

## 5. МОДИФИЦИРОВАННАЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДРЕВЕСИНА И ЕЕ СВОЙСТВА

УДК 678.026.3 : 620.192.5 (088.8)

674.048.3 (088.8)

В.А. Борисов, Ю.В. Вихров, канд. техн. наук

### ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ЗАКОНСЕРВИРОВАННОЙ ФЕНОЛОСПИРТАМИ

Проведенные исследования физико-механических свойств древесины сосны из археологических раскопок показали, что в период залегания происходит значительное изменение ее строения и свойств. Для 4-х степеней деградации археологической древесины [1] определены основные физические и механические характеристики: плотность, водопоглощение, усушка, прочность при сжатии в зависимости от направления приложенной нагрузки. Установлено, что древесина 4-ой степени деградации имеет максимальное водопоглощение 600 - 800%, а плотность снижается до 0,14 - 0,18 кг/см<sup>3</sup>. Усушка в тангенциальном направлении возрастает до 12%, в радиальном - до 6, вдоль волокон - до 12,5, объемная усушка - до 44%. Значительно снизились в процессе деградации показатели механической прочности. Так, в абсолютно сухом состоянии предел прочности при сжатии вдоль волокон составил всего 70 кг/см<sup>2</sup>, условный предел прочности при сжатии поперек волокон в тангенциальном и радиальном направлениях - 7,5 кг/см<sup>2</sup>, предел прочности при статическом изгибе - 13 кг/см<sup>2</sup>.

Древесина при высыхании сильно коробится и растрескивается, что приводит в конечном итоге к полному разрушению ценных археологических находок.

Укреплением археологических объектов из дерева на протяжении многих десятилетий занимаются во многих странах мира.

Основной задачей при консервации мокрой археологической древесины является удаление из нее влаги без изменения формы предметов и укрепление слабой механически непрочной ткани древесины.

Распространенным методом консервации мокрого археологического дерева в начале XIX в. являлась его пропитка калиево-алюминиевыми квасцами  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ . Данный ме-

тод дает хорошие результаты, стабилизируя форму фрагментов из древесины, но приводит к значительной хрупкости [2, 3].

Многие исследователи проводили опыты по замещению воды в древесине неполярными жидкостями [4]. Исследуя влияние неполярных жидкостей на объемную усадку, они установили, что можно удалить из древесины до 80 - 90% сорбированной воды. Но для устранения формоизменяемости и уменьшения гигроскопичности рекомендуется после обезвоживания древесины неполярными жидкостями производить последующее замещение их воднонерастворимыми восками и смолами. Основным недостатком метода является слишком длительный процесс замещения воды в древесине.

В настоящее время за рубежом и в нашей стране нашел широкое применение способ стабилизации размеров древесины полиэтиленгликолем [5, 6]. Особенностью этого способа является универсальность применения для стабилизации археологических объектов любых объемов, но полиэтиленгликоль значительно повышает механическую прочность древесины, кроме того, он, как и предыдущие методы, неприемлем из-за длительности процесса пропитки.

Одним из современных и наиболее эффективных методов защиты здоровой древесины и повышения ее физико-механических свойств является модификация ее путем глубокой пропитки синтетическими смолами, олигомерами и мономерами с последующим их переводом термохимическим или радиационным способом в полимер [7, 8]. Исследуя фенолформальдегидные, глифталевые и другие смолы, авторы пришли к выводу, что высокая стабилизация размеров и значительное повышение механической прочности достигается только при обработке здоровой древесины низкомолекулярными смолами, хорошо проникающими в ее субмикроструктуру.

Результаты экспериментов, полученные при модификации древесины фенолоспиртами, позволили предполагать, что фенолформальдегидный олигомер-фенолоспирты может быть успешно применен для консервации сильно деградированной археологической древесины, имеющей высокую влажность.

Влияние консервирующего состава на повышение механических свойств археологической древесины сосны определялось путем установления таких прочностных показателей, как предел прочности при сжатии вдоль волокон, условный предел прочности при сжатии поперек волокон в тангенциальном и радиальном направлениях.

Из физических свойств археологической древесины нами исследованы усушка вдоль волокон в тангенциальном и радиальном направлениях, а также изменение плотности в процессе консервации. Исследования проводились на образцах древесины сосны, подобранных по степени их разрушения [1]. Пропитка образцов осуществлялась фенолоспиртами 10, 20, 30, 40, 50%-ной концентрации с введением в них специальных добавок, ускоряющих процесс термообработки [9].

В результате было установлено, что при увеличении концентрации фенолоспиртов плотность археологической древесины возрастает по прямолинейной зависимости (табл. 1).

