

что себестоимость производства 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов в ПО Северолесэкспорт снижается на 1,63 р. Годовой экономический эффект на 1 м<sup>3</sup> при переходе на предлагаемую технологию составляет 1,61 р.

УДК 624.011 : 539.4

## О ДОСТОВЕРНОСТИ КРИТЕРИЯ БЕЙЛИ ПРИ ОЦЕНКЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Р. Б. ОРЛОВИЧ, А. Я. НАЙЧУК

Брестский инженерно-строительный институт

Длительную прочность древесины, работающей при сложных режимах нагружения, оценивают на основе критерия Бейли (принципа линейного суммирования повреждений) и кинетической концепции прочности С. Н. Журкова [5, 6].

$$\int_0^{t^*} \tau_0 \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma(t)}{kT(t)} \right] dt = 1, \quad (1)$$

где  $\tau_0$  — постоянная, по порядку величин близкая к периоду собственных колебаний атомов ( $10^{-13}$  с);  
 $U_0$  — энергия активации процесса разрушения;  
 $\gamma$  — структурный коэффициент;  
 $\sigma(t)$  и  $T(t)$  — переменные во времени  $t$  напряжение и температура;  
 $k$  — постоянная Больцмана.

Достоверность (1) подтверждена при испытании возрастающей с постоянной скоростью нагрузкой, когда экспериментальные точки располагаются на прямой  $\lg t(\sigma)$  длительной прочности:

$$t^* = t'_1 / (2,3 \lg A - \lg t), \quad (2)$$

где  $t^*$  — время до разрушения при постоянном напряжении;  
 $t'_1$  — продолжительность испытаний при возрастающем напряжении.

При более сложных режимах нагружения, в том числе и циклических [3], соответствующих реальному поведению древесины в изделиях, достоверность (1) подтверждена при выполнении условия [4]:

$$t_{\text{п}}^* = t_{\text{ст}}^*, \quad (3)$$

где  $t_{\text{ст}}^*$  — статическая долговечность древесины, работающей при непрерывном действии амплитудных напряжений  $\sigma_0$ ;  
 $t_{\text{ц}}^*$  — циклическая долговечность, определяемая из выражения:

$$t_{\text{ц}}^* = N_{\text{ц}} t_0 I_0 \left( i \frac{\gamma \sigma_0}{2kT} \right) \exp \left( - \frac{\gamma \sigma_0}{2kT} \right). \quad (4)$$

Здесь  $I_0$  — функция Бесселя от мнимого аргумента;  
 $N_{\text{ц}}$  — число циклов;  
 $t_0$  — продолжительность одного цикла.

При многочисленных исследованиях искусственных полимеров установлено, что достоверность критерия (1), в основном, подтверждается, в то время как для природного полимера (древесины) таких данных нет [4]. В отдельных работах при циклических испытаниях деревянных образцов ступенчатой длительной нагрузкой была обнаружена существенная разница между  $t_{\text{ц}}^*$  и  $t_{\text{ст}}^*$  [2], которая возрастает с увеличением  $N_{\text{ц}}$  и зависит от вида напряженного состояния (сжатия, растяжения, изгиба). Практический интерес представляет обоснование достоверности (1) в условиях сложного напряженного состояния, в частности, в случае концентрации напряжений, обусловленной влиянием пороков и других структурных дефектов древесины.

Нами выполнены экспериментальные исследования, в которых достоверность (1) проверяли при различных режимах нагружения, видах напряженного состояния и влажности древесины. Испытаниям подвергали чистые сосновые образцы трех серий. Образцы серии I лопаточного типа сечением  $5 \times 20$  мм испытывали на центральное растяжение поперек волокон (в тангентальном направлении), а образцы серий II и III (балочки сечением  $20 \times 20$  мм) — на изгиб по четырехточечной схеме нагружения. В зоне чистого изгиба образцов III серии, со стороны растянутой зоны, были образованы пропилы глубиной 9 мм на всю ширину сечения, которые являлись концентратором напряжений. В вершине пропилов перпендикулярно плоскости изгиба

просверливали отверстия диаметром 2,7 мм, обеспечивающие стабильность концентрации напряжений для всех образцов.

