

Г. А. Арзуманян и М. В. Мамиконян

Физико-механические свойства древесины бука, произрастающего в Армении

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 31/VII 1961)

Буковая древесина в Армении имеет широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, однако свойства ее до сих пор почти не были изучены.

В этой работе ставилась цель получить показатели основных физико-механических свойств древесины бука из наиболее распространенных в Армении свежих типов леса.

В связи с тем, что большинство буковых деревьев, произрастающих в лесах Армении, содержит ложное ядро, была также поставлена цель получить сравнительные данные о физико-механических и технических свойствах нормальной древесины и древесины с ложным ядром.

В известной нам литературе мы не нашли данных о физико-механических свойствах древесины буковых деревьев с ложным ядром и без ложного ядра, выросших в одних и тех же условиях.

Бук, произрастающий в лесах Армении, принадлежит к ботаническому виду *Fagus orientalis* Lipsky — бук восточный (кавказский).

Буковые леса Армении подробно описаны в работах А. К. Магакьяна (1), А. Л. Тахтаджяна (2), Г. Д. Ярошенко (3).

О природе ядрообразования у бука и других лиственных пород существует два противоположных мнения.

Некоторые советские и зарубежные исследователи считают, что ложное ядро является начальной стадией разрушения древесины и вызывается грибами. Другие считают, что ложное ядро бука нельзя рассматривать как начальную стадию гнили древесины, и что оно — естественное явление.

До последнего времени мнение о ядрообразовании у заболонных и спелодревесных пород, как явлении патологическом, было господствующим и послужило основанием для введения некоторых ограничений применения древесины бука с ложным ядром.

Для выявления влияния ложного ядра на свойства древесины проводились работы по изучению свойств древесины из ядра и заболони. Эти работы сводились к сравнительным испытаниям физико-механических свойств и стойкости к дереворазрушающим грибам древесины из ядра и заболони (4-9).

Обстоятельное исследование древесины европейского бука с ложным ядром было проведено А. Т. Вакиным, И. А. Чернцовым и М. В. Акиндиновым (10). Материал для исследования был взят из Закарпатской области Украинской ССР. В результате проведенных испытаний авторы приходят к выводу, что древесина ядра отличается несколько повышенными показателями всех механических свойств. В некоторых случаях в этих опытах, также как и в других, наблюдалось снижение ударной вязкости древесины из ложного ядра. Упомянутые авторы считают, что это происходит, по-видимому, в результате присутствия в ядре вторичной грибной инфекции. Однако нет прямых доказательств, подтверждающих некоторое снижение ударной вязкости именно в результате начальной деятельности грибов. Не исключена возможность того, что оно является результатом пропитки оболочек клеток окрашивающими веществами, присутствие которых в древесине характерно для ядрообразования.

На основании результатов проведенного исследования эти авторы заключили, что ядро у бука нельзя рассматривать как начальную стадию гнили древесины. Такого же мнения придерживается В. Нечесаный (11) в относительно недавно опубликованной работе.

Наличие ложного ядра не оказывает влияния на ход роста буковых деревьев, как по высоте, так и по диаметру. Это было установлено анализами стволов деревьев с ложным ядром и без ложного ядра из одних и тех же типов леса и наблюдениями на лесосеке (12).

Микроскопическая картина ложного ядра (6,13) характеризуется накоплением в полостях клеток дубильных и некоторых красящих веществ и закупоркой водопроводящих путей тиллами.

Таблица I

Характеристика модельных деревьев

№ пробной площади	№ модельного дерева	Возраст (лет)	Диаметр в коре см		Высота м	Проекция кроны м	Расстояние м		Коэф. формы q_2	Объем м ³
			на высоте груди	на половине высоты			до первого мертвого сука	до начала живой кроны		
1	1	118	43,8	25,2	31,9	8	12,6	13,7	0,57	2,038
1	2	216	80,0	48,8	33,9	10	11,2	13,4	0,61	5,079
2	3	165	46,1	31,1	28,8	6	9,9	11,5	0,67	2,009
2	4	114	51,0	37,3	31,1	7	11,3	12,8	0,73	2,982

Для исследования физико-механических свойств древесины бука, произрастающего в лесах Армении, были заложены две пробные площади в северном лесном массиве на территории Иджеванского леспромхоза, в свежих типах букового леса. Срублены 4 модельных дерева, из которых одно дерево (№ 1) было без ложного ядра, а остальные три №№ 2, 3 и 4 — с ложным ядром. В табл. 1 приводится характеристика модельных деревьев.

