

Технология консервации вскрытой древесины

С. Ю. КАЗАНСКАЯ, Н. В. СКАЧКОВА, В. К. ЗАЙЦЕВА, О. М. ЖУК — Белорусский технологический институт имени С. М. Кирова

Исследуя вскрытую (деградированную) древесину Минского Замчища, специалисты нашего института разработали составы и способы ее консервации. Основой многих составов служит низкомолекулярный продукт начальной конденсации фенола и формальдегида в щелочной среде — фенолоспирты. Широкое применение этого олигомера обусловлено его свойствами — высокой полярностью и низкой молекулярной массой (что обеспечивает их хорошее проникновение в клеточные стенки древесины), био- и огнестойкостью, высокими прочностными свойствами отвержденного материала и его атмосферостойкостью.

Высокие технологические характеристики фенолоспиртов позволяют использовать этот материал для восстановления свойств современной деградированной древесины в различных строительных сооружениях и применять его для модификации направленного изменения свойств натуральной древесины.

Опыт консервации вскрытой древесины составами на основе фенолоспиртов свидетельствует, что при соблюдении необходимых технологических режимов достигается полная пропитка заболонной части венцов построек и, частично, ядра. Исследования стойкости древесины при ее искусственном старении, имитирующем условия эксплуатации, показали, что при одинаковых условиях законсервированная древесина значительно лучше противостоит влиянию климатических факторов, чем обычная здоровая. Биостойкость древесины, обработанной фенолоспиртами, достаточно высока. Даже при использовании фенолоспиртов 15 % -ной концентрации масса образцов уменьшается на 2,8 %, а при 50 % -ной — на 0,9 %.

Разработка методики консервации деградированной древесины в первую очередь базируется на исследовании физических и механических свойств материала предполагаемого объекта консервации, достаточно полно характеризующих степень его разрушения и способность быть обработанным консер-

вирующим составом, используемым для сохранения объекта.

С целью разработки технологии консервации деградированной древесины Минского Замчища, например, проведен эксперимент, в ходе которого определена возможность ее консервации составами различной концентрации на основе фенолоспиртов и малеинового ангидрида при различной степени разрушения древесины. Для эксперимента отобраны древесину сосны и дуба. Первичная характеристика степени ее разрушения составлялась по плотности древесины при ее влажности в момент исследования. Партии образцов для первоначальных исследований формировались с учетом не только их плотности, но и местоположения по сечению бревна. Образцы готовились из заболони, граничной зоны заболонь — ядро и ядровой части бревен. Оптимальная концентрация основного консервирующего материала определялась в пределах 25—50 %.

Использовались фенолоспирты трех концентраций: 25, 35 и 50 %. Малеиновый ангидрид во всех случаях использовался 6 % -ной концентрации. Качество консервации устанавливалось по увеличению массы и размеров образцов после пропитки и отверждения консервирующего состава, по изменению плотности и прочности, влаго- и водопоглощению, разбуханию по окончании процесса обработки.

Отверждение консервирующих составов осуществлялось по режимам, разработанным для сухой деградированной археологической древесины, соответствующим режимам для подобной древесины памятников деревянного зодчества. Разработка оптимальных режимов отверждения пропитанной консервантом деградированной древесины проводилась с использованием термокафа и гидростата, обеспечивающего температуру 100°С и влажность 100 %.

Раскоп Минского Замчища представляет собой вскрытые на глубине 3—5 м остатки древнего вала, мостовой

и деревянных срубов, несколько венцов которых сохранились. Установлено, что в основном это древесина сосны (80 %), а также дуба (около 15 %) и других пород (5 %). Вся древесина потеряла изначальную прочность и форму, продолжает растрескиваться и разрушаться. Часть бревен имеет глубокие поперечные и продольные трещины, в отдельных случаях произошло шелушение поверхностных слоев и осыпание заболонной зоны. На отдельных элементах вскрытых построек обнаружена грибница и значительное количество плодовых тел трутовика. Следовательно, для сохранения памятника XIII века необходима была срочная консервация.

Эксперимент проводился на образцах деградированной древесины сосны и дуба, имеющих по три разновидности плотности и величиной 20×20×30 мм (последний размер вдоль волокон).

Фенолоспирты использовались 25, 35 и 50 % -ной концентрации (по ТУ 6-05-1164—81). Состояние древесины определяли по образцам, вырезанным из бревна и включающим зоны: заболонь, границу заболонь — ядро, ядро.

