

же после первого цикла начали терять свою прочность. Этим можно объяснить и снижение прочности после первого цикла крайних образцов (на расстоянии 7,5—10 мм от кромки листа фанеры, рис. 3 и 4).

Проведенные испытания на старение фанеры показали, что срок службы модифицированной фанеры гораздо больше обычной.

Л и т е р а т у р а

1. Хрулев В.М. Синтетические клеи и мастика. Минск, 1970.
2. Хрулев В.М. Долговечность клееной древесины. М., 1971.
3. Traux T.R. Selbo M.L. Results of Accelerated Tests and Long Term Exposures on Glue Joints in Laminated Beams.--"Transactions of ASME", 1948, N 4.
4. Иванов Ю. М. и др. Прочность и напряжения клеевых соединений древесины. М., 1973.
5. Вихров Ю.В. Повышение водо-влагостойкости древесины. - В сб.: Модификация древесины синтетическими полимерами, вып. 1. Минск, 1972.

Ю.В. Вихров, Н.Н. Бажанова

К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

Защита древесины от воздействия внешней среды — одна из первостепенных задач. Специалисты хорошо знают, что древесина, интенсивно поглощая влагу, не только значительно изменяет свои размеры и форму, но и почти все механические и физические показатели.

Существует много способов защиты древесины от воздействия на нее влаги. Эти способы разделяются на три основных вида: 1) поверхностное покрытие древесины защитными составами (лаки, краски, битум и т.д.); 2) глубокая пропитка древесины различными гидрофобными веществами (масла, парафины, синтетические смолы и т.д.); 3) химическое и термическое воздействия на компоненты клеточных стенок древесины (ацелирование древесины, обработка аммиаком, длительная выдержка при высоких температурах и др).

Одним из наиболее надежных способов защиты древесины является способ глубокой ее пропитки синтетическими веществами. Этот способ в отличие от способов поверхностного покрытия древесины не теряет защитные свойства при нанесении на изделия глубоких царапин и при длительном воздействии кли-

механических факторов. Этим данный способ обработки выгодно отличается от способов поверхностного покрытия древесины. А при сравнении его со способами химической и термической обработки древесины он увеличивает ее механические характеристики. Так, например, ацетилирование древесины, несмотря на свою простоту и эффективность стабилизации размеров обработанных деталей, не нашло применения в связи с тем, что после ацетилирования древесина значительно снижает свои механические показатели.

Все синтетические смолы, применяемые для глубокой пропитки древесины (ее модификации), можно разделить на две основные группы: 1) смолы, проникающие в клеточные стенки древесины и заполняющие межфибриллярные пространства; 2) смолы, практически не проникающие в клеточные стенки древесины и заполняющие только полости древесных волокон [1]. О способности смолы проникать в клеточные стенки древесины можно судить по величине остаточного набухания обработанной ею древесины [2].

Растворы смол первой группы, заполняя клеточные стенки древесины в процессе их полимеризации или поликонденсации почти полностью поглощаются клеточными стенками, оставляя открытыми водопроводящие пути и полости древесных волокон.

Таким образом, обработка древесины этими смолами в связи с заполнением ими межфибриллярных пространств и в некоторых случаях их "сшивки" с компонентами древесины позволяет получить весьма стабильный по своим размерам материал. При этом предел гигроскопичности клеточных стенок значительно снижается. К сожалению, при обработке древесины этими смолами полости древесных волокон остаются открытыми и скорость проникновения влаги и воды к клеточным стенкам древесины незначительно снижается.

Поэтому интенсивность разбухания древесины при изменении влажности окружающей среды мало отличается от интенсивности разбухания необработанной древесины. Такая древесина "дышит", хотя ее формоизменяемость при этом значительно ниже формоизменяемости исходной древесины. Незначительно снижается и величина ее максимального водопоглощения.

Вторая группа смол, не проникая в клеточные стенки древесины, заполняет полости древесных волокон, препятствуя тем самым проникновению к клеточным стенкам древесины влаги и воды.

Древесина, обработанная этими смолами, при относительно частом изменении влажности окружающей среды, практически

не изменяет своих размеров. Но в тех случаях, когда она попадает в среду с высокой влажностью на достаточно длительное время, величина ее разбухания практически не отличается от величины разбухания исходной древесины.

Остается без изменения и точка насыщения волокна такой древесины. Следует отметить, что водопоглощение древесины, обработанной смолами, не проникающими в клеточные стенки, в связи с заполнением этими смолами полостей древесных волокон становится значительно ниже [3,4].

