

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ НА ЕЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОСЛЕ ПРЕССОВАНИЯ

В. А. ПИСКАРЕВ

Инженер

(Воронежский инженерно-строительный институт)

Широкие возможности применения прессованной древесины в качестве полноценного заменителя дефицитных и дорогостоящих материалов и цветных металлов требуют дальнейшего изучения технологии прессования древесины.

Существенное влияние на физико-механические свойства прессованной древесины оказывает ее первоначальная влажность (до прессования).

«При прессовании с предварительным пропариванием древесины высокой влажности, особенно свежесрубленной, наблюдаются разрывы оболочек клеток. Поэтому механические свойства повышаются слабо. Древесина с влажностью меньше 15% также претерпевает при прессовании микроразрушения, снижающие ее крепость. Наилучшие результаты при этом методе прессования получаются при влажности в пределах 30—40%» — писал проф. П. Н. Хухрянский. [2].

Изучение влияния влажности древесины в момент ее прессования (с предварительным прогревом) показало, что прессование следует производить при влажности 9—13%. По данным В. Г. Матвеева [1], прочность прессованной древесины будет максимальной, если влажность древесины в момент ее прессования равняется 10—12%. Однако влияние начальной влажности натуральной древесины на физико-механические свойства древесины спрессованной как после предварительного пропаривания (П. Н. Хухрянский), так и после предварительного прогрева (В. Г. Матвеев), изучено недостаточно полно.

Изучению этого вопроса посвящена работа, методика и результаты которой описаны в настоящей статье*.

* Работа проводилась в Воронежском инженерно-строительном институте под руководством проф. П. Н. Хухрянского.

1. Методика исследования

Исследовались свойства прессованной березовой древесины, что обусловлено широким применением березы как материала для прессования. Прессование производилось в радиальном направлении, степень прессования — 50% (по отношению к первоначальному размеру), прессованию предшествовало предварительное пропаривание.

Испытаниям подвергались образцы со следующим процентным содержанием влаги (перед пропариванием): 0, 10, 20, 30, 80, 120%, то есть исследовалось шесть случаев, на основании которых мы сделали некоторые выводы, касающиеся технологии производства прессованных изделий из древесины. Степень влажности примерно соответствует:

- 0% — влажности абсолютно-сухой древесины;
- 10% — влажности комнатно-сухой древесины;
- 20% — влажности воздушно-сухой древесины;
- 30% — влажности древесины на пределе насыщения;
- 80% — влажности свежесрубленной древесины;
- 120% — влажности намоченной в воде древесины.

В процессе опытов выяснялись следующие физико-механические характеристики прессованной древесины (для каждой серии): объемный вес и удельная работа при ударном изгибе, предел прочности при сжатии вдоль и поперек волокон, статическом изгибе и скалывании вдоль волокон.

Образцы для испытаний заготавливались по определенной системе. Были выбраны три модельных дерева, каждое из которых разрезалось на шесть метровых кражей. В свою очередь каждый край разделялся на четыре бруса размером $12 \times 12 \times 100$ см, а брусья — на три бруска размером $12 \times 12 \times 33$ см. Всего из одного края получалось 12 таких брусков, а из одного модельного дерева, следовательно — 72 бруска. Нумерация образцов произведена в соответствии с табл. 1, а распределение по сериям для испытаний физико-механических свойств согласно табл. 2.

Таблица 1

№ бруска	№ образцов (брусков)																	
	1-й край			2-й край			3-й край			4-й край			5-й край			6-й край		
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
II	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
III	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
IV	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

Таблица 2

№ п/п	Влажность в %	№ образцов						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0	57	60	63	66	69	72	
2	10	21	24	27	30	33	36	
3	20	19	22	25	28	31	34	
4	30	20	23	26	29	32	35	
5	80	55	58	61	64	67	70	
6	120	56	59	62	65	68	71	
7	—	37	40	43	46	49	52	

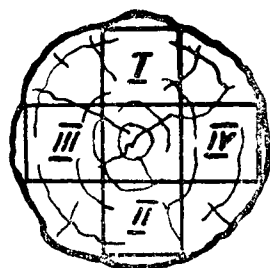


Рис. 1.

Примечание: Физико-механические свойства натуральной древесины изучались на образцах № 7.

