

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ЗАКОНСЕРВИРОВАННОЙ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Работы по изысканию составов для консервирования деградированной древесины показали возможность использования в качестве таковых композиций, включающих в себя фенолоспирты, малеиновый ангидрид и пентахлорфенолят натрия [1]. Законсервированная с использованием этих реагентов древесина сохраняет естественный цвет, текстуру и фактуру материала. При этом ее предел прочности при сжатии вдоль волокон увеличивается в 1,5–2 раза; значительно снижается водопоглощение и повышается огнезащита.

Реализация разработанного состава позволяет законсервировать большие объемы древесины – деревянные культовые сооружения, бытовые и хозяйственные постройки. Обеспечение для крупных строений музейных условий хранения сложно, требует больших материальных затрат для строительства крытых павильонов и отрывает постройки из естественной среды обитания. В связи с этим представляет интерес экспозиция законсервированных объектов в естественных условиях на открытом воздухе без специальных защитных мероприятий. Возможность эксплуатации законсервированной древесины предложенными методами может быть установлена после ее испытаний к воздействию внешних климатических факторов, что и является целью настоящей работы.

Для проведения испытаний была разработана методика ускоренного старения древесины с использованием термовлажностной обработки и ультрафиолетового облучения, имитирующих воздействие окружающей среды. При разработке необходимой методики использовался принцип определения стойкости древесины по изменению ее основных физических и механических свойств в условиях искусственного старения [2].

Известно, что гидротермическая обработка древесины снижает ее прочность, которая изменяется только при колебании влажности в интервале предела гигроскопичности. Изменение влажности выше предела гигроскопичности при обычной температуре на прочность древесины не влияет. Повышение температуры приводит к снижению прочности. Кратковременные воздействия небольших температур вызывают обратимые изменения прочности, а с повышением температуры и увеличением времени ее воздействия начинают проявляться и остаточные явления, которые сказываются на прочности древесины после гидротермической обработки. Это обуславливается изменением химической структуры древесины при ее термообработке. Воздействие на здоровую древесину температуры ниже 60 °С независимо от длительности обработки практически не снижает ее эксплуатационной прочности. Влияние температуры (80 °С) начинает сказываться при продолжительности обработки более 40–50 ч, 4–5 ч – при температуре 100 °С и 2–3 ч – при температуре 120 °С [3]. Влияние температуры будет сильнее, если обрабатывать не сухую, а влажную древесину.

Влияние ультрафиолетового излучения может сказаться на деструкционных процессах химической структуры древесины, ускорении окислительных процессов и разрушении межмолекулярных связей основных компонентов древесины.

Исследования проводились на деградированной древесине плотностью 398 кг/м³ и 370 кг/м³, отобранной из разрушенных построек. Испытывались как законсервированные, так и контрольные необработанные образцы.

Консервировались чураки диаметром 16–22 см и высотой 35–40 см методом пропитки составом с последующей термообработкой. Пропитка осуществлялась в два этапа. Первый этап – пропитка древесины фенолоспиртами 25 %-ной концентрации с добавкой 1 % пентахлорфенолята натрия методом вымачивания в течение 15 дней. Использование фенолоспиртов 25 %-ной концентрации позволяет экономить пропитывающий состав без существенного ухудшения свойств обрабатываемой древесины [4], а введение пентахлорфенолята натрия повышает водорастворимость 50 % фенолоспиртов от 1:8 до 1:15. Второй этап – пропитка древесины 6 %-ным водным раствором малеинового ангидрида в течение 2,5 ч для осветления поверхности чурака. Поглощение состава при плотности древесины 398 кг/м³ – 52–57 %, при плотности 370 кг/м³ – 90–110 %.

Термообработка пропитанной древесины проводилась по следующим режимам: подсушка при температуре 50 °С – 24 ч, затем подъем температуры до 60 °С и выдержка в течение 48 ч, подъем температуры до 70 °С, выдержка 48 ч, далее температура 90 °С, выдержка 24 ч и 100 °С – 7 ч. Для предотвращения растрескивания чураков сброс температуры проводился ступенчато до 50 °С, а затем образцы остывали в сушильном шкафу до комнатной температуры и только после этого извлекались.

Для изготовления образцов чураки распускались на спилы толщиной 1,5 см. Распиловка позволила визуально определить глубину пропитки, которая зависела от степени разрушения древесины и составляла от 1–2 см для менее разрушенной древесины до полной пропитки наиболее разрушенных участков. Из спилов, пропитанных частично, образцы выкалывались как по периферии, пропитанной полностью, так и из области, включающей пропитанную и непропитанную части. Предполагалось, что это наиболее опасное место, по которому образец может расщепиться при циклической термовлажностной обработке.