Изготовление образцов для физико-механических испытаний было произведено по ГОСТ 6336-52.

Из физических свойств были определены: влагопоглощение, водопоглощение, линейная усушка, линейное разбухание и объемный вес.

В программу механических испытаний было включено определение следующих показателей свойств древесины: предела прочности при сжатии вдоль волокон, местном смятии поперек волокон, растяжении поперек волокон, статическом изгибе, скалывании вдоль волокон, твердость и модуль упругости при изгибе.

Полученные показатели физико-механических свойств древесины были пересчитаны на 15-процентную влажность.

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств древесины бука

Наименование свойства	Количество наблюдений <i>n</i>	Средняя арифметическая <i>M</i>	Среднее квадратичное откл. σ	Средняя ошибка <i>m</i>	Варианц. коэф. <i>V</i>	Показатель точности $\% P$
Влагопоглощение $\%$	64	23,2	2	0,3	8,7	1,3
Водопоглощение $\%$	66	126,0	12,4	1,5	9,8	1,2
Коэффициент линейной усушки в тангентальном направлении	129	0,38	0,048	0,0042	12,0	1,05
в радиальном направлении	129	0,2	0,027	0,002	13,5	1,0
Линейное разбухание $\%$:						
в тангентальном направлении	66	13,9	1,14	0,14	8,2	1,0
в радиальном направлении	66	5,7	0,72	0,09	12,6	1,6
Объемный вес $г/см^3$	112	0,67	0,035	0,003	5,2	0,5
Предел прочности при сжатии вдоль волокон $кг/см^2$	126	474	44,7	4,0	9,4	0,8
Предел прочности при местном смятии поперек волокон $кг/см^2$:						
в тангентальном направлении	64	110	21,6	2,7	19,5	2,4
в радиальном направлении	66	121	17,8	2,2	14,8	1,8
Предел прочности при растяжении поперек волокон $кг/см^2$:						
в тангентальном направлении	121	37,4	8,8	0,8	23,6	2,1
в радиальном направлении	125	57,5	9,7	0,8	16,9	1,4
Предел прочности при статическом изгибе $кг/см^2$	109	923,0	89,5	8,6	9,7	0,9
Модуль упругости при статическом изгибе $кг/см^2$	34	$127,0 \times 10^3$	$12,8 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	9,8	1,6
Предел прочности при скалывании вдоль волокон $кг/см^2$:						
по тангентальной плоскости	123	118	15,4	1,4	13,0	1,1
по радиальной плоскости	124	84	17,9	1,6	21,3	1,9
Твердость $кг/см^2$:						
торцевая	127	537	73,3	6,6	13,6	1,2
тангентальная	127	395	68,5	6,1	17,3	1,5
радиальная	127	412	65,0	5,8	15,8	1,4

В табл. 2 сведены средние величины показателей отдельных свойств древесины бука, полученные испытанием образцов из всех четырех деревьев.

Таблица 3

Средние величины показателей физико-механических свойств древесины бука без ложного ядра и с ложным ядром

