

ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Г. А. Арзуманян, П. А. Хуршудян и А. А. Яценко-Хмелевский

Физико-механические свойства древесины сосны из раскопок
Кармир-Блур (VII в. до н. э.)

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР М. З. Симоновым 27/IX 1961)

В 1950 году во время раскопок на холме Кармир-Блур (г. Ереван), проводимых совместной археологической экспедицией Института истории АН Армянской ССР и Государственного Эрмитажа, в одном из раскопанных помещений древней урартской крепости Тейшебаини, представлявшем собой большой зал, в котором хранились глиняные карасы (большие кувшины) для вина и других продуктов, было обнаружено сосновое бревно. Оно находилось в грунте в наклонном положении. Толщина слоя грунта над ним, считая от верхнего его конца, достигала 2 м. Бревно имело диаметр 60 см и длину 340 см. Концы его не показывали следов распила.

Обнаруженное бревно представляло собой одну из балок перекрытия, которые лежали на пилонах, установленных по продольной оси помещения. Эти балки образовывали прогон, служивший одной из опор поперечных балок. Другой их опорой являлись продольные стены. На поперечных балках лежало покрытие (1). В результате пожара во время штурма крепости в VII веке до н. э. перекрытие обрушилось (2). Обнаруженное бревно, по-видимому обгоревшее по концам, оказалось единственным среди всех прочих балок перекрытия, которые в значительной своей части полностью сгорели, так как раскопками в этом помещении вместе с бревном было обнаружено большое количество углей и обугленных кусков древесины.

Исследованное нами бревно относится к кавказской сосне, также как и большинство кусков угля и обугленных кусков древесины, определенных С. А. Туманян (3), как сосну Коха (*Pinus kochiana* Klotsch). Напомним, что *P. kochiana* (= *P. hamata* D. Sossn. = *P. sosnovskii* Nakai) это обычная кавказская сосна, очень близкая к сосне европейской *P. silvestris* L. и отличающаяся от нее только некоторыми признаками внешней морфологии (главным образом женских шишек). По строению древесины сосна Коха не отличается от сосны европейской, хотя обычно показатели механических свойств ее несколько ниже аналогичных показателей сосны европейской.

С. А. Туманян высказала предположение, что сосна, также как и в настоящее время, не произрастала в окрестностях Кармир-Блур и эта древесина, обнаруженная в раскопках, была привезена на Кармир-Блур из близлежащих районов ее распространения (скорее всего с Карсского нагорья).

Внешне сосновое бревно хорошо сохранилось. Исследование физико-механических показателей такой уникальной древесины, пролежавшей после валки дерева около 2700 лет, представляло исключительный интерес с точки зрения потенциальной естественной стойкости древесины и способности древесины сохранять свои свойства в течение чрезвычайно длительного времени.

Бревно, с любезного разрешения руководителя раскопок чл.-корр. АН АрмССР Б. Б. Пиотровского, было извлечено из развалин помещения и перевезено на территорию Ботанического сада АН Армянской ССР, где хранилось под навесом на открытом воздухе около 5 лет, после чего оно было оторцовано. Затем бревно было разделано на середовые рейки, из которых и были изготовлены образцы в соответствии с требованиями ГОСТ 6336-52.

Макроскопическое описание. Древесина светло-коричневого цвета. Заболонь на всех срезах не отличается от ядра.

На торцевом срезе годичные слои различаются резко. Ранняя зона годичного слоя более светлого оттенка. Переход к поздней зоне плавный. Поздняя зона годичного слоя хорошо развита, имеет плотное сложение и окрашена темнее. Смоляные ходы не заметны. Сердцевинные лучи не видны. На торцевом срезе было насчитано 140 слоев. Ширина годичных слоев до 27-го слоя равна 3—3,5 мм, от 27-го до 40-го слоя она составляет 2,5—3 мм и далее она уменьшается, достигая в периферийных слоях 0,7—1 мм.

На радиальном срезе годичные слои различаются резко. Общий фон среза по сравнению с торцовым — несколько светлее. Видны смоляные ходы в виде светлых черточек.

На тангентальном срезе годичные слои, благодаря темной окраске поздней зоны, видны очень хорошо. Смоляные ходы представляются еле заметными светлыми черточками.

Весьма характерной особенностью внешнего вида древесины являлась невыраженность ядра, неизменно присутствующего у всех экземпляров сосны и очень отчетливо выделяющегося своей более темной окраской от светлой заболони. Кармир-блурская древесина была вся равномерно окрашена в светло-коричневый цвет, что невольно наводило на мысль, что за истекшие 27 столетий смола, накапливающаяся в ядре и придающая ему характерную светло-коричневую окраску, диффундировала из ядра.