Исследование физико-механических свойств прессованной древесины производилось:

1. Объемный вес, сжатие вдоль волокон и статический изгиб на образцах из 2-го кряжа
2. Сжатие поперек волокон и ударный изгиб на образцах из 3-го кряжа
3. Скалывание вдоль волокон на образцах из 4-го кряжа
4. Предварительные испытания (определение влажности, времени пропаривания и др.) на образцах из 1-го, 5-го, 6-го кряжей

Испытания образцов, взятых по такому методу, позволяют выяснить сравнительные показатели физико-механических свойств прессованной древесины в зависимости от начальной влажности натуральной древесины.

Одним из важных этапов работы было придание образцам определенной влажности.

Свежесрубленная древесина, взятая для опыта, имела влажность около 80% и сразу подвергалась прессованию. При восьмимесячном выдерживании образцов в воде комнатной температуры влажность древесины достигала 120%. Для получения влажности 10, 20, 30% бруски предварительно подсушивались и затем выдерживались (около 8 месяцев) в эксикаторах над растворами серной кислоты, концентрации которых 1,33; 1,14; 1,02 г/см³ при температуре 20° С, что обеспечивало придание образцам необходимой влажности. Абсолютно-сухой мы считали древесину, прошедшую длительную сушку при температуре 100±5° С.

Наблюдения за влажностью заключенных в эксикаторы образцов производились путем периодических взвешиваний контрольных образцов, влажность и вес которых были зафиксированы перед закладкой брусков в эксикаторы.

При проверках разница во влажности отдельных образцов не превосходила 1% и по сечению была достаточно равномерна.

Из брусков, достигших заданной влажности, изготовляли образцы размером 5 × 10 × 33 см (10 см — размер радиальный) и подвергали их прессованию с предварительным пропариванием. Нагревание образцов при пропаривании производилось до температуры равной 85° С. Оптимальным условием податливости древесины при прессовании является прогрев до температуры 80—85° С (отчет ЦНИЛХИ, 1936). Указанный прогрев обеспечивался временем пропаривания, предварительно установленным при помощи термоэлектрических пирометров (табл. 3).

Таблица 3

Влажность в ходе технологического процесса в %	Серия по влажности образцов перед испытаниями											
	0		10		20		30		80		120	
	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%
Перед пропариванием . . .	0,1	—	9,8	100	10,7	100	29,4	100	78,2	100	119,2	100
После пропаривания . . .	6,3	—	17,8	181	28,6	145	37,6	128	62,4	80	75,6	63
После прессования	6,3	—	17,8	181	23,8	121	26,7	60	20,7	38	31,6	26

Примечание: 1. *M* — среднее арифметическое значение величины. 2. % — отклонение величины *M* от соответствующего *M* в начале технологического процесса (перед пропариванием).

Пропаренные бруски прессовались со скоростью 10 мм/мин и просушивались затем при температуре 100—110° С до тех пор, пока влажность прессованных образцов не становилась равной 6—7%. Продолжительность сушки указана в табл. 3.

Высушенные бруски прессованной древесины выдерживались 15 суток в рабочем помещении, а затем разделялись на образцы, предназначенные для физико-механических испытаний.

Для выравнивания влажности по сечению образцы выдерживались более трех месяцев в эксикаторах над раствором серной кислоты соответствующей концентрации (1,41 г/см³).

В процессе изготовления прессованной древесины систематически контролировалась влажность (перед и после пропаривания, после прессования и сушки). При пропаривании начальная влажность древесины изменяется: при одних условиях происходит подсушивание, при других — увлажнение; это зависит от породы и влажности древесины, от скорости прохождения пара, его влажности и времени пропаривания. Изменения процента содержания влаги в древесине в ходе технологического процесса изготовления прессованной древесины отражены в табл. 4.

Таблица 4

Параметры технологического процесса	Влажность образца перед пропариванием											
	0		10		20		30		80		120	
	M	%	M	%	M	%	M	%	M	%	M	%
Время пропаривания мин	41	87	43	91	45	96	47	100	53	113	60	128
Удельное давление в кг/см ²	334	95	198	56	225	64	350	100	407	117	417	118
Время сушки в часах . . .	0	—	7,5	68	9,3	86	11,0	100	12,0	109	13,5	123