Показатели	Без ложного ядра		С ложным ядром	
	заболонь	спелая древесина	заболонь	ложное ядро
Влагопоглощение %	25,4	24,8	23,2	23,4
в % от заболони		97		101
Водопоглощение %	121	119	131	120
в % от заболони		98		92
Коэф. линейной усушки:				
тангентальной	0,39	0,39	0,37	0,37
в % от заболони		100		100
радиальной	0,24	0,19	0,2	0,2
в % от заболони		80		100
Линейное разбухание %				
тангентальное	15,5	14,0	13,6	13,9
в % от заболони		90		102
радиальное	5,4	5,1	5,6	6,0
в % от заболони		95		107
Объемный вес г/см ³	0,70	0,68	0,66	0,69
в % от заболони		97		105
Предел прочности при сжатии вдоль волокон кг/см ²	474	464	467	482
в % от заболони		98		103
Предел прочности при местном смятии поперек волокон кг/см ²				
в тангентальном направлении	91	96	107	120
в % от заболони		105		112
в радиальном направлении	118	131	123	125
в % от заболони		111		102
Предел прочности при растяжении поперек волокон кг/см ² :				
в тангентальном направлении	39	38	36	38
в % от заболони		97		105
в радиальном направлении	56	58	57	58
в % от заболони		104		102
Предел прочности при статическом изгибе кг/см ² :	950	949	901	938
в % от заболони		100		104
Модуль упругости при статическом изгибе кг/см ² :	130000	131000	120000	130000
в % от заболони		101		108
Предел прочности при скалывании вдоль волокон кг/см ² :				
в тангентальной плоскости	117	129	113	118
в % от заболони		110		104
по радиальной плоскости		93	79	
в % от заболони	85	109		88
Твердость кг/см ² :				111
торцевая	508	546	519	558
в % от заболони		107		107
тангентальная	404	450	373	400
в % от заболони		111		107
радиальная	421	438	405	410
в % от заболони		104		101

Вариационные коэффициенты показателей свойств испытанной древесины бука находятся в пределах средних значений, данных для этого коэффициента ГОСТ 6336-52.

В табл. 3 сведены средние величины показателей физико-механиче-

ских свойств заболони и спелой древесины кряжей без ложного ядра, а также заболони и ложного ядра кряжей с ложным ядром. Там же представлены значения показателей спелой древесины и ложного ядра в процентах, от величины показателей соответствующей заболони. Из данных этой таблицы видно, что спелая древесина по сравнению с заболонью этого же ствола обладает несколько меньшими водопоглощением, влагопоглощением, радиальной усушкой, линейным разбуханием в обоих направлениях. Из показателей механических свойств у спелой древесины несколько меньшими (на 2—3%) оказались пределы прочности при сжатии вдоль волокон и при растяжении поперек волокон в тангентальном направлении. Остальные показатели оказались или равными, или несколько большими, чем у заболони.

Аналогичное сравнение средних величин показателей свойств древесины трех деревьев с ложным ядром показывает, что из физических свойств у ложного ядра, как и следовало ожидать, водопоглощение несколько ниже, чем у заболони. Показатели остальных свойств или одинаковы, или отличаются незначительно. Все показатели механических свойств выше, но разница небольшая. Лишь для предела прочности при местном смятии поперек волокон в тангентальном направлении она достигает 12%.

Таблица 4

Разница между величинами показателей механических свойств центральной и периферической зон стволов

Показатели	№ деревьев			
	1	2	3	4
Сжатие вдоль волокон $кг/см^2$	-10	+80	+3	-5
Местное смятие поперек волокон $кг/см^2$ в тангентальном направлении	+5	+29	-3	+15
в радиальном направлении	+13	+23	+12	+3
Растяжение поперек волокон $кг/см^2$: в тангентальном направлении	-1	+4	-1	+4
в радиальном направлении	+2	+7	-3	0
Статический изгиб $кг/см^2$	-1	+134	-1	+23
Скалывание вдоль волокон $кг/см^2$ по тангентальной плоскости	+12	+6	+3	+4
по радиальной плоскости	+8	+10	+8	+9
Твердость $кг/см^2$: торцевая	+38	+75	+44	+28
тангентальная	+46	+38	+20	+15
радиальная	+17	+90	-4	-23

Однако в условиях, когда отдельные деревья могут отличаться друг от друга как величинами показателей свойств, так и разностью величин показателей свойств центральной зоны ствола и периферической, представляет интерес произвести такой сравнительный анализ в пределах каждого дерева. В табл. 4 приведены разности между величинами показателей механических свойств центральной и периферической зон ствола, т. е. для дерева № 1 разница в величинах показателей свойств спелой древесины и заболони, а для деревьев №№ 2, 3 и 4—то же между ложным ядром и за-

болонью. Знак (+) поставлен там, где показатели спелой древесины или ядра выше показателей заболони, а знак (—) — когда ниже.