Микроскопическое описание. Строение древесины несет все характерные черты той группы сосен, к которой относится кавказская сосна. Встречаются многочисленные смоляные ходы, выстланные тонкостенными эпителиальными клетками (признак, как известно, характеризующий все виды сосен и только виды сосен), лучи несут на пересечении с трахеидами круп-

ные одиночные («оконцовые») поры; по краям лучей расположены в один или несколько рядов лучевые трахеиды с сильно зазубренными внутренними стенками. Все элементы древесины прекрасно сохранились и не показывают каких-либо признаков разрушения — толщина оболочек, диаметры внутренних отверстий пор, окаймления и торусы по своим размерам не отличаются от соответствующих элементов свежесрубленной древесины.

Клетки, бывшие живыми в момент валки дерева, — клетки лучей и эпителия смоляных ходов почти не содержат каких-либо веществ, которые в свежесрубленной древесине обычно в них скопляются. Большею частью эти клетки пустые и только изредка в них можно наблюдать затвердевшие капли какого-то буроокрашенного вещества. Зато оболочки элементов более темные, чем это обычно отмечается в свежесрубленной древесине, что подтверждает впечатление от макроанализа древесины о пропитывании древесины смолами, находившимися в ядре. Микроскопических отличий между ядром и заболонью установить не представляется возможным, хотя в свежесрубленной древесине эти два участка ствола хорошо отличаются друг от друга содержанием клеток лучей.

Физико-механические свойства. В программу физико-механических испытаний древесины было включено определение следующих ее свойств: влагопоглощения, водопоглощения, линейной усушки, линейного разбухания, объемного веса, предела прочности при сжатии вдоль волокон, местном смятии поперек волокон, растяжении поперек волокон, статическом

Таблица 1

Показатели физических свойств древесины сосны из раскопок Кармир-Блур

Показатели свойств	Число наблюдений	Пределы колебаний	Средняя арифметическая	Средняя ошибка	Вариационный коэффициент
Влагопоглощение %	16	13,4—15,7	14,1	0,15	4,1
Водопоглощение %	23	192—255	229	3,3	7,0
Коэффициент линейной усушки:					
в тангентальном напр.	23	0,15—0,24	0,21	0,007	16,6
в радиальном напр.	23	0,04—0,21	0,11	0,007	32,8
Линейное разбухание:					
в тангентальном напр.	23	3,2—6,1	4,7	0,148	15,0
в радиальном напр.	23	1,2—2,8	2,1	0,078	17,8
Объемный вес г/см ³ при 15% влажности	26	0,35—0,41	0,38	0,0035	4,6

изгибе, скалывании вдоль волокон и определение твердости. Определение физических и механических свойств древесины производилось по стандартной методике (4).

В табл. I приведены полученные показатели физических свойств этой древесины.

Наблюдения над влагопоглощением и водопоглощением велись в течение 40 суток. Коэффициенты линейной усушки определялись при высушении древесины от влажности 6,7% до абсолютно-сухого состояния.

Определение объемного веса производилось стереометрическим способом.

Судя по показателям усушки, испытанная древесина обладает обычной неравномерностью усушки (отношение тангентальной усушки к радиальной 2 : 1).

Обращают на себя внимание большие пределы колебаний значений показателей большинства свойств, что указывает на значительную неоднородность данной древесины.

В табл. 2 приведены результаты испытаний механических свойств.

Таблица 2

Показатели механических свойств древесины сосны из раскопок Кармир-Блура

Показатели свойств	Число наблюдений	Пределы колебаний	Средняя арифметическая	Средняя ошибка	Вариационный коэффициент
Предел прочности при сжатии вдоль волокон $кг/см^2$	69	140—251	200	2,5	10,4
Предел прочности при местном смятии поперек волокон $кг/см^2$:					
в тангентальном направлении	13	31—55	43	3,6	13,9
в радиальном направлении	12	35—66	51	3,5	21,0
Предел прочности при растяжении поперек волокон $кг/см^2$:					
в тангентальном направлении	39	8—12	9	0,2	14,4
в радиальном направлении	31	8—19	13	0,5	20,0
Предел прочности при статическом изгибе $кг/см^2$	10	155—306	223	18,5	25,0
Предел прочности при скалывании вдоль волокон $кг/см^2$:					
в тангентальной плоскости	28	27—61	41	1,3	16,3
в радиальной плоскости	23	25—53	38	1,5	18,7
Твердость $кг/см^2$:					
горцевая	18	207—312	262	6,6	10,6
тангентальная	18	105—226	136	6,5	20,1
радиальная	18	98—144	118	2,3	8,4

Влажность древесины образцов в этих испытаниях была 7—8%. Полученные результаты пересчитывались на 15-процентную влажность.

