

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 25.506—85. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости, разрушения) при статическом нагружении.— Введ. 01.01.86 до 01.01.91.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 61 с. [2]. Гуревич С. Е., Едидович Л. Д. О скорости распространения трещины и пороговых значениях коэффициента интенсивности напряжений в процессе усталостного нагружения // Усталость и вязкость разрушения металлов.— М.: Наука, 1974.— С. 36—78. [3]. Гусев А. С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках.— М.: Машиностроение, 1989.— 246 с. [4]. Кудрявцев П. И. Нераспространяющиеся усталостные трещины.— М.: Машиностроение, 1982.— 172 с. [5]. Соловьев В. В., Микловчик Н. Ю., Бачин О. И. К вопросу о скорости роста трещины в пилах для поперечной распиловки бревен // Машины и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: ЛТА, 1989.— С. 19—21. [6]. Соловьев В. В., Михайлова А. Р. Расчет на прочность деревообрабатывающих инструментов по стадии разрушения // Лесн. журн.— 1983.— № 6.— С. 62—67.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 13 апреля 1990 г.

УДК 674.815-41:613.63

ПОРИСТОСТЬ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Е. М. РАЗИНЬКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Пористость материала является существенной характеристикой, влияющей на ее физико-механические свойства. Пористость материала (%) определяют по известной формуле [1]

$$P_m = 100(1 - \rho_m/\rho_{в.м}), \quad (1)$$

где $\rho_m, \rho_{в.м}$ — плотности образца и вещества материала соответственно, кг/м^3 .

Цель настоящих исследований — определить пористость древесностружечной плиты в целом и по ее слоям, а также пористость древесных частиц и объем пор, заполненных связующим.

В общем виде пористость древесностружечной плиты складывается из объема пор древесных частиц ($P_{д.ч}$) и объема пор межстружечного пространства ($P_{м.п}$):

$$P_p = P_{д.ч} + P_{м.п}. \quad (2)$$

Объем пор в древесных частицах можно определять, зная объем пор, занятых связующим:

$$P_{д.ч} = P_{д.ч}^p - P_{з.с}, \quad (3)$$

где $P_{д.ч}^p, P_{з.с}$ — объемы пор древесных частиц с учетом заполнения части их связующим (расчетное значение пористости частиц) и пор, занятых связующим соответственно, %.

Из формулы (3) имеем

$$P_{з.с} = P_{д.ч}^p - P_{д.ч}. \quad (4)$$

Поскольку величина $P_{з.с}$ пока не известна, пористость древесных частиц можно устанавливать по формуле (2):

$$P_{д.ч} = P_p - P_{м.п}. \quad (5)$$

Пористость плиты можно определять также по формуле, аналогичной формуле (1):

$$P_n = 100(1 - \rho_n/\rho_{п.в}), \quad (6)$$

где $\rho_n, \rho_{п.в}$ — плотности плиты и плитного вещества соответственно, кг/м³,

$$\rho_{п.в} = \rho_{д.в} + \frac{C_0 \rho_c}{100}; \quad (7)$$

$\rho_{д.в}, \rho_c$ — плотности древесного вещества (1530 кг/м³ [1]) и отвержденного связующего в плите, кг/м³;

C_0 — общее содержание связующего в плите по сухому остатку, % к массе абс. сухой стружки,

$$C_0 = \frac{i_n C_n + i_v C_v}{100}; \quad (8)$$

C_n, C_v, i_n, i_v — массовые доли связующего и стружки в наружных и внутреннем слоях плиты, %.

Из-за отсутствия данных о плотности отвержденного связующего в плите плотность плитного вещества определяли экспериментально по формуле

$$\rho_{п.в} = \frac{\rho_n}{1 - i_n/100}. \quad (9)$$

Для опытов использовали плиты промышленного изготовления трехслойной конструкции толщиной 18 мм из древесины осины, березы и сосны. В качестве связующего применяли фенолоформальдегидную смолу марки СФЖ-3014. Массовое содержание смолы по сухому остатку в наружных и внутреннем слоях плиты составляло соответственно 13 и 9 %, плотность плит — 798,3 кг/м³. Пористость определяли на пористометре «70 deg Fa Carla Egba» в Мюнхенском институте исследования древесины. При проведении опыта образец размером 18 × 12 × 3 мм устанавливали в dilatометр, создавали разрежение 0,011 бар для удаления воздуха из пор плиты. После этого в прибор наливали ртуть для заполнения ею пор в образце. Затем dilatометр помещали в пористометр, где создавали давление до 200 МПа.

По данным опытов пористость древесностружечных плит составляла 52,7 %. На поры радиусом менее 1 мкм приходится 20,9 %, от 1 до 5 мкм — 11,6 %, более 5 мкм — 20,2 %. По формуле (9) при плотности плиты 798,3 кг/м³ и пористости 52,7 % плотность плитного вещества равна 1688 кг/м³.