Кроме стандартных испытаний древесины были проведены также испытания строганой фанеры из заболони и ложного ядра на растяжение вдоль волокон. Фанера была нарезана из кряжей тех же модельных деревьев по обычной технологии. Образцы вырезались из радиальных листов фанеры. Изготовление образцов и их испытание производились в соответствии с ГОСТ 1143-41. В табл. 5 приведены данные этих испытаний.

Таблица 5

Результаты испытаний строганой фанеры на растяжение вдоль волокон

№ деревьев	Зона ствола	Количество образцов n	Средн. арифм. M	Среднее квадратичн. отклонение σ	Средняя ошибка m	Вариационный коэф. V	Показатель точности $\% P$	Прочность центральной зоны в $\%$ от прочности заболони
1	Заболонь	21	663	118	25,6	17,8	3,9	
1	Спелая древесина	21	851	141	30,6	16,6	3,6	128
2	Заболонь	39	801	101,6	16,4	12,6	2,0	
2	Ложное ядро	34	1053	138,6	24,0	13,1	2,2	132

Сопоставляя полученные данные всех испытаний, можно заключить, что если для центральной зоны ствола в целом характерно некоторое повышение показателей механических свойств древесины, как это видно из показателей дерева № 1, то для дерева № 2 с ложным ядром это повышение выражено в еще большей степени. У двух остальных деревьев с ложным ядром картина этого различия в прочностях центральной зоны и заболони почти такая же, как и у дерева со спелой древесиной, если не считать некоторого снижения твердости в радиальной плоскости у деревьев №№ 3 и 4.

А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, М. В. Акиндинов (10) пришли к выводу, что повышение показателей механических свойств ядровой древесины не может быть объяснено более центральным положением ядра в стволе дерева, а является, главным образом, прямым следствием процессов ядрообразования.

Однако надо отметить, что не всегда превышение показателей механических свойств ложного ядра над соответствующими показателями заболони оказывается больше обычного превышения показателей механических свойств центральной зоны над показателями периферической зоны. По-видимому, заметное повышение показателей отдельных свойств имеет место лишь на определенных стадиях развития ложного ядра.

Повышение прочности ложного ядра может быть объяснено в первую очередь пропиткой волокон либриформа красящими веществами, что в данном случае является фактором упрочнения. Сосредоточение этих веществ в ложном ядре иногда приводит к заметному повышению объемно-

го веса древесины в этой части ствола. Так, наибольшая разница в объемных весах заболони и ложного ядра наблюдается у дерева № 2 (заболонь — 0,62 г/см³, ложное ядро — 0,70 г/см³).

В табл. 6 сделано сравнение полученных средних показателей основных физико-механических свойств древесины бука из Армении с аналогичными показателями древесины бука из Краснодарского края и Абхазской АССР, взятыми из сводных таблиц Н. Л. Леонтьева (14), бука из Азербайджанской ССР (15) и бука европейского из Западной Украины (10).

Из сопоставления видно, что исследованная древесина бука из Армении имеет одинаковый предел прочности при испытании на сжатие вдоль волокон с древесиной бука кавказского из Абхазской АССР и бука европейского из Западной Украины. По этому же показателю она уступает древесине бука из Азербайджанской ССР.

Таблица 6

Некоторые физико-механические свойства древесины бука из Армении и других областей Советского Союза

Порода и район произрастания	Объемный вес г/см ³	Коэффициент усушки		Предел прочности кг/см ² при				Торцевая твердость кг/см ²
		тангентальной	радиальной	сжатия вдоль волокон	статическом изгибе	тангентальном скалывании	радиальном скалывании	
Бук кавказский, Краснодарский край, Сочинский ЛПХ	0,69	0,31	0,14	460	940	166	125	587
Бук кавказский, Абхазская АССР	0,65	—	—	474	933	134	103	—
Бук кавказский, Азербайджанская ССР, Ленкоранский массив	0,73	0,31	0,18	554	1047	134	131	—
Бук европейский, Западная Украина	0,67	—	—	474	928	141	115	—
Бук кавказский, Армянская ССР	0,67	0,38	0,20	474	923	118	84	537

Почти такая же картина наблюдается и для предела прочности при статическом изгибе. Предел прочности при скалывании вдоль волокон по тангентальной и особенно по радиальной плоскостям оказался ниже, чем у древесины бука из других областей Советского Союза.