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

При заполнении синтетическими смолами клеточных стенок древесины и полостей древесных волокон достигается наилучшая защита древесины от воздействия влаги и воды.

Но двойная пропитка древесины сначала смолами первой группы, а затем второй — трудоемка. Для проведения же реакции отверждения смол их необходимо дважды подвергать уже в древесине дополнительному воздействию температуры, γ -излучению или других факторов.

Нами разработан компаунд, состоящий из двух смол: проникающей и не проникающей в клеточные стенки древесины.

Компаунд состоит из фенолоспиртов, хорошо проникающих в клеточные стенки древесины [5] и глифталевой смолы, не проникающей в клеточные стенки древесины [3].

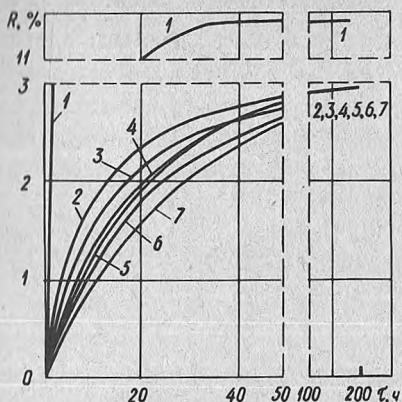
Компаунд готовится растворением глифталевой смолы [6] в фенолоспиртах. Для определения оптимального соотношения глифталевой смолы в фенолоспиртах за основные критерии были выбраны следующие показатели модифицированной древесины: разбухание при водопоглощении и предел прочности при сжатии вдоль волокон.

Образцы, пропитанные компаундом с различными соотношениями смол, подвергались термообработке при $t = 140^\circ\text{C}$ для поликонденсации компаунда. Эта температура была выбрана исходя из предварительных исследований по поликонденсации компаунда на полимеризационной плитке.

Время выдержки образцов ($t = 140^\circ\text{C}$) устанавливалось в зависимости от времени прогрева образцов и времени отверждения компаунда, которое составляло ~ 4 ч.

Для удаления воды, содержащейся в фенолоспиртах, все образцы после пропитки подсушивались в течение 24—30 ч. при температуре 60°C . Окончание момента подсушки определялось контрольным взвешиванием образцов.

а



б

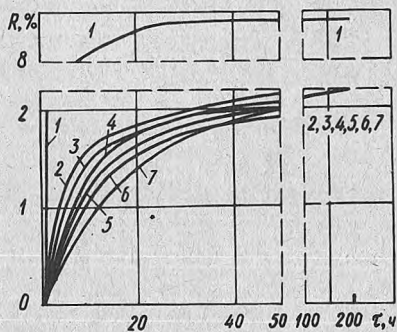


Рис. 1. Динамика разбухания модифицированной древесины при водопоглощении: а - в тангенциальном направлении; б - в радиальном направлении; 1 - натуральная древесина; 2 - древесина, модифицированная фенолоспиртами; 3 - древесина, модифицированная фенолоспиртами с 8% глифталевой смолы; 4 - с 45% глифталевой смолы; 5 - с 16% глифталевой смолы; 6 - с 35% глифталевой смолы; 7 - с 25% глифталевой смолы.

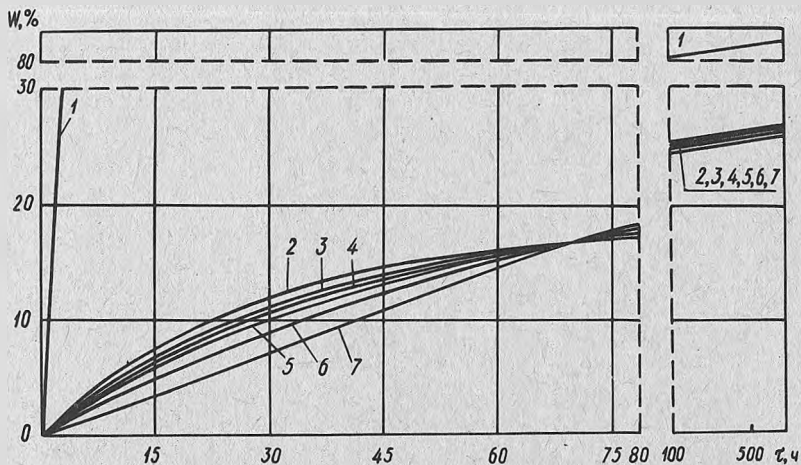


Рис. 2. Динамика водопоглощения модифицированной древесины: 1 - натуральная древесина; 2 - древесина, модифицированная фенолоспиртами; 3 - древесина, модифицированная фенолоспиртами с 8% глифталевой смолы; 4 - с 45% глифталевой смолы; 5 - с 16% глифталевой смолы; 6 - с 35% глифталевой смолы; 7 - с 25% глифталевой смолы.

