

мой, параллельной оси абсцисс и проходящей через $v_c/v = 0,6$ и K , читаем значение коэффициента качества $K = 0,26$.

Аналогично можно определить коэффициент качества пропитки в любой момент всего цикла.

Содержание защитных средств в древесине (для данного примера) по номограмме рис. 2 равно 16,5 %.

Используя номограмму рис. 2, можно определить плотность древесины после пропитки и сушки:

$$\rho_n = \rho + (K_n/100) \rho. \quad (6)$$

С помощью номограмм рис. 1 и рис. 2 определяют K , K_n при пропитке древесины в два этапа (одним составом, а затем другим). Коэффициент качества $K_{(2)}$ (для второго этапа определяют по данным второго состава, вместо плотности древесины ρ принимают новое ρ_n , полученное по формуле (6) после первой стадии пропитки. Окончательный коэффициент качества пропитки будет равен:

$$K = K_{(1)} + K_{(2)}; \quad K_n = K_{n(1)} + K_{n(2)}.$$

Номограммы будут полезны для контроля процесса пропитки древесины во времени, при составлении режимов пропитки. С помощью номограмм в производственных условиях можно получить требуемое содержание защитных средств и коэффициент качества пропитки древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. В и х р о в В.Е., Карлов и ч С.И. Теоретический расчет размещения жидкостей и синтетического полимера в древесине. — В кн.: Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1973, с. 26—41.

УДК 674.048.3

С.Ю.КАЗАНСКАЯ, канд. техн. наук,
Н.В.СКАЧКОВА, М.С.КОЗЛОВСКАЯ,
А.В.КОРНИЕНКО (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНСЕРВАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СОСТАВАМИ НА ОСНОВЕ ФЕНОЛОСПИРТОВ

После того как дерево срублено стойкость его к воздействию агентов разрушения продолжает частично сохраняться [1], и натуральную древесину можно рассматривать как природно защищенную. Затем постепенно ее защитные свойства ослабевают и появляется необходимость в искусственной защите от воздействия окружающей среды. И хотя стойкость к биологическим разрушителям лиственницы и сосны (пород, наиболее широко применяемых при

Таблица 1.

**Сравнительные характеристики современной
и деградированной древесины лиственницы**

Древесина	Плотность при $W = 12\%$, кг/м^3	Предел проч- ности при сжатии вдоль волокон при $W = 12\%$, МПа	Твердость при $W = 12\%$, МПа		
			торцевая	радиальная	танген- циальная
Современная натуральная	660	64,5	43,5	29,0	29,0
Деградирован- ная	559	46,8	60,0	23,0	28,3

строительстве) достаточно велика, противостоять губительному влиянию времени не в состоянии ни простые хозяйственные постройки, ни уникальные памятники деревянного зодчества, представляющие историческую и культурную ценность. Не является в этом плане исключением главный объект музея "Кижи" — Преображенская церковь (год постройки 1714).

Исследование для консервации этого памятника проводилось на образцах, взятых из балки переходного четверика постройки, сделанной из древесины лиственницы, по технологии, разработанной в лаборатории модификации древесины.

Для качественного определения степени ее разрушения были проведены исследования следующих физических и механических свойств: влагопоглощения, разбухания, плотности, предела прочности при сжатии вдоль волокон, статической твердости. Определения проводились по известным методикам [2–6].

Для сравнения представлены показатели свойств натуральной современной лиственницы по литературным данным [7] в связи с отсутствием сведений, характеризующих здоровую древесину того времени (табл. 1).

Следует отметить, что, по всей вероятности, все характеристики здоровой древесины начала XVIII в. были более высокими, чем те, которые представлены в современной литературе, так как для строительства, а особенно несущих конструкций, специально отбирался высококачественный материал, что особенно заметно на характеристике твердости, которая оказывается более высокой для древесины постройки. Видимо, и остальные действительные показатели свидетельствовали о более высокой прочности исходного материала. Однако и в сравнении с литературными данными наблюдается заметное снижение плотности (15,3 %) и предела прочности при сжатии вдоль волокон (27,4 %).

Значительное снижение плотности и прочности древесины вызывает опасение за судьбу постройки; естественно, что такая древесина нуждается в укреплении. В качестве укрепляющего материала для древесины лиственницы были испытаны составы на основе фенолоспиртов, разработанные в лаборатории ранее [8, 9]. Использовался 35 %-ный водный раствор фенолоспиртов и состав, содержащий 35 %-ный водный раствор фенолоспиртов с малеиновым

ангидридом, введенным в количестве 5 % в массу олигомера товарной концентрации.

Для испытаний готовились образцы, размеры которых лимитировались величиной спилов и необходимостью достаточного количества образцов для достоверных результатов. Были определены увеличение массы и разбухание после пропитки, увеличение массы и остаточное набухание после консервирования, а также плотность, статическая твердость, предел прочности при сжатии вдоль волокон, влаго- и водопоглощение, разбухание законсервированной и необработанной древесины. Дополнительно проводились испытания стойкости древесины к воздействию пленчатого домового гриба *Coniophora cerebella* [10].