Во всех испытаниях образцы были разделены на три группы по ширине годовичных слоев. Однако какая-либо связь между шириной годовичных слоев и показателями отдельных свойств не была выявлена.

Чтобы выразить в цифрах отличия в физико-механических показателях между кармир-блурской древесиной и обычной древесиной сосны (испытания современной древесины, как правило, проводятся спустя несколько месяцев после валки дерева), приведем табл. 3.

Древесина из Кармир-Блура никаких—ни внешних, ни микроскопических следов поселения на ней дереворазрушающих организмов—грибов или насекомых не показывает. Поэтому снижение показателей прочностных свойств не может ставиться в связь с ее биологическим разрушением.

Изучение свойств так называемых «захороненных» древесин за последние годы привлекало внимание ряда авторов. Это вполне понятно,

так как вопрос о способности древесины—одного из важнейших строительных материалов человечества — сопротивляться действию времени является весьма важным в практическом отношении. Кроме того, этот вопрос существенен и в чисто теоретическом отношении, так как связан с некоторыми особенностями поведения макромолекулярных соединений во времени.

Таблица 3

Некоторые показатели физико-механических свойств древесины сосны из раскопок Кармир-Блура в процентах от соответствующих показателей физико-механических свойств древесины сосны обыкновенной и сосны кавказской

Порода	Район произрастания	Объемный вес г/см ³	Предел прочности кг/см ² при				Тверд. кг/см ²		
			сжатии вдоль волокон	статическом изгибе	скалывании вдоль волокон		торцевая	тангентальная	радиальная
					тангентальной плоск.	радиальной плоскости			
Сосна обыкновенная (<i>P. silvestris</i> L.) (⁵)	Центральные районы Европейской части СССР	71,7	44,0	28,1	56,1	55,1	—	61,8	59,2
Сосна кавказская (<i>P. kochiana</i> Klotsch) (⁶)	Грузинская ССР	64,5	48,6	66,7	—	57,6	95,6	—	—

Обзор обширной литературы по «захороненным» древесинам был сделан относительно недавно профессором Калькуттского университета Дж. Сенном^(7,8). Не останавливаясь, поэтому, на отдельных работах по этому вопросу, укажем, что в обычных условиях длительному сохранению древесины (равно как и других органических материалов) препятствует их разрушение биологическими агентами, в том, что касается древесины в первую очередь грибами и, отчасти, насекомыми-ксилофагами. Сохранность древесины, в основном, обуславливается ее влажностным режимом и может быть достигнута в двух крайних случаях — при полном насыщении ее водой и при постоянной сухости. Это, по удачному выражению А. Т. Вакина, «влажный» и «сухой» иммунитеты древесины. В первом случае, заполнение всех клеточных полостей водой создает внутри древесины бескислородный режим, подавляющий действие дереворазрушающих грибов, являющихся, как правило, облигатными аэробами. Напротив, отсутствие воды при «сухом» иммунитете также подавляет жизнедеятельность грибов-разрушителей.

Огромное большинство случаев длительной сохранности древесины связано именно с «влажным» иммунитетом. Такова древесина, сохраняющаяся в пресной или морской воде, в болотах и т. д. При этом обычно клеточные оболочки древесины пропитываются различного рода веществами, содержащимися в воде, иногда полностью замещающими вещество древесины соединениями кремния, железа, кальция и т. д. Именно в результате этих процессов возникают различного рода «окаменелые» древесины, часто полностью сохранившие свою структуру, несмотря на значительное, иногда полное изменение химического состава.

Как бы ни были интересны эти случаи и в химическом, и в ботаническом отношении, все же для древесиноведения они представляют скорее второстепенный интерес, так как при этом древесина претерпевает столь существенные изменения своего состава, что по сути дела становится совершенно иным материалом, с совершенно иными физическими и механическими свойствами.

Напротив, в случаях сохранения древесины в результате «сухого» иммунитета, мы имеем древесину, не видоизмененную в результате внешних воздействий и сохранившую свои основные химические особенности. Такие случаи, как мы уже говорили, гораздо более редки и, в основном, связаны с археологическими находками в странах с сухим и жарким климатом. Наиболее известны древесины из египетских раскопок, к сожалению, в большинстве своем имевшие столь незначительные размеры и столь большую художественную и историческую ценность, что провести их полный физико-механический анализ оказывалось невозможным. Поэтому, данные в этом направлении исключительно скудны. Наиболее известны в этой области работы голландского древесиноведа В. В. Варосио⁽⁹⁾, исследовавшего древесину из средневековых зданий Роттердама, разрушенных бомбардировками во время войны. Эта древесина, находившаяся 400—500 лет в деревянных конструкциях отапливаемых и вентилируемых зданий, не показала сколько-нибудь значительных изменений в своих физико-механических свойствах по сравнению с современной.