Анализ показал, что основные изменения материала, его деформация и механическое разрушение наступили после освобождения древесины от культурного слоя. Сразу после вскрытия влажность древесины в среднем была равна примерно 380—300 % для сосны и 180—250 % для дуба. Перед началом эксперимента влажность сосны составляла 7—9 %, а дуба — 9—13 %. Степень разрушения древесины сосны, определенная по ее плотности, колеблется в довольно широких пределах, увеличивается от центра к периферии и отличается от данного показателя натуральной древесины соответствующих пород в 2—2,5 раза. Если степень разрушения высока, при сушке возникают необратимые процессы, приводящие к чрезмерному уплотнению, деформации клеточных стенок древесины и частичному их разрушению.

Таблица 1

Плотность древесины до обработки, кг/м ³	Максимальная влажность древесины, %			Разбухание, %																					
				до обработки			после консервации фенолоспиртами концентрацией, %																		
	до обработки	после консервации фенолоспиртами концентрацией, %			тангенциальное	радиальное	вдоль волокон	25			35			50											
		25	35	50				тангенциальное	радиальное	вдоль волокон	тангенциальное	радиальное	вдоль волокон	тангенциальное	радиальное	вдоль волокон									
Сосна:																									
200—250	490	123	107	77	14,9	9,4	2,2	3,5	1,7	0,3	2,9	1,8	0,3	2,3	1,4	0,1									
300—350	356	109	103	68	9,5	5,8	0	2,9	1,5	0,2	2,0	1,6	0,2	1,9	1,5	0,1									
400—450	215	91	79	66	7,2	4,6	0,3	3	1,6	0,3	1,9	1,5	0,3	1,9	1,6	0,2									
Дуб:																									
400—450	230	72	58	49	21,8	9,7	1,4	5,6	3,4	0,5	4,2	1,8	0,3	3,5	1,4	0,2									
500—550	175	63	52	43	16,7	7,3	0,9	4,7	2,8	0,4	3,8	1,9	0,3	3,1	1,3	0,3									
600—650	132	44	37	28	11,5	6,8	0,7	3,9	1,9	0,4	3,4	1,7	0,3	2,7	1,5	0,3									

Плотность ядровой части большинства обследованных бревен сосны между собой различается незначительно и составляет в среднем около 430 кг/м³. Плотность заболони с 200 увеличивается до 450 кг/м³. Результаты анализа позволили древесину сосны по плотности подразделить на группы 200—250, 300—350 и 400—450 кг/м³, а древесину дуба — на группы 400—450, 500—550 и 600—650 кг/м³. Данные, полученные при исследовании древесины, представлены в табл. 1 и 2.

Зависимость количества полимера, отложившегося в структуре древесины при ее пропитке консервантом различной концентрации, от плотности представлена на рис. 1 и 2.

Плотность древесины до обработки, кг/м ³	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа			Статическая твердость, МПа, в тангенциальном направлении				
	до обработки	после консервации фенолоспиртами концентрацией, %		до обработки	после консервации фенолоспиртами концентрацией, %			
		25	35		25	35	50	
Сосна:								
200—250	6,5	33,5	45,7	51,3	0,5	3,5	4,1	4,8
300—350	14,3	45,4	54,3	67,3	1,7	5,1	6,3	6,9
400—450	36,4	65,3	79,8	86,6	2,9	6,4	7,2	8,1
Дуб:								
300—350	29,8	45,8	63,4	89,9	2,5	5,1	5,9	6,3
400—450	44,5	53,9	69,2	102,3	3,9	5,8	5,7	6,8
500—550	52,3	68,7	76,4	98,5	4,5	6,4	6,9	7,2

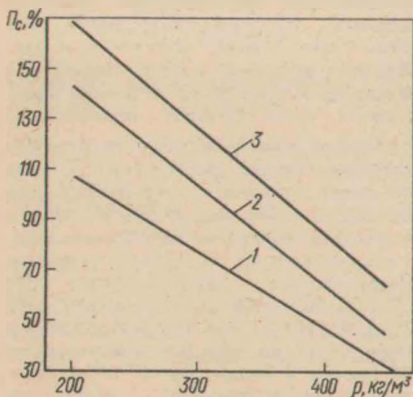


Рис. 1. Зависимость количества полимера, отложившегося в древесине сосны P_c , от ее исходной плотности:

