

УДК 674.048.5

А.В. ДОРОЖКО (БТИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЕЙ СДВИГА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Рациональное использование модифицированной древесины как конструкционного материала требует определения ее основных механических характеристик, одной из которых является модуль сдвига G . Вследствие того что модифицированная древесина является анизотропным материалом, необходимо располагать данными о трех модулях сдвига G_{ar} , G_{at} и G_{tr} . Как было показано А.Н. Митинским [1], модули сдвига могут быть определены косвенным путем, при сжатии или растяжении образцов, оси которых параллельны одному из главных направлений анизотропии и составляют угол 45° с другими главными направлениями. В этом случае модуль сдвига G определится по формуле

$$G = \frac{E^{45}}{2(1 + \mu^{45})}, \quad (1)$$

где E^{45} — модуль упругости при деформировании под углом 45° к осям анизотропии; μ^{45} — коэффициент поперечной деформации при деформировании под углом 45° .

Предложенная методика была положена в основу ГОСТ 16483.30–73. Испытания проводятся при сжатии прямоугольной призмы с размерами $30 \times 20 \times 60$ мм, вырезанной под углом 45° к двум осям анизотропии. В этом случае, как указывает Ю.С. Соболев [2], наибольшие искажения опытных данных вызываются стеснением деформации на торцах образца, если траверсы испытательной машины не имеют возможности перемещаться в горизонтальной плоскости. Практически обеспечить их достаточную подвижность (при сжатии образца) затруднительно. Кроме того, свободному развитию деформаций в образце препятствуют силы трения, возникающие между его торцами и траверсами испытательной машины.

В данной работе определение модуля сдвига производилось при растяжении клееных образцов с центральной частью в виде прямоугольной призмы, имеющей размеры $30 \times 20 \times 60$. Центральная часть образца изготавливалась из натуральной и модифицированной древесины березы и ольхи. Заготовка древесины, изготовление и маркировка образцов проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.21–72 и СТ СЭВ 319–76. Модифицирование древесины производилось ненасыщенной полиэфирной смолой ПН-1 и 35 %-ным раствором фенолоспиртов (ФС). Для каждой партии образцов определялась их плотность ρ и коэффициенты объемного заполнения пустот древесины полимером k в соответствии с [3]. Влажность образцов в момент опыта составляла 7–9 %.

Испытания проводились на разрывной машине Р-5, верхний захват которой снабжен шарниром с двумя степенями свободы. Таким образом, при растяжении образца захваты не препятствуют смещению торцовых сечений рабочей части образца в горизонтальной плоскости. Кроме того, применение высокоэластичного клея на основе синтетического каучука позволило снизить степень деформаций на торцах рабочей части образца.

При испытании каждого образца записывались две диаграммы в координатах $P-\Delta$ на двухкоординатных планшетных самописцах типа Endim 620.02. На каждой диаграмме фиксировалось усилие, с которым растягивался образец, и соответствующая деформация в продольном или поперечном направлениях. Усилие измерялось с помощью электронно-механического динамометра, а деформации определялись двумя экстензометрами. В качестве преобразователей перемещений в динамометре и тензомертах использовались высокочувствительные механотронные датчики.

В результате обработки диаграмм растяжения были получены значения модулей упругости и коэффициентов Пуассона для натуральной и модифицированной древесины березы и ольхи при растяжении под углом 45° к осям анизотропии (табл. 1).

Из таблицы следует, что модифицирование приводит к значительному росту упругих характеристик древесины (за исключением μ_{tr}^{45}). При этом наиболее интенсивно увеличивается модуль упругости E_{tr}^{45} (до 400 % для ольхи и 350 % для березы) при модифицировании их смолой ПН-1. Это объясняется почти полным (85 % у ольхи и 73 % у березы) заполнением пустот в древесине и соответственно значительным ростом жесткости композита в направлении поперек волокон [4]. Возрастание модуля упругости E_{ar}^{45} находится в пределах от 75 % (для березы, модифицированной ФС) до 165 % (для ольхи, модифицированной смолой ПН-1). Модуль упругости E_{at}^{45} увеличивается от 93 % для березы, модифицированной ФС, до 113 % для березы, модифицированной смолой ПН-1. Коэффициенты Пуассона μ_{at}^{45} меняют свое значение от $\mu_{at}^{45} = -0,1995$ для натуральной древесины березы до $\mu_{at}^{45} = 0,507$ для модифицированной смолой ПН-1. Отрицательное значение μ_{at}^{45} объясняется высокой степенью анизотропии E_a/E_t натуральной древесины березы [5]. При модифицировании отношение E_a/E_t уменьшается с 31,6 до 13,0 [4], что и приводит к возрастанию μ_{at}^{45} .