Путем кратковременных испытаний части образцов предварительно определяли их прочность. Остальные образцы испытывали на длительное действие нагрузки (в виде балласта), которая изменялась во времени ступенями с одинаковой для каждого режима продолжительностью  $\Delta t_0$  (см. табл.). Постоянство равновесной влажности  $w$  древесины во времени обеспечивалось их герметизацией в запаянные полиэтиленовые пакеты. В этом случае критерий (1) записывали в виде [4]

$$\sum_{i=1}^h \Delta t_0 / t_i^*(\sigma) = 1, \quad (5)$$

где  $t_i^*(\sigma)$  — время до разрушения при постоянном напряжении  $\sigma$ , определяемое подынтегральным выражением (1).

Серия	Группа	Число образцов	Влажность $w$ , %	Режим нагружения	Продолжительность ступени $\Delta t_0$ , сут	Остаточная прочность $\sigma^*$ , МПа	$\sigma_{ср}^*$ , МПа	$\nu$ , %	$\Delta$ , %			
I	А	14	11	0,25 ... 0,3 ... 0,35	20	24,2	25,8	6,2	6,2			
		15		0,35 ... 0,3 ... 0,25	20	28,3				13,0	9,7	
		15		0,3 ... 0,25 ... 0,35	20	25,0					3,1	
	Б	15	20	0,25 ... 0,3 ... 0,35	20	18,6	17,6	5,7	4,1			
		15		0,35 ... 0,3 ... 0,25	20	16,9				8,0	1,7	
		16		0,3 ... 0,25 ... 0,35	20	17,3					1,7	
II	А	15	10	0,4 ... 0,5 ... 0,6	18	62,2	65,2	4,6	0,6			
		14		0,6 ... 0,5 ... 0,4	18	65,6				9,4	4,0	
		15		0,4 ... 0,6 ... 0,5	18	67,8					4,0	
	Б	13	19	0,4 ... 0,5 ... 0,6	18	47,2	47,4	0,4	3,2			
		15		0,6 ... 0,5 ... 0,4	18	48,9				7,1	2,8	
		14		0,4 ... 0,6 ... 0,5	18	46,1					2,8	
III	А	19	12	0,38 ... 0,12 ... 0,27	12	63,7	62,36	2,1	4,1			
		20		0,27 ... 0,38 ... 0,12	12	59,8				11,8	2,0	
		19		0,12 ... 0,27 ... 0,38	12	63,6					2,0	
	Б	8	10	0 ... 0,45 ... 0,34 ... 0,23	20	40,9	40,8	0,2	7,8			
		8		0,34 ... 0,23 ... 0 ... 0,45	20	37,6				14,0	14,9	
		8		0,23 ... 0,34 ... 0,45 ... 0	20	46,9						14,0
8		0,45 ... 0 ... 0,23 ... 0,34		20	37,9	7,1						

Проверка справедливости (5) заключалась в установлении влияния режима нагружения для каждой группы А и Б образцов (с одинаковой влажностью и видом напряженного состояния) на остаточную прочность  $\sigma^*$  [4]. Последнюю определяли по методу накопления повреждений — путем разрушения образцов кратковременной нагрузкой после их длительных испытаний [6]. Считали, что критерий (1) соблюдается в том случае, если остаточная прочность не зависит от режима нагружения — последовательности приложения ступеней нагрузки  $P$  различной интенсивности.

В таблице испытательная нагрузка  $P$  для каждой ступени дана в долях от кратковременной разрушающей. Остаточную прочность  $\sigma^*$  определяли с учетом фактических геометрических характеристик образцов: для серии I —  $\sigma_{I}^* = P_p/F$ , II —  $\sigma_{II}^* = M_p/W$ , III —  $\sigma_{III}^* = M_p/W_{нт}$ , где  $M_p$  — изгибающий момент, при котором в зоне отверстия с помощью микроскопа наблюдалось образование трещины; последняя распространялась параллельно волокнам от совместно действующих скалывающих и растягивающих поперек волокон напряжений. Из-за пониженного длительного сопротивления и долговечности древесины поперек волокон [1] максимальный уровень испытательной нагрузки для образцов серий I и III принят значительно ниже, чем для серии II.

В результате статистической обработки экспериментальных данных определяли средние для каждой группы образцов значения остаточной прочности  $\sigma_{ср}^*$  и вариационного коэффициента  $\nu$ . Вычисляли относительную разницу  $\Delta = 100 (\sigma^* - \sigma_{ср}^*) / \sigma_{ср}^*$  между значениями  $\sigma^*$  и  $\sigma_{ср}^*$  в каждой группе образцов.

Из анализа табличных данных следует, что для всех серий и групп образцов величина  $\Delta$  находится в пределах статистического разброса опытных значений  $\sigma^*$ ,

т. е.  $\Delta < v$ . Это характерно и для группы Б серии III, образцы которой на одной из ступеней полностью разгрузались («отдыхали»).

