сушка пиломатериалов и заготовок		Сушка пиломатериалов в паровоздушной среде	
Годовая производительность, куб. м усл. п/м	1200	1900	3000	1100	2700	600	650
Габаритные размеры штабеля, м	3,0x1,2x1,2	4,0x1,4x1,0	6,5x1,4x1,2	6,5x1,0x1,5	6,5x1,8x1,8	6,5x1,1x1,5	6,5x1,2x1,5
Внутренние размеры камеры (длина x диаметр или ширина x высота), м	3,5 x 2,0	5,2 x 2,2	8,0 x 2,6	7,0 x 2,0	8,0 x 2,6	7,0x2,1x1,9	7,0 x 2,5
Зона обслуживания (длина x ширина x высота), м	8,0x5,0x3,0	9,0x8,0x4,0	$\frac{12x4,5x6,0}{10x9,5x4,5}$	12x3,0x3,0	13x4,5x3,5	15,0x3,0x2,5	18x4,5x3,0
Установленная мощность, кВт	50	75	100	80	100	50	90
Масса комплекса, т	6,2	12	19	9	11	1,8	6

**Концерн "Вамит"**  
603134, Н.Новгород,  
ул.Костина, 2, оф. 121, а

Телефон: (8312) 31-43-13,  
телетайп 151-988 НС,  
телекс 151-120 РТВ СУ

## НОВЫЕ КНИГИ

### Экономика и право

**Налоги:** в дорожные фонды, на имущество предприятий. Исчисление и уплата. – М.: Приор, 1995. – 48 с.

**Николаева С.** Составим отчет вместе. Бух. учет в 1995 году. – 2-е изд. доп., перераб. – М.: АКДИ "Экономика и жизнь", ЦБА, Ось-89, 1995. – 143 с.

**Сборник** типовых договоров, применяемых в различных сферах хозяйственной и иной деятельности / Сост. Н.Н.Волкова и др. – 4-е изд. – М.: Мир деловой книги; Юрид. фирма "Адали", 1995. – 282 с.

**Пустозерова В.М.** Оформление сделок купли-продажи. – М.: Стрикс, 1995. – 110 с.

**Управление** ресурсами в условиях рынка / Адапт. рус. пер. - The Open University; LINK; МЦНТИ, 1995.

**Кн. 1:** Ресурсы менеджера. – 84 с.

**Кн. 2:** Упр. маркетингом в организации. – 108 с.  
Хозяйственные документы: Сб. договоров. – М.: Приор, 1995. – 222 с.

**Пустозерова В.М., Соловьев А.А.** Прием и увольнение работников: Практик. рекомендации. – М.: Приор, 1995. – 126 с.

## СОЮЗ ВЫСТАВОК И ЯРМАРОК

Специализированные Международные ярмарки  
в индустриальном центре России



УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
АДМИНИСТРАЦИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
МПВЦ "КУЗБАССКАЯ ЯРМАРКА"



Приглашают принять участие в  
V Международной выставке-ярмарке

### **"ЛЕС. ДЕРЕВООБРАБОТКА"**

**4 – 7 февраля 1997 г.**

**г. Новокузнецк**

**Выставки-ярмарки в одном из крупнейших  
лесозаготовительных и лесоперерабатывающих центров России**

#### **Разделы выставки-ярмарки:**

- Лесоустройство
- Лесозаготовка
- Деревообработка
- Лесоматериалы. Изделия из дерева
- Целлюлозно-бумажная промышленность
- Мебель
- Народные промыслы по дереву. Продукты побочного пользования в лесу

#### **В центральные разделы выставочной экспозиции выделяются:**

- Современные технологии и оборудование для лесопиления
- Бытовая и офисная мебель

#### **В рамках выставки-ярмарки состоится:**

#### **Научно-практический семинар**

**"СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛЕСОПИЛЕНИЯ"**

**Если Вас заинтересовала тематика ярмарки и Вы намерены принять участие в ее работе, просим направить в наш адрес предварительную заявку для заблаговременной проработки Ваших потенциальных партнеров с целью повышения эффективности Вашей работы на выставке.**

---

654005, Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Орджоникидзе, 18  
Телефоны: (3843) 452-886, 464-958, 468-446. Факс (3843) 453-679, 468-446.

## ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

- Напоминаем, что теперь подписная кампания проводится 2 раза в год (по полугодю).
- В розничную продажу наш журнал не поступает, в год выходит 6 номеров, индекс журнала 70243. Индекс дан по каталогу газет и журналов Центрального рознично-подписного агентства (ЦРПА) «Роспечать».
- 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» (телефоны в Москве: 923-78-61, 923-87-50).

РЕДАКЦИЯ

## ВНИМАНИЮ ВЫПУСКНИКОВ

### МОСКОВСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА!

5 мая 1995 г. экспозициями "Лестеховцы - Победе" и "Воюющий лес" открылся музей московского лесотехнического института (нынешнего МГУЛеса), состоялись две презентации: "Книги памяти" с именами участников Великой Отечественной войны, работавших и работающих в МЛТИ - МГУЛеса, и "Лестеховцы - Победе" - книги воспоминаний ветеранов войны - ученых, преподавателей, сотрудников МЛТИ, чьи имена хорошо известны читателям журнала. Это академики и профессора В.И.Алябьев, Л.И.Никитин, А.А.Пижурин, Г.С.Шубин и другие.

Сейчас готовятся экспозиция и книга "Лестех. Начало", рассказывающие о возникновении ВУЗа и его жизни в настоящее время, - и здесь нужна ваша помощь. Мы хотели бы получить от вас, уважаемые выпускники, материалы, относящиеся к са-

мым "далеким" годам родного института. Это могут быть ваши воспоминания, документы, фотографии, письма тех лет, значки, удостоверения, старые учебники и т.д. При необходимости с оригиналов будут сделаны копии, а материалы возвращены. Главный консультант Музея - бывший ректор МЛТИ проф. А.Н.Пименов. Среди членов Совета Музея - академики А.Н.Обливин, Б.Н.Уголев, А.А.Пижурин, А.Н.Кириллов, профессор В.Р.Фергин, доценты А.Н.Полищук, В.М.Цухло и другие.

Убедительно просим откликнуться на нашу просьбу и прислать материалы по адресу:

**Россия, Москва, 141005, Мытищи-5, МГУЛ, кафедра МиОК, зав. кафедрой, директору музея проф. А. М. Волобаеву. Тел. (095) 588-53-50, 588-55-08.**

НАУЧНО-

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ

ОБЪЕДИНЕНИЕ

**ПРОМЫСЕЛ**<sup>®</sup>

## РЕЙСМУСОВЫЙ СТАНОК СР4-П2

**Предназначен для точного  
чистового строгания заготовок  
и получения деталей заданной  
толщины**



Наибольшая ширина строгания, мм .....	400
Толщина обрабатываемой заготовки, мм:	
наибольшая .....	160
наименьшая .....	10
Наибольшая толщина снимаемого слоя, мм .....	3
Диаметр окружности резания ножевого вала, мм .....	125
Число ножей, шт. ....	4
Частота вращения ножевого вала, мин <sup>-1</sup> .....	4900
Скорость подачи (трехступенчатая), м/мин .....	8; 15; 18
Мощность электродвигателя, кВт:	
привода ножевого вала .....	3
привода подачи .....	0,75
Габаритные размеры, мм:	
длина .....	1280
ширина .....	800
высота .....	1350
Масса, кг .....	800

**Ждем вас по адресу:**

Россия, 129085, Москва, Звездный бульвар, 19.

Тел.: (095)217-29-06, 217-29-91, 216-68-84

Факс: (095) 216-90-45