Результаты проведенных испытаний позволяют заключить, что для нормальной буковой древесины (без ложного ядра) характерно некоторое повышение показателей механических свойств центральной зоны ствола по сравнению с периферической. У деревьев с ложным ядром это свойство, в целом, сохраняется. У некоторых деревьев с ложным ядром оно выявляется в несколько большей мере, что, по-видимому, связано со стадия-

ми развития ложного ядра и условиями произрастания отдельных деревьев.

Определение ложного ядра как порока и при этом грибного происхождения вошло в ГОСТ 2140-43 «Пороки древесины». Оно привело к введению ограничений на применение древесины с ложным ядром, выразившемся в снижении сортности изделий ГОСТ 7897-56 «Заготовки лиственных пород», ГОСТ 6802-53 «Заготовки деревянные для деталей мебели».

Оценка ложного ядра как порока грибного происхождения и усматривание в связи с этим заниженных качественных показателей древесины нашло свое отражение и в ГОСТ 2977-51 «Фанера строганая».

Новейшие воззрения на природу ложного ядра и результаты проведенных сравнительных испытаний физико-механических свойств нормальной древесины и содержащей ложное ядро дают основание предложить пересмотреть требования стандартов в отношении ложного ядра и не снижать сортности продукции из древесины с ложным ядром.

Институт строительных материалов
и сооружений Госстроя Армянской ССР

Գ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ ԵՎ Մ. Վ. ՄԱՄԻԿՈՆՅԱՆ

Հայաստանում աճող հաճարենու բնափայտի ֆիզիկա- մեխանիկական հասկոթյունները

Հաճարենին հանդիսանում է Հայաստանի հիմնական անտառարդյունաբերական ծառատեսակը:

Չնայած նրան, որ տեղական հաճարենու բնափայտը լայնորեն օգտագործվում է ուսուցիչական ժողովրդական անուսուսթյան տարրեր բնագավառներում, նրա ֆիզիկա-մեխանիկական հատկութունները մինչև հիմա ուսումնասիրված չէին եղել:

Այս աշխատությունում նպատակ է դրված ստանալ Հայաստանում առավել տարածված թարմ անտառի տիպերում աճող հաճարենու բնափայտի հիմնական ֆիզիկա-մեխանիկական հատկութունների ցուցանիշները:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ Հայաստանի անտառներում աճող հաճարենիների մեծ մասը պարունակում է կեղծ բնամիջուկ, խնդիր էր նաև դրվել ստանալ նորմալ և կեղծ բնամիջուկ ունեցող բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական և մեխանիկական հատկութունների մասին համեմատական տվյալներ:

Մինչև վերջին ժամանակներս արտաբնափայտային և հասունացած փայտանյութ ունեցող ծառատեսակների կեղծ բնամիջուկի առաջացման մասին իշխում էր այն կարծիքը, որ դա պաթոլոգիական էրևույթ է, կապված աճող ծառի բնի մեջ ներթափանցած սնկերի կենսագործունեության հետ: Այդ պատճառով կեղծ բնամիջուկը համարվում էր փտման սկզբնական ստադիա և նրա նկատմամբ ընդունված են եղել որոշ սահմանափակումներ:

Հայաստանի անտառներում աճող հաճարենու բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկութունները ուսումնասիրելու համար հիմնագրվել են երկու փորձնական ստորածություն, Իջևանի անտառարդանտեսության տերիտորիայի վրա՝ հաճարենու անտառի թարմ տիպերում: Հատվել է չորս տիպար ծառ, որից մեկը (N 1) առանց կեղծ բնամիջուկի, հասունացած բնափայտով, իսկ (N 2, 3 և 4) ծառերը կեղծ բնամիջուկով: Տիպար ծառերի բնափայտից պատրաստվել են ֆիզիկա-մեխանիկական հատկութունների փորձարկումների համար նմուշներ: Փորձերի արդյունքները արված են աղյուսակներում:

Աղյուսակ 2-ում ամփոփված են փորձարկված հաճարենու բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկութունների միջին տվյալները:

Աղյուսակ 3-ում տրված են առանց կեղծ բնամիջուկի և կեղծ բնամիջուկով ծառերի բնափայտի համեմատական սովյալները:

Այս փորձարկումների արդյունքները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ նորմալ բնափայտի համար (առանց կեղծ բնամիջուկի) բնորոշ է բնի կենտրոնական մասում մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների որոշ բարձրացում, համեմատած բնի արտաքին մասերի հետ: Կեղծ բնամիջուկ ունեցող ծառերի մոտ այդ հատկությունը լրիվ պահպանվում է: Կեղծ բնամիջուկ ունեցող որոշ ծառերի մոտ դա դրսևորվում է (աղյուսակ 4) ավելի ցայտուն կերպով, որը ըստ երևույթին կախված է կեղծ բնամիջուկի զարգացման ստադիայից և առանձին ծառերի աճման պայմաններից:

Կեղծ բնամիջուկի առաջացման մասին եղած ժամանակակից տեսակետները և նորմալ ու նշված միջուկով բնափայտի վրա կատարված համեմատական ֆիզիկա-մեխանիկական փորձարկումների արդյունքները թույլ են տալիս առաջարկել դժբաղդ ստանդարտներից հանել կեղծ բնամիջուկ պարունակող բնափայտի նկատմամբ եղած սահմանափակումները:

Աղյուսակ 6-ում համեմատված են Հայաստանում աճող հաճարենու բնափայտի որոշ ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների միջին սովյալները Միության այլ շրջաններում աճող հաճարենիների բնափայտի համապատասխան սովյալների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ А. К. Магакьян, Растительность Армянской ССР, Изд. Арм. фил. АН СССР, Бот. ин-т, М.—Л., 1941. ² А. Л. Тахтаджян, Ботанико-географический очерк Армении, Труды Ботанического института АрмФАН, том II, 1941. ³ Г. Д. Ярошенко, Буковые леса Армении (Типы леса, лесовозобновление, системы рубок). Диссертация, Ереван, 1941. ⁴ Г. О. Пахарь, „Лесопромышленник“, № 32 и 33—34, 1916. ⁵ И. А. Терлецкий, В. З. Гулишавили, „Экономист Грузии“, № 10—11, Тифлис, 1929. ⁶ С. И. Ванин, Грибные повреждения бука (*Fagus orientalis* L.) и влияние их на качество древесины. Сб. Ленинградского института инж. путей сообщения, вып. СХI, 1932. ⁷ Л. М. Перелыгин, О физико-механических свойствах древесины бука, К вопросу о замене дефицитных пород древесины, Сб. работ по исследованию физико-механических свойств древесины, ЦНИИМОД, Гослестехиздат, М., 1933. ⁸ Л. М. Перелыгин, Влияние пороков на технические свойства древесины, Гослестехиздат, М.—Л., 1949. ⁹ Н. Л. Леонтьев, „Механическая обработка древесины“, № 5, 1935. ¹⁰ А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, М. В. Акиндинов, Труды института леса, том XVI, изд. АН СССР., М., 1954. ¹¹ V. Hecsesany, Jadro buku, Bratislava, 1958. ¹² М. В. Мамиконян, „Известия АН АрмССР“ (серия биолог. наук), 1961 (в печати). ¹³ А. А. Яценко-Хмелевский, Древесины Кавказа, том II (в печати). ¹⁴ Н. Л. Леонтьев, Таблицы физико-механических свойств древесных пород СССР, Технический бюллетень, № 17 (130), ЦНИИМОД, М., 1940. ¹⁵ З. А. Новрузова, „Известия АН АзССР“ (серия биолог. и сельхоз. науки), № 6, 1958.