Известно, что древесностружечные плиты плоского прессования имеют значительную разноплотность по толщине, т. е. среднее значение пористости плиты. Однако, зная плотность плитного вещества, можно находить пористость любого слоя плиты. Для этого необходимо иметь распределение плотности по слоям. Разноплотность плит по толщине устанавливали экспериментально в институте исследования древесины им. В. Клаудитца в г. Брауншвейге (ФРГ) на приборе, позволяющем определять искомым параметр с помощью гамма-излучения. Результаты приведены в таблице. Для получения данных о пористости слоя плиты применяли формулу (6).

Как видно из таблицы, повышение плотности слоя плиты приводит к снижению его пористости. Эти величины связаны между собой зависимостью $P_n = 100 - 59,24 \rho_n \cdot 10^{-3}$.

Расчетную пористость древесных частиц определяли по формуле

$$P_{д.ч}^p = 100(1 - \rho_{д.ч}/\rho_{д.в}), \quad (10)$$

где $\rho_{д.ч}$ — плотность древесных частиц в плите, кг/м³.

Плотность древесных частиц в плите находили по следующим формулам:

для наружных слоев плиты

$$\rho_{д.ч} = \rho_{с.п} - \frac{C_n \rho_{с.п}}{100 + C_n}, \quad (11)$$

Расстояние от поверхности плиты до исследуемого слоя, мм	Плотность слоя плиты, кг/м ³	Пористость слоя плиты, %	Пористость древесных частиц, %		Объем межстружечного пространства, %	Объем пор, занятых связующим
			Расчетная	Истинная		
0,2	650	61,5	62,1	57,5	4,0	4,6
0,3	670	60,3	61,2	56,4	3,9	4,8
0,4	690	59,1	60,1	55,3	3,8	4,8
0,5	700	58,5	59,5	54,8	3,7	4,7
0,7	750	55,6	56,6	52,1	3,5	4,5
0,9	790	53,2	54,3	49,9	3,3	4,6
1,2	850	49,6	50,8	46,5	3,1	4,3
1,5	890	47,3	48,6	44,4	2,9	4,2
1,8	920	45,5	46,8	42,6	2,9	4,2
2,0	930	44,9	46,2	42,0	2,9	4,2
2,2	940	44,3	45,6	41,5	2,8	4,1
2,3	950	43,7	45,0	41,1	2,6	3,9
3,0	930	44,9	46,2	42,0	2,9	4,2
4,0	860	49,1	48,4	46,0	3,1	2,4
5,0	800	52,6	52,0	49,3	3,3	2,7
6,0	750	55,6	55,0	52,1	3,5	2,9
7,0	710	57,9	57,4	54,2	3,7	3,2
8,0	700	58,5	58,0	54,8	3,7	3,2
9,0	700	58,5	58,0	54,8	3,7	3,2

Примечание. Для определения расчетной пористости древесных частиц толщину наружного слоя плиты считали равной 3,0 мм. Распределение плотности по слоям принимали для верхней части плиты.

для внутреннего слоя

$$\rho_{л.ч} = \rho_{с.п} - \frac{C_{в\rho_{с.п}}}{10J + C_{в}} \quad (12)$$

Здесь $\rho_{с.п}$ — плотность слоя плиты, кг/м³.

Объем межстружечного пространства в древесностружечных плитах определяли в работе [2]. В зависимости от плотности плиты площадь пустот в слоях, параллельных пласти плиты, достигает 15 % от площади поверхности образцов, а в слоях, расположенных перпендикулярно пласти плиты, составляет в среднем около 7 %. Используя эти данные, рассчитывали объем пор межстружечного пространства, на который приходится до 4 % объема плиты. Однако полученное значение требует уточнения. Так как пористость межстружечного пространства зависит от плотности и пористости слоя плиты, то можно допустить, что степень изменения $\Pi_{м.п}$ аналогична степени изменения пористости слоя плиты. Тогда, пользуясь результатами работы [2] и данными таблицы, можно ориентировочно определить величину пористости межстружечного пространства в исследуемых слоях плиты, а зная $\Pi_{м.п}$ — истинную пористость древесных частиц, вычитая из объема пор слоя плиты объем пор межстружечного пространства. По формуле (4) находили объем пор древесных частиц, занятых связующим ($\Pi_{з.с.}$).

Используя формулы (7) и (8), получаем выражение для расчета плотности отвержденного связующего в плите:

$$\rho = \frac{(\rho_{п.в} - \rho_{л.п}) \cdot 10^4}{i_n C_n + i_v C_v} \quad (13)$$

Подставляя в эту формулу численные значения $i_n = 34$ %; $i_v = 66$ %; $C_n = 13$ %; $C_v = 9$ %, получаем $\rho_c = 1525$ кг/м³.