При увеличении концентрации фенолоспиртов также значительно возрастает стабилизация размеров образцов археологической древесины. В данной работе мы приводим только один график (рис. 1), на котором наглядно показано возрастание стабилизации размеров образцов вдоль волокон от концентрации фенолоспиртов. Так, при обработке 25%-ным раствором фенолоспиртов усушка вдоль волокон составляет всего 0,3%, т.е. снижается в 30 раз. Увеличение концентрации фенолоспиртов выше 30% вызывает незначительное увеличение усушки, что

Таблица 1. Физические свойства археологической древесины в зависимости от концентрации пропитывающего состава

Степени деградации	Концентрация растворов ФС <sub>2</sub> , %	Плотность, кг/см <sup>3</sup>	Усушка полная W = 0, %			
			T	R	I	V
1	2	3	4	5	6	7
Первая	10	0,45	6,1	2,4	0,9	15
	20	0,54	5,5	2,0	0,3	8,8
	30	0,60	5,0	1,95	0,2	6,2
	40	0,65	4,7	2,1	0,4	6,4
	50	0,71	4,5	2,8	0,5	7,8
Вторая	10	0,39	4,9	2,3	0,9	8,1
	20	0,47	4,1	1,8	0,7	5,5
	30	0,54	3,0	1,6	0,5	5,1
	40	0,62	3,9	1,7	0,6	5,9
	50	0,67	3,8	2,3	0,8	6,9
Третья	10	0,35	8,5	3,7	1,5	12,8
	20	0,45	7,1	3,2	0,3	10
	30	0,56	6,6	2,9	0,2	9,7
	40	0,66	6,5	3,0	0,7	10,2
	50	0,77	6,7	3,8	0,9	12,0
Четвертая	10	0,34	10,2	3,7	2,0	15,7
	20	0,46	9,4	3,0	0,3	12,7
	30	0,58	9	2,6	0,4	12,0
	40	0,70	9,5	2,8	1,0	12,1
	50	0,83	11,6	4,7	1,3	17,6

по-видимому, объясняется усадкой самого полимера, образующегося во время термообработки. Аналогично изменяется усушка археологической древесины в радиальном и тангенциальном направлениях. Величина усушек в этих направлениях получает величины усушек здоровой древесины сосны (табл.1).

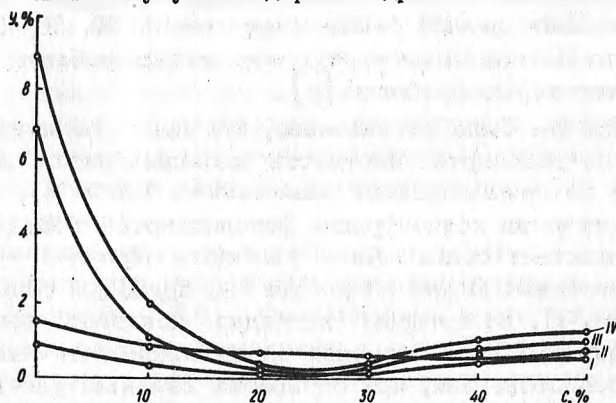


Рис. 1. Изменение усушки (У) вдоль волокон археологической древесины сосны от степени ее деградации и концентрации (С) фенолоспиртов: 1,2,3,4 - соответственно древесина I, II, III и IV степеней деградации.

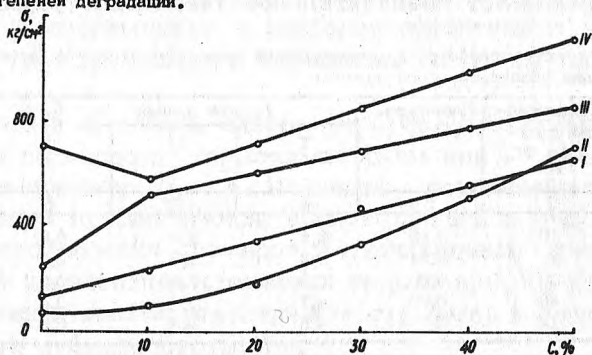


Рис. 2. Изменение предела прочности археологической древесины сосны при сжатии вдоль волокон в зависимости от концентрации фенолоспиртов и степени ее деградации: I, II - соответственно древесина третьей и четвертой степени деградации; III, IV - древесина второй и первой степени деградации соответственно.

Результаты исследований механических свойств археологической древесины, законсервированной различными концентрациями фенолоспиртов, показаны на графиках (рис. 2, 3). С увеличением концентрации фенолоспиртов предел прочности при сжатии вдоль волокон значительно возрастает (рис. 2). Но 10%-ная концентрация фенолоспиртов вызывает различное изменение предела прочности в зависимости от степени деграда-

ции древесины. Так, у древесины I степени деградации происходит некоторое снижение предела прочности. По-видимому, это объясняется неравномерным отложением полимера в ранней и поздней зонах годичного слоя. С ростом концентрации неравномерность сглаживается, что приводит к снижению остаточных напряжений и повышению прочности древесины.