Древесина из раскопок Кармир-Блура в этом отношении представляет гораздо больший интерес и не только в связи со своим впечатляющим возрастом. Весьма любопытны и условия ее захоронения в развалинах крепости. Климат Еревана отличается сухостью, но это не климат пустыни, и осадки здесь как в виде дождя, так и в виде снега — вполне закономерное явление. Следует думать, что причиной сохранения древесины в течение такого длительного срока — 2700 лет — явилось не только незначительное увлажнение почвы, но и плотно осевший над древесными остатками слой глины от разрушившихся стен из кирпича-сырца. Влажность древесины к моменту извлечения бревна была около 18%. Не только «сухой» иммунитет, но и недостаток кислорода оградили исследованную нами древесину от разрушения грибами. И уникальный интерес «кармир-блурского бревна» как раз и заключается в относительно обыденных условиях его сохранения, тем не менее позволивших ему в большей мере сохранить свои прочностные свойства.

Мы полагаем, что эта древесина будет предметом и специального химического и физического исследования. Но наши данные достаточно убедительно показывают, сколь прочной и долговечной может быть древесина, если она — в силу тех или иных обстоятельств — защищена от биологических разрушителей.

Институт строительных материалов
и сооружений Госстроя Армянской ССР
Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

**Կարմիր-Բլուրի (VII դար մ. թ. ա.) պեղումներից գտնված սոճու
փայտանյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները**

1950 թ. Կարմիր-Բլուրում ուրարտական Տեյշեբաինի ամրոցի պեղումներից գտնված է եղել սոճու մի գերան: Գետնում գերանը գտնվում էր թեթև վիճակում, ըստ որում հողի շերտի հաստությունը գերանի վերի ծայրից կազմում էր մոտ 2 մետր:

Գերանը ներկայացնում էր իրենից ծածկի հեծաններից մեկը: VII դարում մ. թ. ա. հրդեհի հետևանքով ծածկը փլվել էր: Հայտնաբերված դերանը միակ հեծանն է, որը մնացել էր հրդեհից հետո: Նույն տեղում գտնված են եղել մեծ քանակությամբ ածուխի և ածխացած փայտի կտորներ: Այդ գերանը գտնվում է որպես կովկասյան սոճի (*Pinus kochiara* Klotsch.):

Փայտանյութի վրա շեն նկատվել փայտը բայրությամբ սնկերից, կամ միջատների կողմից բայրայվածքների հետքեր:

Գերանը ենթարկվել է մշակման, նրանից սլաքաբույսով ևն եղել փայտանյութի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները ուսումնասիրելու համար նմուշներ: Կատարված փորձարկումների արդյունքները բերված են աղյուսակներ 1 և 2-ում: Ստացված արդյունքները համեմատված են (տոկոսային հարաբերությամբ) գլանաճյուղից հայտնի սովորական սոճու և կովկասյան սոճու փայտանյութի ֆիզիկա-մեխանիկական տվյալների հետ (աղյուսակ 3):

Ծնթագրվում է, որ փայտանյութը գետնի տակ մոտ 2700 տարվա ընթացքում պահպանվել է շնորհիվ նրան, որ նա զուրկ է եղել խոնավացումից և գտնվել է թթվաճեղի սակավության պայմանում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ К. Л. Оганесян, Кармир-Блур, IV, Архитектура Тейшебаини, Ереван, 1955.
- ² Б. Б. Пиотровский, Кармир-Блур, I, Результаты раскопок 1939—1949, Ереван, 1950.
- ³ С. А. Туманян, Кармир-Блур, III, Результаты раскопок 1951—1953, Ереван, 1955.
- ⁴ ГОСТ 6336—52, Методы физико-механических испытаний древесины. ⁵ ГОСТ 4631—49, Показатели физико-механических свойств древесины. ⁶ А. А. Яценко-Хмелевский, Древесины Кавказа, т. I, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1954. ⁷ Дж. Сен, Fine structure in degraded, ancient and buried wood, and other fossilized plant derivatives, Bot. Review, 22 (6), 343—374, 1956. ⁸ Дж. Сен и Р. К. Басак, The chemistry of ancient buried wood, geologiska Föreningens. Stockholm Föreläsningar, 79 (4); 737—758, 1957. ⁹ В. В. Варош, Ancient buried and decayed wood seen from a biological chemical and physical-mechanical point of view. Jut Assoc. Wood Anat., July, 3—7, 1950.