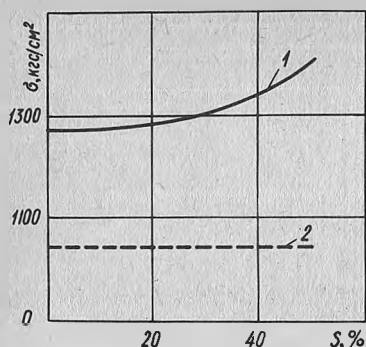


Рис. 3. Влияние содержания глифталевой смолы в компаунде на предел прочности модифицированной им древесины при сжатии вдоль волокон: 1 — модифицированная древесина; 2 — натуральная древесина.

Испытания образцов проводились по стандартным методикам. Полученные результаты приведены на рис. 1, 2, 3.

Как следует из графиков, введение в фенолоспирты 25—35% глифталевой смолы позволяет получить модифицированную древесину с высокой стабильностью размеров и низкой скоростью разбухания (рис. 1). Заметно снизилась (рис. 2) и скорость водопоглощения. С увеличением содержания глифталевой смолы в компаунде предел прочности при сжатии вдоль волокон модифицированной древесины несколько возрастает (рис. 3).

Компаунд, содержащий 25% глифталевой смолы, также использован для модификации древесины ольхи и дополнительно определена прочность при статическом изгибе модифицированной им древесины березы (табл. 1).

Испытания на статический изгиб проводились по разработанным методикам (ЦНИИСК, г. Москва).

Таблица 1

Порода	Предел прочности при статическом изгибе		Предел прочности при сжатии вдоль волокон		Разбухание при водопоглощении				
	содержание полимера, %	σ , кг/см ²	содержание полимера, %	σ , кг/см ²	содержание полимера, %	разбухание через t часов, %	максимальное разбухание		
						τ	R	τ	R
Береза	59,26	1726,9	60,98	1276,0	65,8	-	-	-	-
	0	1640,1	0	765,7	0				
Ольха	99,16	1274,6	103,49	1361,0	109,50,67	0,48	1,55	1,007	
	0	1174,3	0	628,4	0	7,04	4,66	7,96	4,81

Содержание полимера в древесине ольхи оказалось почти в два раза больше, чем в древесине березы. Концентрация компаунда при их пропитке была одинаковой и пропитка происходила до максимального поглощения раствора. Это различие легко объясняется меньшей плотностью и большей пористостью древесины ольхи по сравнению с древесиной березы.

В процессе работы нам было необходимо провести модификацию фанерных изделий с целью повышения их прочности и устойчивости к воздействию окружающей среды. Причем в отдельных случаях требовалось провести только поверхностную пропитку фанерных изделий с целью создания надежного защитного слоя и незначительного изменения веса изделия.

В связи с тем что свойства фанеры отличаются от свойств древесины, предварительные испытания были проведены на фанерных образцах, полностью пропитанных компаундом с различным содержанием смол.

Пропитанные и термообработанные по приведенному выше режиму образцы ольховой фанеры марки ФК испытывались на сжатие вдоль слоев шпона, статический изгиб, ударный изгиб, скалывание и разбухание при водопоглощении по стандартным методикам для фанеры.

Полученные результаты приведены в табл. 2 и на рис. 2, 3. Из анализа приведенных данных следует, что оптимальное содержание глифталевой смолы в фенолоспиртах для модификации фанеры составляет 20—30%.

Опыты по поверхностной пропитке фанеры на глубину 2—3 мм проводились на фанерных изделиях размером 3 x 10 x 30 см (при содержании полимера не более 10% к весу детали). Для сравнения использовались аналогичные детали, покрытые восьмью слоями лака ВК-1. Опыты по водопоглощению в течение трех суток показали, что детали, покрытые лаком, впитали воды вдвое больше, чем детали, поверхностно обработанные компаундом, содержащим 25% глифталевой смолы. При этом лаковая пленка растрескалась и отслоилась.

