

МЕХАНИКА

В. А. БАЖЕНОВ и Ю. М. ИВАНОВ

**ВЛИЯНИЕ НАБУХАНИЯ НА ДЕФОРМАЦИИ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБЖАТОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 9 VI 1950)

В настоящей работе излагаются результаты исследования деформации, а также прочности сухой древесины, предварительно подвергнутой в сухом состоянии обжатию, а затем набуханию в воде с последующим высушиванием. Вопрос этот имеет большое научное и практическое значение для выяснения физической сущности прочностных характеристик древесины и процессов, происходящих в ней при различных видах обработки, сопровождающейся в той или иной мере явлением прессования.

Исследование производилось по следующей методике. Сосновые образцы в форме куба с длиной ребра 30 мм и частично в форме прямоугольного параллелепипеда размерами  $20 \times 20 \times 30$  мм высушивались до постоянного веса при температуре  $100 \pm 5^\circ$  и после охлаждения в эксикаторе с хлористым кальцием до комнатной температуры подвергались на машине ИМ-4Р ЦНИИТМАШ сжатию в радиальном, тангенциальном и продольном направлениях до различной величины остаточной деформации со снятием автоматической диаграммы «нагрузка — деформация».

После этого первого сжатия образцы подвергались набуханию в воде при комнатной температуре в течение двух суток, а затем снова высушивались, охлаждались и вторично подвергались сжатию.

Для выяснения остаточной деформации при первом сжатии, а также степени восстановления первоначальных размеров после набухания и высушивания образцы измерялись в штативной установке индикатором с ценой деления 0,01 мм. Результатом измерения являлось среднее арифметическое из 10 наблюдений. Штатив индикатора касался образца при каждом наблюдении в одной и той же точке, а именно на пересечении диагоналей данной грани. При отсчетах десятые доли деления оценивались на глаз.

Всего было испытано 87 образцов, часть из них при первом сжатии обжималась до предела пластического течения <sup>(1)</sup> и часть за пределом пластического течения до появления остаточных деформаций, в различных опытах колебавшихся: при радиальном сжатии от 0,1 до 1,333 мм, при тангенциальном — от 0,01 до 0,940 мм и при продольном — от 0,02 до 0,94 мм.

Необходимо подчеркнуть, что при продольном сжатии этих образцов за пределом пластического течения не допускалось образования складок, характерных для разрушения. Кроме того, следует учитывать, что по принятой методике измерения величины деформаций, как отмечалось выше, величина деформаций включала контактные деформации (на торцах), которые в данном случае могли оказать заметное влияние.

В качестве прочностной характеристики принимался предел пластического течения <sup>(1)</sup>, определяемый по автодиаграмме, согласно обычной методике <sup>(2)</sup>. Кроме того, из автодиаграммы определялась величина

Таблица 1

Результаты опытов со сжатием образцов древесины сосны (средние данные)

Направление сжатия	Число образцов	Высота образцов, в мм	Характеристика первого сжатия по отношению к пределу пластического течения	Остаточная деформация после 1-го сжатия, мм	Предел пластического течения, кг/см <sup>2</sup>		Полная деформация предела пластичного течения, мм		Модуль полных деформаций		Отношение модулей $\frac{a}{\sigma}$
					при 1-м сжатии	при 2-м сжатии	при 1-м сжатии	при 2-м сжатии	при 1-м сжатии (a)	при 2-м сжатии (σ)	
Радиальное . . .	6	29 200	До предела . . .	0,052	—	59,4	—	0,204	10050	9560	1,05
" . . .	12	29 100	За пределом . . .	0,238	0,054	47,2	49,3	0,229	6700	3240	2,07
" . . .	17	19 461	За пределом . . .	0,354	0,0284	42,0	40,6	0,137	6400	1800	3,56
Тангенциальное . . .	8	28 300	До предела . . .	0,042	0,052	51,7	65,0	0,480	0,523	3600	3570
" . . .	4	28 800	Вблизи предела . . .	0,135	0,029	53,5	46,5	0,448	0,433	3510	1,01
" . . .	16	28 800	За пределом . . .	0,257	0,073	46,0	49,2	0,405	0,647	3480	2300
Вдоль волокон (продольное) . . .	13	30 300	Вблизи предела . . .	0,0535	-0,125	432,0	463,0	0,235	0,379	49000	38800
То же . . . . .	11	30 300	За пределом . . .	0,700	0,121	438,0	433,0	0,309	0,770	45300	17650

полной деформации при пределе пластического течения (за вычетом собственной диаграммы машины) и отношение напряжения к относительной величине полной деформации, называемое модулем полных деформаций. Последний определялся при обжиме за пределом пластического течения по величине полной деформации при пределе пластического течения, а при обжатии до предела пластического течения — по величине полной деформации при максимальном напряжении.