Для контрольных образцов на спилы распускались непропитанные, рядом расположенные по бревну чураки. Образцы выкалывались из тех же зон спилов, что и для законсервированной древесины. Размеры образцов – 10x10x15 мм (последний размер вдоль волокон) – обусловлены необходимостью получения достаточного количества образцов для испытаний, обеспечивающих получение достоверных результатов. Результаты обработаны методом вариационной статистики [5], показатель точности составляет 5–7 %.

Для определения оптимальных режимов термовлажностной обработки сначала проводились поисковые исследования. Законсервированные и контрольные образцы выдерживали при различных температурах в течение определенного времени, при этом определялось изменение влажности и размеров древесины. Было установлено, что воздушно-сухие образцы законсервированной древесины приобретают влажность 50–100 % в течение 10 ч их выдержки

в воде. Образцы контрольной незаконсервированной древесины при этом режиме увлажняются до 80–100 % в зависимости от степени насыщения их полимером. При этом все образцы разбухают на 70–80 % от максимальной величины.

Облучение увлажненных образцов ультрафиолетом проводилось при помощи двух ламп ПРК-4. Воздействие облучения в течение 8 ч не снижает влажности ниже предела гигроскопичности. Ее потеря составляет 10–15 %.

Поисковые исследования показали, что выдержка мокрой древесины при температуре -20°C приводит к потере влаги на 5–7 %, изменение размеров при этом не происходит.

Выдержка увлажненных образцов при температуре 80°C в течение 8 ч позволяет снизить их влажность до 8–20 %. Законсервированные образцы приобретают влажность 8–13 % в зависимости от содержания полимера в древесине, а незаконсервированные – 15–20 % в зависимости от степени разрушения. Усушка образцов составляет 50–70 % от максимально возможной.

Вариация последовательности воздействия на древесину различной температуры, влажности и облучения позволила предложить оптимальные режимы для ускоренного определения стойкости законсервированной древесины к воздействию окружающей среды. Один цикл обработки, имитирующий ее влияние, продолжается 48 ч: выдержка в воде при 20°C – 16 ч; ультрафиолетовое облучение при 20°C – 8 ч; выдержка при -20°C – 16 ч; выдержка при 80°C – 8 ч. Время выдержки образцов в воде и при температуре 20°C принято 16 ч как технологически наиболее удобное. Его увеличение от 10 до 16 ч не влияет существенно на влажность и прочность древесины.

Испытанию на стойкость к воздействию термовлажностной обработки и облучению подверглись пять групп образцов – три группы, которые включают древесину с плотностью 398 кг/м^3 , пропитанную полностью, пропитанную наполовину с четкой границей пропитанной и непропитанной зон, контрольную непропитанную и две группы древесины плотностью 370 кг/м^3 – пропитанную полностью и непропитанную контрольную. Каждая из групп разделена на партии, которые испытывались до термовлажностной обработки, через 5, 10, 15 и 20 циклов обработки. Стойкость древесины определялась по изменению ее предела прочности при сжатии вдоль волокон, плотности, потери массы, влажности и усушки в тангенциальном и радиальном направлениях. Показатели этих свойств определялись общепринятым методом [6] и представлены в табл. 1.

Полученные данные показывают положительное влияние консервирования на физические и механические свойства деградированной древесины. Предел прочности при сжатии вдоль волокон значительно возрастает даже при неполной пропитке образцов. Соединение видимых пропитанной и непропитанной зон в образцах, содержащих 34 % полимера, достаточно прочное, расслоения по видимой линии пропитки не наступало. Вероятно проникновение консервирующего состава имеет место и в прилегающей к зоне видимой пропитки области. Снижение содержания импрегнирующего состава по толщине образца происходит плавно, а не скачкообразно, как это может показаться при визуальном обследовании образца.

Введение полимера повышает плотность и значительно снижает усушку деградированной древесины, что косвенно свидетельствует о его проникновении

Изменение свойств деградированной древесины
в процессе термовлажностной обработки