Повышение однородности древесно-полимерного композита при модифицировании приводит к некоторому снижению сравнительно большого коэффициента Пуассона μ_{tr}^{45} . Так, для древесины ольхи $\mu_{tr}^{45} = 0,79$, а после модифицирования смолой ПН-1, занимающей 85 % всех пустот в древесине, $\mu_{tr}^{45} = 0,55$.

На основании полученных экспериментальных значений E^{45} и μ^{45} по формуле (1) были определены модули сдвига G_{ar} , G_{at} , G_{tr} для натуральной и модифицированной древесины. Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные

Материал	E_{ar}^{45} МПа	E_{at}^{45} МПа	E_{tr}^{45}	μ_{ar}^{45}	μ_{at}^{45}	μ_{tr}^{45}	G_{ar} МПа	G_{at} МПа	G_{tr} МПа	Пло- ность, кг/м ³	К
Береза натуральная	2237	1596	574	0,0848	-0,1395	0,6534	1031	927	173,9	678,8	0
Береза, модифицирован- ная 35 %-ным раствором ФС	3934	3082	1268	0,1920	0,1090	0,4520	1650	1389	436,6	778,6	0,144
Береза, модифицирован- ная смолой ПН-1	5426	3682	2564	0,3010	0,5070	0,4600	2085	1222	878,1	1188,0	0,732
Ольха натуральная	1630	1442	454	0,0850	-0,0600	0,7900	890	767	127,0	422,9	0
Ольха, модифицированная 35 %-ным раствором ФС	4308	3005	753	0,2100	-0,0210	0,6700	1779	1458	226,1	634,4	0,235
Ольха, модифицирован- ная смолой ПН-1	4316	3100	2288	0,2790	0,3200	0,5550	1688	1175	742,0	1196,4	0,855

ЛИТЕРАТУРА

1. М и т и н с к и й А.Н. Упругие постоянные древесины как ортотропного материала. — В кн.: Тр. ЛТА, 1958, № 63, с. 22–54. 2. С о б о л е в Ю.С. Древесина как конструкционный материал. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 248 с. 3. М а к а р е в и ч С.С., Л ю б е ц к и й Д.И. Определение модуля упругости модифицированной древесины при сжатии. — В кн.: Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск: Выш. шк., 1973, с. 128–136. 4. Д о р о ж к о А.В., М а к а р е в и ч С.С. Упругие свойства модифицированной древесины при растяжении. — В кн.: Механическая технология древесины. Минск: Выш. шк., 1983, вып. 13, с. 64–66. 5. А ш к е н а з и Е.К., Г а н о в Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. — Л.: Машиностроение, 1980. — 247 с.

УДК 674.048

О.К. ЛЕОНОВИЧ,
Г.С. БЫЛИНА,
М.С. КОЗЛОВСКАЯ (БТИ)

БИОСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ФЕНОЛЬНОЙ СМОЛОЙ

Модифицирование древесины различными синтетическими смолами позволяет повысить ее физико-механические показатели, в отдельных случаях улучшить ее химическую стойкость и биостойкость [1].

В настоящей работе поставлена цель определить степень повышения биостойкости древесины за счет эффекта модификации. Для решения поставленной задачи исследована биостойкость древесины, пропитанной антисептиком и модифицирующим составом на базе фенольной смолы по отношению к пленчатому домовому грибу *Coniophora cerebella*. Определена биостойкость древесины, антисептированной фенольной смолой, являющейся отходом производства фенола кумольным методом, в состав которой входят фенол, п-кумилфенол, ацетофенон и некоторые другие продукты, а также фенольной смолой в смеси с 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 1,8; 2,0 % пентахлорфенола.

Разработан способ модифицирования древесины фенольной смолой, содержащей 6,0–6,5 % гексаметилентетрамина, заключающийся в пропитке древесины указанным раствором с последующей термообработкой ее в течение 1 ч при 90 °С и 4 ч при температуре (135 ± 5) °С.

При модифицировании древесины в процессе термообработки фенольная смола отверждается, изменяется химический состав продуктов, входящих в исходный состав, и предсказать биостойкость продукта модифицирования не представляется возможным. В связи с этим было проведено экспериментальное исследование биостойкости древесины, модифицированной фенольной смолой.

Испытания на биостойкость антисептированной и модифицированной древесины по отношению к грибу *Coniophora cerebella* проводились согласно методике ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко [2]. Штамм чистой культуры гриба был получен из Сенежской лаборатории консервирования древесины Центрального научно-исследовательского института механической обработки древесины (ЦНИИМОД).