1 — фенолоспирты 25 %-ной концентрации ($P_c = 172,65 - 0,32 \rho$); 2 — 35 %-ной ($P_c = 229,65 - 0,42 \rho$); 3 — 50 %-ной концентрации ($P_c = 256,75 - 0,43 \rho$)

Анализ полученных результатов показывает, что максимально возможная стабилизация размеров при достаточной прочности законсервированного материала обеспечивается для сосны плотностью до 300 кг/м³ 35 %-ной концентрацией фенолоспиртов. Введение большого количества полимера в древесину нежелательно не только из-за увеличения массы конструкции, но и из-за повышения хрупкости материала. При увеличении плотности свыше 300 кг/м³ может быть использована 25 %-ная концентрация пропиточного раствора. Результаты эксперимента по пропитке дуба показали, что наилучшие результаты достигаются при использовании низких концентраций. При этом плотность законсервированной древесины в значительной степени выравнивается.

Для пропитки сухой деградированной древесины дуба, изначальная плотность которой до 550 кг/м³, лучшей концентрацией можно считать 35 %, для интервала плотности от 550 до 750 необходимо использовать 25 %-ную концентрацию фенолоспиртов.

Маленновый ангидрид во всех случаях используют 6 %-ной концентрации.

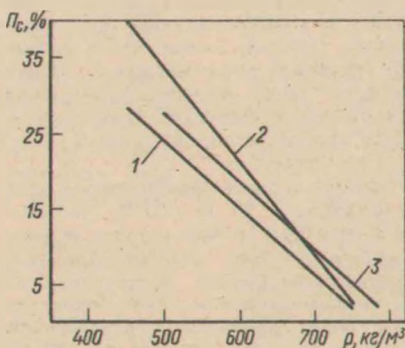


Рис. 2. Зависимость количества полимера, отложившегося в древесине дуба P_c , от ее исходной плотности:

1 — фенолоспирты 25 %-ной концентрации ($P_c = 74,21 - 0,1 \rho$); 2 — 35 %-ной ($P_c = 99,63 - 0,13 \rho$); 3 — 50 %-ной концентрации ($P_c = 74,83 - 0,1 \rho$)

Опыт работ по консервации археологической (деградированной) древесины показывает, что использование одних и тех же режимов для древесины различной степени разрушения приводит к значительному искажению формы и размеров части обрабатываемого материала. Для древесины, плотность которой превышает 400 кг/м³, могут быть использованы режимы, применяемые при отверждении пропитанной фенолоспиртами насыщенной водой деградированной древесины. В этом случае подсушка материала осуществляется постепенно, с медленным повышением температуры — от 50 до 100 °С с градацией в 10 °С через 2 дня и окончательно выдержкой при 100 °С в течение 6 ч.

Если плотность исходной древесины ниже 400 кг/м³, то отверждение консервирующего состава необходимо проводить в присутствии водяных паров, причем влажность окружающей среды

должна достигать 100 % (чтобы был обеспечен приоритет процессов отверждения консервирующего состава перед процессом сушки комплекса древесины — полимер). Определение оптимальных режимов в этом случае проводилось с использованием гидростата при температуре обработки 100 °С и влажности воздуха в камере 100 %.

Результаты эксперимента показали, что максимальная стабилизация размеров образцов достигается при продолжительности обработки от 3 до 6 ч. Следует отметить, что при использовании высоких концентраций консервирующего материала происходит довольно значительный его выброс, чего не бывает при более низких концентрациях.

Кроме того, данное обстоятельство влияет на загрязнение обстановки и требует дополнительных усилий по их очистке. Увеличение продолжительности обработки выше 6 ч не приводит к дополнительной стабилизации формы и размеров образцов древесины, хотя процессы структурирования медленно продолжаются, о чем свидетельствуют результаты определения степени отверждения консервирующего состава в структуре древесины.

Завершающую сушку необходимо осуществлять по очень мягким режимам при невысокой температуре (50—60 °С) в течение 5—10 дней. Сушка законсервированной древесины в естественных условиях также допустима, но продолжительность ее увеличивается в зависимости от условий окружающей среды.

Надежность полученных данных была проверена при консервации с использованием разработанной методики двух чураков археологической древесины сосны (диаметром 24 см, высотой 25 см, плотностью заболонной части 280 кг/м³) и дуба (диаметром 18 см, высотой 45 см, плотностью с одной стороны 600 кг/м³, а с другой, более разрушенной части, составляющей примерно четверть объема чурака — 450 кг/м³). Результаты проверки подтвердили правомерность предложенной методики.