Таким образом, установлена независимость остаточной прочности древесины от режимов ее нагружения, что подтверждает справедливость критерия (5). Последний, как и (1), можно с достаточной для инженерных расчетов точностью использовать для прогнозирования долговечности древесины в изделиях [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю. Длительная прочность древесины при растяжении поперек волокон // Строительство и архитектура.— 1986.— № 10.— С. 22—26.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Квасников Е. Н. Вопросы длительного сопротивления древесины.— Л.: Стройиздат, 1972.— 95 с. [3]. Орлович Р. Б. Алгоритм прогнозирования долговечности деревянных элементов при нестационарных температурно-влажностных воздействиях // Строительная механика и расчет сооружений.— 1987.— № 2.— С. 12—16. [4]. Регель В. Р., Слущкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел.— М.: Наука, 1974.— 560 с. [5]. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций.— М.: Стройиздат, 1976.— 28 с. [6]. Фрейдин А. С., Вуба К. Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 224 с.

УДК 684.4.059

### СПОСОБ ДЕКОРИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ

Л. А. СУН-ЧЕН-ЛИ, В. Ф. КАЧАН, А. В. ФЕДАК

Львовский лесотехнический институт

В 70-е гг. в научно-технической литературе стали появляться сведения о ферромагнитных жидкостях (ФМЖ), особенностях их получения и уникальных свойствах. У нас в стране ФМЖ были получены и исследованы на кафедре коллоидной химии Ленинградского технологического института. В работах ряда авторов [1—4] подробно описаны способы получения ФМЖ и их физико-химические свойства.

ФМЖ представляют собой макроскопически однородную взвесь частиц твердого вещества (например,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) размером  $10^{-9} \dots 10^{-7}$  м в какой-либо жидкости и обладают необычным сочетанием свойств магнетиков, жидкостей и коллоидных растворов. При помещении ФМЖ в магнитное поле их вязкость заметно увеличивается при течении поперек магнитного поля и незначительно — при течении вдоль поля. Воздействие магнитного поля на ФМЖ изменяет их оптические свойства: пропускание, рассеяние света, поляризацию, двойное лучепреломление и дихроизм [3]. При изучении пропускания света через ферромагнитную жидкость в магнитном поле (магнитооптический эффект) впервые обнаружили, что внешнее магнитное поле значительно влияет на взаимодействие частиц в ФМЖ и образует цепи, ориентированные вдоль силовых линий магнитного поля.

ФМЖ широко используют в науке, технике и производстве. Их применяют в магнитоидких уплотнителях, для создания феррогидродинамических подшипников, магнитных смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей, феррожидкостных насосов, феррогидростатических сепараторов и т. д. [3], а также для исследований процессов твердения различных материалов [4].

В лаборатории отделки кафедры технологии изделий из древесины Львовского лесотехнического института были исследованы лакокрасочные композиции с ФМЖ. Оказалось, что они приобрели свойства магнетика, позволившие поступательным движением постоянного магнита под плоской деталью растягивать лакокрасочную композицию по ее поверхности. Если под деталью с нанесенной лакокрасочной композицией поместить постоянный магнит, то на ее поверхности образуется рельефный рисунок, отражающий направление и размещение магнитных силовых линий.

Полученные результаты позволили начать разработку нового способа декорирования фасадных поверхностей изделий мебели. Он представляет новое направление в декоративном оформлении изделий мебели: создание рельефного декора изделий мебели из лакокрасочных материалов, используемых в процессе отделки.

На начальной стадии были исследованы физико-химические и физико-механические свойства ферромагнитных лакокрасочных композиций (ФЛК).

Для создания ФЛК применяли ФМЖ с намагнитенностью насыщения  $m = 24$  кА/м. При выборе ФМЖ исходили из экономических соображений: стоимость 1 кг ФМЖ с  $m = 24$  кА/м равна 1/3 стоимости 1 кг ФМЖ с  $m > 25$  кА/м. В качестве базового лакокрасочного материала применяли меламиновую эмаль МЛ-1195 (ТУ 6-10-1672—78). Исследовали композиции при 1...7 % массовом содержании ФМЖ, так как дальнейшее увеличение концентрации влечет за собой быстрое сокращение жизнеспособности ФЛК. Следующий этап исследований — разработка технологических параметров нового способа декорирования изделий мебели. К основным технологическим пара-