Для определения сжатия и твердости использовались образцы размером 15x15x20 мм, для водо-, влагопоглощения и разбухания — 15x15x10 мм, биостойкости — 15x15x10 мм (последний размер — вдоль волокон).

Пропитка производилась с использованием вакуумирования (30 мин), а затем избыточного давления 5 ати (2 ч). После пропитки образцы отмывались, взвешивались, обмерялись и сушились в термощкафу, где выдерживались при температуре 60 °С 2 суток, при 70 — 2 суток, при 80 — 2 суток, при 90 — 1 сутки, при 100 °С — 1 сутки. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 2, 3.

Полученные данные свидетельствуют о способности деградированной древесины лиственницы хорошо поглощать консервирующие составы. Наличие остаточного набухания говорит о проникновении консервирующих составов в клеточные стенки. Однако значительное увеличение массы древесины при пропитке может привести к разрушению деградированной древесины в процессе обработки при консервации неразборных конструкций. Для предотвращения возможных неблагоприятных последствий нужно предварительно проводить соответствующие инженерные расчеты и при необходимости принимать предохранительные меры.

Таблица 2.

Пропиточные свойства консервирующих составов

Наименование состава	Увеличение массы после пропитки, %	Разбухание при пропитке, %			Увеличение массы после консервирования, %	Остаточное набухание, %		
		тангенциальное	радиальное	вдоль волокон		тангенциальное	радиальное	вдоль волокон
Фенолоспирты 35 % растворимость 1:4,5	123,3	7,4	4,2	2,2	46,2	4,5	2,8	3,2
Фенолоспирты 35 % с maleиновым ангидридом	141,4	6,8	4,6	2,2	52,8	4,3	3,2	3,2

Таблица 3.

Свойства законсервированной древесины

Дре- веси- на	Плот- ность, кг/м ³	Статическая твер- дость, МПа			Пре- дел проч- нос- ти при сжа- тии вдоль воло- кон, МПа	Вла- гопо- гло- ще- ние, %	Разбухание, %			Во- допо- гло- ще- ние, %	Разбухание, %		
		тор- це- вая	ра- ди- аль- ная	тан- ген- ци- аль- ная			тан- ген- ци- аль- ное	ра- ди- аль- ное	вдоль воло- кон		тан- ген- ци- аль- ное	ра- ди- аль- ное	вдоль воло- кон
Пропи- танная феноло- спирта- ми 35 %- ной кон- центра- ции	718	99,7	49,4	52,8	85,6	8,5	3,2	2,2	-0,4	55	3,4	2,2	-0,6
Пропи- танная феноло- спирта- ми 35 %- ной кон- центра- ции с ма- леиновым ангидри- дом	726	92,0	45,0	40,6	85,9	8,1	2,9	2,3	-0,2	48	2,9	2,4	-0,5
Непро- питан- ная конт- роль- ная	559	60,0	23,0	28,3	46,8	12,0	4,1	2,9	0,6	87	4,8	3,2	1,2

Анализируя данные, представленные в табл. 3, следует отметить, что использование составов на основе фенолоспиртов для консервации древесины лиственницы позволяет практически в два раза повысить прочность древесины, в 1,5—2 раза — твердость, на 30 % — плотность и таким образом практически восстановить утраченные временем показатели свойств. Причем все это достигается увеличением массы на 45—50 %. Консервация древесины, кроме повышения прочности, снижает гигроскопичность ее в 1,5, а водопоглощение в 2 раза.

Особое внимание привлекает значительное изменение размеров деградированной древесины вдоль волокон как при пропитке, так и при термообработке, влаго- и водопоглощении.

Эти изменения связаны с деградацией клеточных стенок древесины, обусловленной гидролизом и окислением в первую очередь гемицеллюлоз и частично целлюлозы, их разрыхлением, что приводит к снижению анизотропии усушки в трех главных направлениях, подтверждающемуся сокращением

разницы между усушкой в тангенциальном и радиальном направлениях. Особенно это ощутимо при пропитке древесины консервирующими материалами, которые благодаря высокой полярности и низкой молекулярной массе хорошо проникают в клеточные стенки древесины.

Полимер скрепляет разрыхленные компоненты древесины более жесткими, чем природные, связями и при увлажнении разбухание в тангенциальном и радиальном направлениях (преимущественное разбухание) вызывает некоторое укорочение образца вдоль волокон. Это обстоятельство следует учитывать при консервировании узлов и связок, где укорочение какого-либо из элементов может повлиять на прочность конструкции.

Испытания древесины на биостойкость по отношению к пленчатому домовому грибу *Coniophora cerebella* проводились с использованием чистой культуры штамма, полученного в Сенежской лаборатории консервирования древесины ЦНИИМОД.