Величины полной деформации и модуля включали влияние контактных деформаций по обжимаемым плоскостям образца.

С целью контроля одновременно с записью автодиаграммы снимались отсчеты по индикатору, установленному на реверсе машины, моменты отсчетов по которому отмечались на автодиаграмме с помощью электромагнитного отметчика. Полученные результаты описанных опытов (см. табл. 1) показывают следующее. При обжатии (прессовании) древесины поперек волокон за пределом пластического течения остаточные деформации почти полностью восстанавливаются при последующем набухании в воде и высушивании. Сравнение с изменениями необожатых образцов, подвергнутых также набуханию и высушиванию, показывает, что указанная в табл. 1 остаточная деформация по крайней мере на 80% является деформацией усушки (гистерезис усушки). На это же указывают величины остаточной деформации после набухания (см. табл. 1), которые мало меняются, несмотря на большие различия в величине остаточной деформации после первого обжатия.

При обжатии древесины вдоль волокон за пределом пластического течения, оста-

точные деформации при набухании и высушивании восстанавливаются в меньшей степени (см. табл. 1). Образцы обжатые вдоль волокон до предела пластического течения, удлиняются (деформация отрицательная), что объясняется известной особенностью усушки древесины вдоль волокон, обнаруживаемой примерно в тех же пределах комбинаций влажности при условии тщательных измерений<sup>(3)</sup>. Таким образом, несмотря на отрицательный гистерезис усушки вдоль волокон, остаточная деформация при первом обжатии за пределом пластического течения имеет положительное значение, указывающее на меньшую способность древесины к восстановлению первоначальных размеров в этом случае по сравнению с образцами, предварительно обжатыми в поперечном направлении.

Величина предела пластического течения необжатой сухой древесины и древесины, подвергнутой предварительному обжатию с последующим набуханием и высушиванием, не изменяется. Деформации древесины, предварительно обжатой до предела пластического течения с последующим набуханием и высушиванием, не меняются. В противоположность этому, деформации древесины, предва-

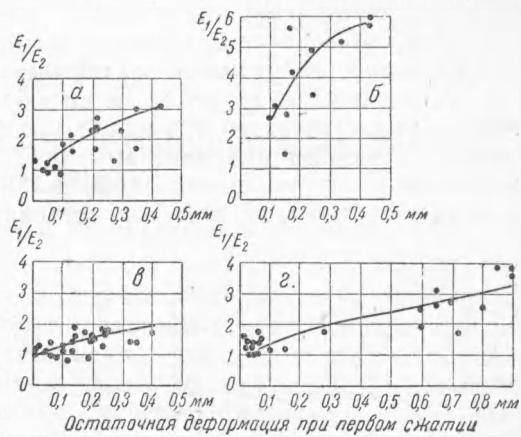


Рис. 1. Влияние величины остаточной деформации при первом сжатии на отношение модулей полных деформаций  $E_1$  при первом сжатии к  $E_2$  при втором сжатии в направлениях: а и б — радиальном, в — тангенциальном и г — вдоль волокон

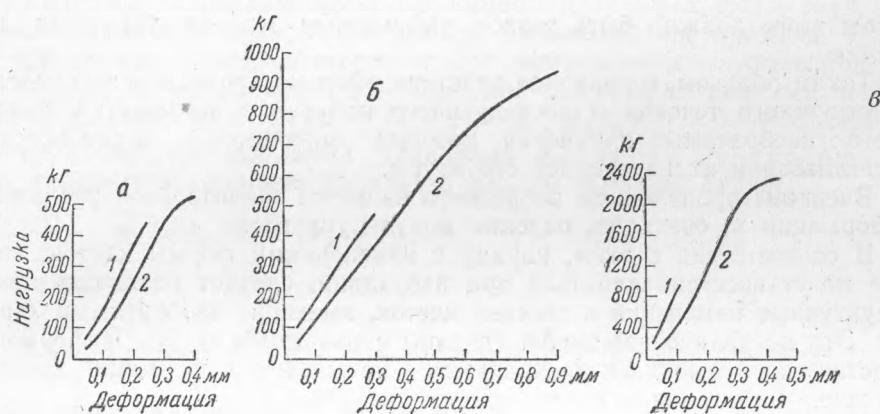


Рис. 2. Диаграммы сжатия поперек волокон (в радиальном (а), в тангенциальном (б) направлениях) и вдоль волокон (с). 1 — при первом сжатии до предела пластического течения, 2 — при втором сжатии