Примечание: 1. M — среднее арифметическое значение величины. 2. % — отклонение величины M для различных образцов от соответствующего M для древесины, влажность которой перед прессованием составляла 30%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Испытания образцов производились в лабораторном помещении в условиях комнатной температуры на пятитонном гидравлическом прессе. Испытывались стандартные образцы [3], [4], влажность которых составляла около 7%. Одновременно производились физико-механические испытания исходной (натуральной) древесины (влажность — 15%), результаты которых приводятся в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Влажность древесины в %	Число наблюдений	Объемный вес		Обработка результатов				r + m _r	Примечание
		M г/см ³	%	±σ г/см ³	±m г/см ³	V %	P %		
0	31	1,03	87	0,049	0,008	4,75	0,85	0,93 ± 0,06	исх. дрв.
10	29	1,80	93	0,057	0,011	5,30	1,02		
20	31	1,12	97	0,059	0,011	5,30	0,95		
20	29	1,16	100	0,043	0,008	6,37	0,69		
80	29	1,17	101	0,044	0,008	4,20	0,75		
120	32	1,16	100	0,028	0,049	2,75	0,48		
15	20	0,60	52	0,027	0,006	4,51	1,00		

Таблица 6

Показатели свойств прессованной древесины	Единицы измерения	Влажность образцов перед пропариванием в %										Физико-механич. свойства натуральн. древесины			
		0		10		20		30		80				120	
		М	%	М	%	М	%	М	%	М	%	М	%	М	%
Объемный вес . .	г/см ³	1,03	88	1,08	93	1,12	97	1,16	100	1,17	101	1,17	101	0,60	52
Сжатие вдоль волокон	кг/см ²	1156	87	1210	91	1310	98	1328	100	1335	101	1358	102	490	38
Сжатие поперек волокон в радиальном направлении	"	526	86	555	91	581	95	610	100	621	102	642	105	71	12
Сжатие поперек волокон в тангентальном направлении	"	286	79	306	85	345	96	360	100	372	103	348	97	42	12
Статический изгиб		2416	88	545	93	2702	98	2736	100	2839	104	2897	105	917	34
Ударный изгиб	кгм/см ³	0,46	87	0,49	92	0,51	96	0,53	100	0,54	102	0,54	102	0,45	85
Скальвание вдоль волокон в радиальном направлении	кг/см ²	134	74	160	88	168	92	182	100	179	99	185	102	80	44
Скальвание вдоль волокон в тангентальном направлении	"	96	80	104	87	111	91	120	100	118	98	127	106	106	88

Все результаты обработаны по методу вариационной статистики с определением показателя точности и коэффициента корреляции с его ошибкой.

Результаты определения объемного веса приводятся в табл. 5. Остальные показатели физико-механических свойств прессованной древесины, изучавшиеся нами, сведены в табл. 6.

В этих таблицах приняты следующие обозначения:

M — среднее арифметическое значение величины;

% — отклонение величины M для различных образцов от соответствующего M для древесины, влажность которой перед прессованием составляла 30%;

σ — среднее квадратическое отклонение;

m — средняя ошибка;

V — коэффициент вариации;

P — показатель точности;

$r \pm m$ — коэффициент корреляции (между объемным весом прессованной древесины и начальной влажностью) и его ошибка.

Стопроцентными приняты свойства прессованной древесины, влажность которой перед пропариванием и прессованием составляла 30%.

В сводной табл. 6 приводятся значения статистических величин, характеризующие зависимость между начальной влажностью натуральной древесины и свойствами прессованной древесины. Результаты обработки указывают на надежность полученных данных, так как показатель точности во всех видах испытаний не превышает 3,92%.

ВЫВОДЫ

1. Физико-механические свойства прессованной древесины с увеличением начальной влажности натуральной древесины до 30% заметно улучшаются (от 12 до 26%), а при дальнейшем увеличении влажности улучшаются незначительно (до 6%); это улучшение свойств прессованной древесины связано с изменением физико-химических свойств при гидротермической обработке.

2. Перед прессованием с предварительным пропариванием (при скорости прессования не превышающей 10 мм/мин) нецелесообразно производить сушку древесины, так как древесина с влажностью до 30% в процессе пропаривания увлажняется, а древесина с влажностью 30% и более, после пропаривания и прессования приобретает влажность около 30% и процесс прессования протекает в обоих случаях приблизительно в одних и тех же условиях.

3. Экономически выгодно прессовать древесину с начальной влажностью 30% и выше, что исключает из технологии прессования сушку древесины.

Результаты исследования могут быть использованы при выборе технологического режима прессования древесины с предварительным пропариванием.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Г. И в, В. Г. М а т в е е в. Изучение координат давления, нагревания и влажности при пьезотермической обработке и исследование влияния на пластическую деформацию различных видов химической обработки. Отчет ЦНИЛХИ за 1935 г.; [2]. Н. П. Х у х р я н с к и й Прессование древесины. 1949. [3]. ГОСТ 6336-52 — Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины. [4]. ГОСТ 5704-51 — Древесно-слоистые пластики (ДСП).

Поступила в редакцию
20 января 1958 г.