Образцы, пропитанные водным раствором фенолоспиртов 35 %-ной концентрации и водным раствором фенолоспиртов с добавкой малеинового ангидрида, значительно отличались от контрольных образцов как по потере массы, так и по обрастанию мицелием гриба. Медленно шло обрастание грибами образцов, пропитанных составами на основе фенолоспиртов. Наблюдение за образцами показало, что мицелий на них появился лишь к концу опыта у основания и на боковых стенках. Потеря массы в конце испытания составила 0,69 %. У образцов, пропитанных фенолоспиртами с добавкой малеинового ангидрида, обрастание грибами хотя и началось на 15 сутки и к концу опыта все образцы были покрыты мицелием, однако покров выглядел редким, паутинистым и потеря массы оказалась также небольшой — 0,98 %. На контрольных образцах налет грибов появился на пятые сутки у основания; через 25 суток он полностью покрыл все образцы пышным с желтоватым оттенком мицелием, потеря массы составила 29,6 %.

Кроме потери массы древесины, исследовалось изменение некоторых других ее показателей. Влажность пропитанной и контрольной древесины к концу двухмесячного эксперимента повысилась до 30—40 %, у разных образцов отличалась незначительно, однако разбухание контрольной древесины при этом установилось в два раза большим, чем у законсервированной, а после сушки образцы покоробились и потемнели, на них появились трещины. Законсервированные образцы сохранили свой первоначальный цвет, форму и размеры, усушка в тангенциальном и радиальном направлениях составила 0,6—0,43 %, 0,4—0,18 % соответственно. Исследование изменения твердости древесины при воздействии гриба *Coniophora cerebella* показало ее снижение, однако для законсервированной древесины оно было в 1,5—2 раза ниже, чем для необработанной.

Проведенные исследования показали возможность использования консервации деградированной древесины лиственницы составами на основе фенолоспиртов для повышения ее плотности, прочности и биостойкости с сохранением естественного цвета и текстуры материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшин С.Н. Консервирование древесины. — М.: 1977. — 336 с. 2. ГОСТ 16483.19—72. Древесина. Метод определения влагопоглощения: Взамен ГОСТ 11485.

Группа К09. — 13 с. 3. ГОСТ 16483.14—72. Древесина. Методы определения на разбухание. Взамен ГОСТ 11602—65, ГОСТ 11488—65 в части разд. В. Группа К09. — 15 с. 4. ГОСТ 16483.1—73. Древесина. Методы определения плотности: Взамен ГОСТ 16483.1—70. Группа К09. — 6 с. 5. ГОСТ 16483.10—73. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. Взамен ГОСТ 16483.10—72. Группа К09. — 8 с. 6. ГОСТ 16483.17—81. Древесина. Метод определения статической твердости: Взамен ГОСТ 16483.17—72. Группа К09. — 10 с. 7. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 384 с. 8. А.с. 399369 (СССР). Способ консервации деревянных изделий из археологических раскопок/В.Е.Вихров, Ю.В.Вихров, С.Ю.Казанская, В.А.Борисов. — Оpubл. в Б.И., 1973, № 39. 9. ГОСТ 167122—71. Защитные средства для древесины. Методы испытания на токсичность: Взамен ГОСТ 11540—65 в части испытаний на токсичность. Группа Л19. — 11 с.

УДК 647.817—41

Т.М.КРЮКОВСКАЯ, С.К.ХОДЫНЮК,
канд. техн. наук, Т.В.СУХАЯ (БТИ)

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КОВРЕ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Качество древесноволокнистых плит (ДВП) и продолжительность процесса их производства в значительной мере определяются факторами горячего прессования и в самой большей степени — условиями тепло- и массопереноса.

Механизм прогрева ДВП мокрого формования изучался в работах [1, 2], где был установлен его пятистадийный характер. При достижении контакта древесноволокнистого ковра с горячими плитами пресса первоначально происходит неустойчивая передача тепла, затем — неуравновешенное испарение влаги, на третьей стадии — поглощение латентного тепла влагой в среднем слое, на четвертой — неустойчивое распространение тепла и, наконец, устойчивое распространение тепла. Продолжительность стадий и их характер специфичны для каждого из способов получения ДВП. В связи с использованием для производства ДВП древесины лиственных пород, требующих введения в композицию гидрофобизирующих добавок, интерес представило рассмотрение влияния на процесс переноса тепла в прессуемом древесноволокнистом ковре парафина. Последний вводится в композицию ДВП преимущественно в виде эмульсии в массу либо на поверхность ковра.

Ввиду отсутствия стандартной методики определения температуры разных слоев ДВП в процессе их прессования и публикаций по этому вопросу приводим подробную методику исследований.

Исследования проводились с помощью хромель-копелевых термопар, изготовленных из проволоки диаметром 0,25 мм. Термопары тарировали по температурам в тающем льду и кипящей воде при атмосферном давлении. Температуру регистрировали автоматическим потенциометром ЭПП-09М с интервалами между точками 3,3 с.

Установку термопар проводили в следующем порядке: определяли центр ковра и жесткой проволокой с торца от края к центру формировали в ковре отверстие. В это отверстие вставляли одну из термопар. Другую термопару фиксировали тонкой проволокой в центре сетки. На сетку укладывали ковер,