Характеристика исходной др-ны		Число циклов обработки	Показатели свойств					
			$\sigma_{сж}$, МПа	ρ , кг/м ³	Δm , %	W, %	Y, %	
плотность, кг/м ³	содержание полимера, %	a					b	
		398	0	0	36,6	398	0	113
5	30,7			395	11,0	119	7,47	4,08
10	31,6			402	12,3	119	7,70	4,49
15	30,4			387	15,6	123	7,93	4,53
20	30,7			356	16,3	142	8,06	4,72
398	34	0	44,8	465	0	94	2,88	1,19
		5	45,6	422	8,1	90	3,08	1,53
		10	44,0	423	9,2	73	3,28	1,53
		15	42,4	412	9,9	74	3,33	1,80
		20	39,0	409	10,6	74	3,80	1,80
398	55	0	58,7	590	0	79	2,37	1,18
		5	60,6	581	5,8	79	2,48	1,28
		10	54,7	564	6,3	75	2,58	1,32
		15	48,7	539	6,8	67	2,76	1,59
		20	47,8	542	7,2	61	2,78	1,59
370	0	0	20,6	370	0	165	9,39	4,40
		5	21,5	370	23,4	167	9,44	4,45
		10	18,9	362	25,6	167	9,44	5,10
		15	19,0	339	27,2	169	10,12	5,54
		20	15,7	330	29,4	171	10,26	5,80
370	102	0	39,9	470	0	120	3,13	1,75
		5	37,8	468	8,5	120	3,18	1,75
		10	33,6	457	9,3	116	3,20	1,87
		15	29,3	430	10,2	105	3,30	1,88
		20	23,9	429	11,3	104	3,46	2,02

в клеточные стенки древесины, обуславливая стабилизацию формы и размеров образцов.

После обработки, несмотря на потерю массы образцами, снижение плотности и предела прочности при сжатии вдоль волокон невелико. Показатели этих свойств после испытаний превышают соответствующие значения показателей деградированной контрольной древесины. Особый интерес вызывает снижение водопоглощения законсервированной древесины с одновременным увеличением усушки. По-видимому, в процессе термообработки повышается степень поликонденсации полимера, что вызывает увеличение гидрофобности обработанного материала. Усушка законсервированной древесины после обработки остается на значительно более низком уровне, чем незаконсервированной.

Анализ комплексного изменения физических и механических свойств древесины после циклической термовлажностной обработки и ультрафиолетового облучения показывает повышенную стойкость законсервированной древесины к такого вида воздействиям. Упрочненная древесина, обладающая стабильностью формы, может быть экспонирована на открытом воздухе без навеса или другого специального укрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 870135 (СССР). Состав для консервирования древесины/Ю.В.Вихров, С.Ю.Казанская, В.А.Борисов, Г.И.Завойских. — Опул. Б.И., 1981, № 37. 2. К а з а н с к а я С.Ю., В и х р о в Ю.В. Исследование влияния искусственного старения на законсервированную древесину археологических находок. — В кн.: Механическая технология древесины. Мн.: Выш.шк., 1979, вып. 9, с. 133—137. 3. С е р г о в с к и й П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. — М.: Лесн.пром-сть, 1975. — 400 с. 4. П а у л ь Э.Э. Исследование физико-механических свойств древесины, модифицированной фенолоспиртами: Авторсф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1969. — 28 с. 5. М и т р о п о л ь с к и й А.К. Элементы математической статистики. — Л.: Лесотехн.акад., 1969. — 274 с. 6. У г о л е в Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. — М.: Лесн.пром-сть, 1975. — 384 с.

УДК 674.048.3

О.К.ЛЕОНОВИЧ, М.С.КОЗЛОВСКАЯ (БТИ)

АНАЛИЗ БИОСТОЙКОСТИ ПРОПИТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОПОР ЛИНИЙ СВЯЗИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Ежегодно в СССР производится около 5 млн. м³ опор линий электропередач [1].

В зарубежных странах при использовании технологии обработки древесины отверждающимися составами срок службы опор линий связи электропередач достигает 60 лет, а в отдельных случаях при регулярной обработке эксплуатируемых опор почвенными фумигантами предполагается увеличение сроков службы до 100 лет [2].

В СССР средний срок функционирования опор составляет около 15 лет. Основными причинами их недолговечности являются: несоблюдение рекомендуемых режимов пропитки; пропитка столбов без предварительного накалывания; применение легковымывающихся антисептиков из древесины.

Для выяснения причин относительно недолговечного срока службы ЛЭП, просушенных в петролатуме и пропитанных антраценовым маслом, в Проблемной научно-исследовательской лаборатории модификации древесины проведены исследования биостойкости последней, которая пропитана в заводских условиях по следующей технологии: сушка древесины в петролатуме в открытой емкости при температуре 125—135 °С в течение 14 ч до влажности 25 % с последующей пропиткой в автоклаве антраценовым маслом под давлением 0,8 МПа при 95—110 °С в течение 2 ч. Перед выгрузкой из автоклава древесину вакуумируют под давлением $0,6 \cdot 10^4$ Па в течение 0,3 ч.

Для испытаний выбрали столб диаметром 22 см, от которого отпилили об-