рительно обжатой за пределом пластического течения (также с последующим набуханием и высушиванием), оказались значительно большими по сравнению с древесиной, не подвергнутой вовсе никаким воздействиям указанного характера. Это увеличение деформации, выраженное отношением модуля полных деформаций для рассматриваемой древесины и нормальной древесины (табл. 1), находится в прямой зависимости от величины остаточной деформации после первого обжа-

тия (см. рис. 1). При этом древесина, обжатая до предела пластического течения, ведет себя так же, как нормальная.

На рис. 2 представлены типичные диаграммы сжатия древесины в трех направлениях. На рис. 2 показаны диаграммы образцов, первое сжатие которых производилось до предела пластического течения, а на рис. 3 — за этим пределом (здесь каждая пара диаграмм для одного образца совмещена начальными точками). Сравнение диаграмм рис. 2 и 3 наглядно показывает значительное увеличение деформации древесины образцов, подвергнутых обжатию за пределом пластического течения с последующим набуханием и высушиванием (рис. 3), и практически отсутствие изменения деформации образцов, подвергнутых обжатию до предела пластического течения с последующим набуханием и высушиванием. Рассмотрение диаграмм рис. 3 позволяет также сделать заключение, что увеличение деформации в этом случае происходит, главным образом, за счет возрастания упругой деформации\*. Резуль-

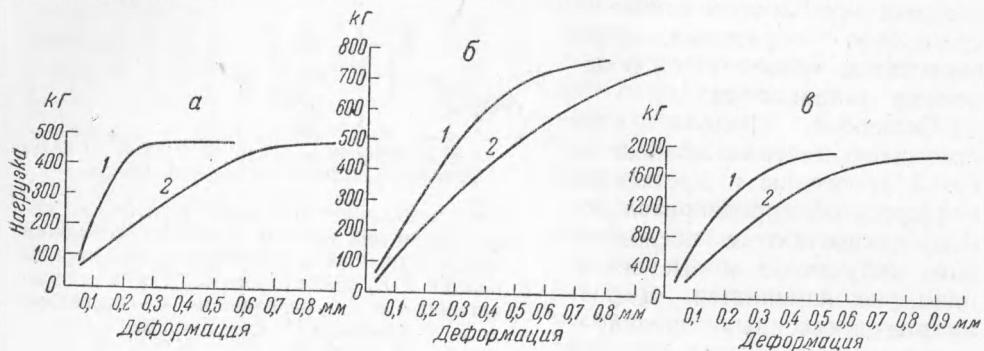


Рис. 3. Диаграммы сжатия поперек волокон (в радиальном (а) и в тангенциальном (б) направлениях) и вдоль волокон (в). 1 — при первом сжатии с переходом через предел пластического течения, 2 — при втором сжатии

татом этого должно быть резкое уменьшение модуля упругости древесины.

Таким образом, совокупное действие обжатия древесины за пределом пластического течения и последующего набухания вызывает в стенках клеток необратимые изменения, которые, повидимому, выражаются в расщатывании их внутренней структуры.

Внешним проявлением последнего является значительное увеличение деформации и, очевидно, падение модуля упругости.

В соответствии с этим, наряду с изменениями формы клеток, которые могут восстанавливаться при набухании, следует различать также структурные изменения в стенках клеток, имеющие необратимый характер. Эти последние изменения связаны с развитием в них деформаций пластического течения и проявляются в повышении деформации древесины после набухания и последующего высушивания.

Институт леса  
Академии наук СССР

Поступило  
6 VI 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ю. М. Иванов, Предел пластического течения, М., 1948, изд. 2-е. <sup>2</sup> Ю. М. Иванов, Л. М. Перельгин и Н. Л. Леонтьев, Методика определения показателей механических свойств древесины, Изд. АН СССР, 1949. <sup>3</sup> R. A. Соскелл, Trans. ASME, 69, No. 8 (1947). <sup>4</sup> П. Н. Хухранский, Тр. Ин-та леса АН СССР, 4, 257 (1948).

\* Увеличение упругих деформаций (на 12—17%) при вторичном сжатии до степени 40—50% после распаривания было отмечено П. Н. Хухранским (<sup>4</sup>). При этом увеличение упругих деформаций компенсировалось соответствующим уменьшением остаточных деформаций, так что величина полной деформации все же оставалась примерно постоянной.