Опыты сопровождали микроскопическими исследованиями. На рис. 1, 2 показано, что в стружке древесная масса находится в полуразрушенном состоянии (клеточные стенки разрушены, связь между волокна-

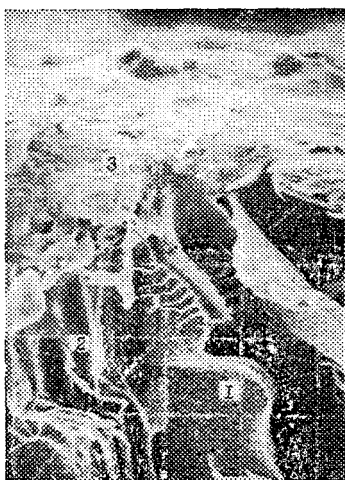


Рис. 1. Участок древесностружечной плиты (увеличено в 750 раз): 1 — стенка сосуда; 2 — полость сосуда; 3 — отвержденная масса связующего



Рис. 2. Состояние древесной массы в стружке, находящейся в древесностружечной плите (увеличено в 1000 раз)



Рис. 3. Вид полостей между древесными частицами (увеличено в 45 раз)



Рис. 4. Состояние отвержденной массы связующего в клеевом шве древесностружечной плиты (увеличено в 10 000 раз)

ми древесины разорвана). На рис. 1 видно, что связующее, покрывающее древесные частицы, проникает не глубоко. Это согласуется с нашими расчетами величины P_{3c} . Достаточный интерес представляют поры в стенках сосудов древесины (рис. 1, позиция 1), которые, вероятно, являются сквозными канальцами, распределенными по поверхности стенок сосудов с высокой степенью регулярности.

На рис. 3 приведена торцевая часть древесностружечной плиты с видом межстружечного пространства, имеющего довольно значительные размеры (длина до 0,5 мм).

На рис. 4 представлен вид отвержденной массы связующего в клеевом слое плиты. Как показали наши микроскопические исследования,

получение бугристой поверхности связующего обусловлено наличием в нем пузырей (пустот), образующихся при кипении. Эти пузыри могут сохранять свою целостность, а могут и лопаться. В процессе горячего прессования выход из стружечного пакета парогазовой смеси приводит к образованию более крупных полостей. В связи с этим, плотность отвержденной массы связующего значительно ниже той плотности, которую имело бы связующее при удалении влаги в целях получения монолитной массы.

По результатам исследований можно рассчитывать ряд параметров, представляющих практический интерес для совершенствования технологии и качества древесностружечных плит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами товароведения.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 111 с. [2]. Bosshard H. H. Die Mikrostruktur von Novoran-Spanplatten // Holz als Roh-und Werkstoff.— 1958.— N. 9.— S. 330—335.

Поступила 24 сентября 1990 г.

УДК 630*812.71

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИЗГИБЕ

В. Н. ВОЛЫНСКИЙ

Архангельский лесотехнический институт

Ранее* была рассмотрена возможность определения реологических коэффициентов по диаграмме изгиба древесины, исходя из известной реологической модели. Она позволяет описывать диаграмму в координатах нагрузка — прогиб при постоянной скорости деформирования уравнением типа

$$y = ax + b(1 - e^{-x/c}), \quad (1)$$

где y — нагрузка;
 x — прогиб;

a, b, c — коэффициенты уравнения, зависящие от деформационных свойств древесины.

Опыты показывают, что уравнение (1) не в полной мере соответствует реальной диаграмме. Расчеты дают отрицательное время релаксации, что не имеет физического смысла и заставляет сомневаться в правильности исходной реологической модели.

Все диаграммы представляют из себя S-образные кривые, имеющие точку перегиба (рис. 1). Хотя нелинейность начального участка невелика, но, как нам кажется, она может иметь принципиальное значение для понимания процессов, протекающих при изгибе древесины и других материалов. Исходя из того, что весь процесс деформирования, вплоть до разрушения образца, представляет единый физический процесс, нами принята зависимость, описывающая диаграмму $P(f)$ во всем диапазоне нагружения. Наиболее подходящей оказалась «логистическая» кривая, выражаемая уравнением, предложенным В. Ф. Дунаевым (ЦНИИМОД):

$$y = \frac{a}{1 + e^{-b(x-c)}} - d. \quad (2)$$

* Волынский В. Н. Определение реологических коэффициентов по диаграмме изгиба древесины // Лесн. журн.— 1986.— № 5.— С. 63—67.— (Изв. высш. учеб. заведений).