Испытание на химическую стойкость образцов древесины и фанеры, обработанных предлагаемым компаундом, подтвердило его высокий защитный эффект. Так, после выдержки в 10%-ном растворе серной кислоты разрушение клеевых швов образцов обычной фанеры марки ФК наступило через 6 суток, а модифицированных — через 57 суток. Березовые образцы, выдержанные в течение 60 суток, снизили свою прочность при сжатии вдоль волокон более чем в 4 раза, а модифицированная — только в 1,3 раза.

Таблица 2

Содержание глифталевой смолы, %	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	-
Вид испытаний	1	2	3	4	5	6	7
Предел прочности при изгибе, кг/см ²	67,9	69,5	77,05	82,9	84,4	87,2	0
	464,2	619,97	589,3	653,1	687,28	657,5	590,5
Ударная вязкость, кгс · см/см ²	67,9	69,5	77,05	84,4	82,9	87,2	0
	12,47	9,82	10,38	10,11	10,55	9,9	13,88
Предел прочности при растяжении, кгс/см ²	63,9	71,48	77,5	87,29	83,36	87,95	0
	101,15	105,8	122,4	134,2	141,54	103,83	117,43
Предел прочности при скальвании, кгс/см ²	44,41	50,99	52,05	55,83	58,93	66,72	0
	30,6	32,7	32,7	33,3	36,6	33,2	26,9
Предел прочности при сжатии, кгс/см ²	63,5	75,2	82,4	88,9	94,6	92,4	0
	552,4	635	684,6	673,9	709,8	698,1	324,39
Потеря веса при истираний, г	67,9	69,5	77,05	82,9	84,4	87,2	0
	0,3200	0,1891	0,2308	0,2336	0,2312	0,2437	0,2950
Водопоглощение через 24 часа испытаний, %	53,2	66,59	67,08	69,96	72,72	73,92	0
	34,03	27,1	26,35	25,1	23,82	24,29	61,81
Влагопоглощение через 24 часа испытаний, %	53,2	66,59	67,08	69,96	72,72	73,92	0
	5,99	3,6	3,56	3,51	3,42	3,4	10,01
Максимальное водопоглощение, %	53,2	66,59	67,08	69,96	72,72	73,92	0
	52,69	36,96	34,18	30,07	30,68	29,54	100,65
Влагопоглощение через 1030 часов испытаний (влажность воздуха 98%)	53,2	66,59	67,08	69,96	72,72	73,92	0
	11,35	9,32	9,31	10,07	11,51	11,7	15,34

Примечание. В числителе — количество полимера в древесине фанеры; в знаменателе — физико-механические свойства модифицированной фанеры.

Л и т е р а т у р а

1. Вихров Ю.В., Бажанова Н.Н., Синюков Н.П. Повышение водо-влажностойкости древесины. — В сб.: Модификация древесины синтетическими смолами, вып. 3, Минск, 1973.
2. Вихров Ю.В. Определение проникающей способности синтетических смол в клеточные стенки древесины и изменение ее физико-механических показателей. — В сб.: Механическая технология древесины, вып. 1. Минск, 1971.
3. Вихров В.Е., Шмаргунов Л.А. Стабилизация форм и размеров деревянных изделий, обработанных глифталем. — "Лесной журнал", 1964, № 2.
4. Вихров В.Е. и др. Применение модифицированной древесины в машиностроении. — "Технология и организация производства", 1971, № 4.
5. Вихров Ю.В. Физико-механические свойства древесины, модифицированной фенолоформальдегидными смолами и характер распределения полимера в древесине. Автореф. канд. дис. Минск, 1971.
6. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М.—Л., 1966.

С.С. Макаревич, Г.М. Хвесько, Д.И. Любецкий

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СЖАТИИ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН

В работе [1] получена формула для определения модуля упругости модифицированной древесины при сжатии поперек волокон, в которой влияние коэффициента пропитки K [2] на модуль упругости учтено с помощью функции $f(k) = \sin \frac{\pi k^2}{2}$. Строгого обоснования введения такой функции в работе не дано. Это было вызвано недостаточными знаниями о характере размещения полимера в полостях клеток древесины.

Целью настоящей работы является использование метода структурного анализа для получения зависимости модуля упругости модифицированной древесины при сжатии поперек волокон от характеристик исходных компонентов и коэффициента пропитки, учитывая характер распределения полимера в древесине и его работу под нагрузкой.

Как стало известно [3], полимер, практически не проникающий в стенки клеток, при частичном заполнении полостей клеток и сосудов располагается в них у стенок или по всему