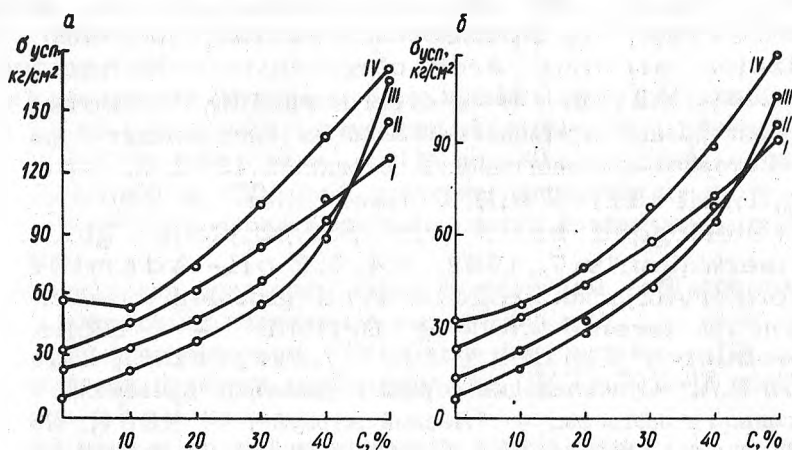


Рис. 3. Изменение условного предела прочности археологической древесины сосны в тангенциальном (а) и радиальном (б) направлениях в зависимости от степени ее деградации и концентрации фенолспиртов: I, II - соответственно древесины второй и третьей степени деградации; III, IV - соответственно четвертой и первой степени деградации.

Максимальное повышение предела прочности при сжатии вдоль волокон по отношению к археологической незаконсервированной древесине составляет: для I степени - 157%; для II - 340; для III - 500; для IV - 1013%.

Из рис. 3, а, б следует, что условный предел прочности при сжатии поперек волокон возрастает независимо от степени деградации древесины. В основном образцы всех степеней деградации при 50%-ной концентрации фенолспиртов повышают свою прочность до прочности здоровой древесины, а первая и в особенности четвертая степени значительно превосходят ее. Так, в тангенциальном направлении превышение составляет 7 - 24%, а в радиальном направлении - 34 - 45% соответственно по степеням деградации древесины.

Полученные данные показывают, что фенолформальдегидный олигомер не только снижает усушку археологической древесины, предохраняет ее от растрескивания и коробления, но и значительно повышает ее прочность.

Резюме. Полученные результаты экспериментов показали, что фенолформальдегидный олигомер-фенолспирты может быть

успешно применен для консервации сильно деградированной археологической древесины, имеющей высокую влажность.

### Л и т е р а т у р а

1. Вихров Ю.В., Борисов В.А. Физические свойства археологической древесины сосны. - "Лесной журнал", 1975, №6.
2. Розенквист А.М. Наука и человечество. М., 1972.
3. Madaizki S., Spozoby konzervacji drevna W. Z odzkiem ozrodku archeologicznym Arheologike Rozhledy. IY. 1952. N5.
4. Кислов М.Н., Чистякова О.М. Консервация деревянных изделий из Новгородских раскопок. - Историко-археологический сборник. М., 1962.
5. Seborg R.M., Inwerarity R.B. Conservation of 200 - year-old waterlogged boats with polyethylehe glucol. - "Conservation" v. 7., 1962, N4.
6. Z oll-Adamikova. H. Konservacja mokrogo drevna glikolem policfylenovym na ferenie wielkieg Brytanii - "Biblioteka muzealnietva" S. B. t. III, 1959.
7. Вихров В.Е., Шмаргунов Л.А. Стабилизация формы и размеров древесины обработанной глифталем. - "Лесной журнал", 1964, № 12.
8. Domoslawski W. Zagadnienia konservacyi drevna - "Materialy zachodnio-pomrskie", T. IY, 1958.
9. Вихров Ю.В., Борисов В.А. Подбор консервирующих составов для консервации деревянных археологических построек. - В. сб.: Модификация древесины синтетическими полимерами. Минск, 1973.

УДК 634.0.824.86

Ф.В. Буйвидович, Г.М. Шутов, канд. техн. наук

### СКЛЕИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАРБАМИДНО-ФУРАНОВОЙ СМОЛОЙ КФ-90

Модифицирование древесины березы карбамидно-фурановой смолой КФ-90 значительно улучшает ее основные физико-механические свойства. Так, плотность, прочность и твердость древесины повышаются в 1,5 раза, а водопоглощение и разбухание уменьшаются в 2 раза. Такая древесина находит все большее применение в производстве паркетных щитов, многослойных лыж и других клееных изделий взамен более редких и дорогих пород - дуба и граба [1, 2]. Поэтому целью настоящей работы