

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ТОЛЩИН СЕРДЦЕВИННЫХ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ ДОСОК ПРИ РАСКРОЕ СОСНОВОГО ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

Минимальные размеры сердцевинных и центральных досок определяются отклонением сердцевины от продольной оси бревна и размером (диаметром) отлупа годовых слоев вблизи сердцевины или зоной, где вероятно его появление.

Проведенные исследования на сосновом пиловочнике уральской зоны показали, что отлупная трубка у сердцевины включает в себя 5 - 6 годовых слоев. Была выдвинута гипотеза о наличии радиальной связи в 1 - 4-ом годовом слое от системы, питающей укороченные побеги. Одновременно предполагалось, что в области окончания радиальных связей находится ослабленная зона, в которой возможно появление отлупных трещин вокруг сердцевины. Выявление зоны ослабленной связи годовых слоев проводилось путем постановки экспериментов по определению  $\sigma \left( \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \right)$  - предела прочности при ска-

львании вдоль годового слоя. Поскольку исследования носили сравнительный характер, для универсальной испытательной машины Z DM 2,5/91 (ГДР, Лейпциг) было разработано и изготовлено приспособление, которое имело зажимную скобу для крепления образца и пуансон с профилированными выемками, перемещением которых достигалось совпадение радиусов на исследуемом образце и пуансоне, в результате чего линия скальвания проходила вдоль годового слоя.

Образцы для испытаний готовились из сосновых досок, содержащих сердцевинную трубку, выпиленных из комлевых, средних и вершинных бревен. Высота образцов (L) варьировалась от 20 мм до 40 мм. Ширина образцов  $b = 50$  мм, толщина  $t = 10$  мм. На рис. 1 показана схема вырезки образца из доски.

Исследования проводились с применением методов и средств математического планирования экспериментов. Был запланирован полный факторный эксперимент типа  $2^4$ , реализация которого на первом этапе осуществлялась с помощью ортогонального плана, на втором - ротатабельного плана.

Уровни и интервалы варьирования факторов для ортогонального плана приведены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Обозначение		Единицы измерения	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	натуральное	кодированное		нижний уровень -1	центр эксперимента 0	верхний уровень +1	
Диаметр бревна	D	$U_1$	см	20	24	28	4
Высота образца	L	$U_2$	мм	25	30	35	4
Порядковый номер годовых слоев от сердцевины	M	$U_3$	шт.	4	5	6	1
Толщина годового слоя	T	$U_4$	мм	1,5	2,0	2,5	0,5

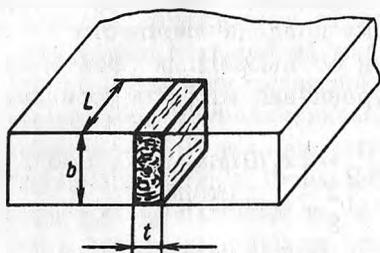


Рис. 1. Схема вырезки опытного образца из доски.

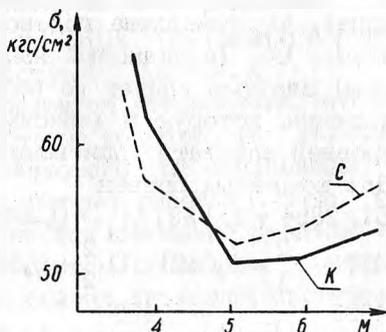


Рис. 2. Зависимость предела прочности ( $\sigma$ ) при скалывании от порядкового номера годового слоя M: C, K - соответственно для срединных и комлевых бревен.

В качестве параметра оптимизации был принят предел прочности при скалывании вдоль годового слоя. Обработку результатов экспериментов вели при помощи регрессионного анализа. Проверку гипотезы о законе распределения результатов вели по критерию К. Пирсона, проверку однородности дисперсий - по критерию Кохрена, оценку значимости коэффициентов регрессии - по критерию Стьюдента, проверку гипотезы о равенстве средних и проверку адекватности уравнения регрессии - по критерию Фишера.

По результатам проведенных экспериментов выяснилось, что предел прочности при скалывании вдоль годового слоя для вершинных бревен находится в зависимости от переменных факторов  $U_1$ , которую можно адекватно описать следующим линейным уравнением:

$$y = 64,4 + 1,1U_1 + 0,4U_2 - 9,3U_3 + 3,0U_4 - 0,3U_1U_2 + \\ + 1,0U_1U_3 - 0,1U_1U_4 - 0,2U_2U_3 + 0,2U_2U_4 + 1,5U_3U_4. \quad (1)$$

Согласно результатам, полученным при ортогональном планировании, для комлевых и срединных бревен эту зависимость нельзя описать линейным уравнением. Поэтому ортогональный план проведения экспериментов был дополнен до ротатабельного (центрального композиционного униформ-ротатабельного планирования второго порядка) и реализован.

Анализ данных, полученных от реализации ортогонального и ротатабельного планов, показал, что включенные в исследование факторы  $U_1$  (величина диаметра бревна),  $U_2$  (высота образца),  $U_4$  (толщина годового слоя) оказались незначимы, а фактор  $U_3$  (порядковый номер годовых слоев вблизи сердцевины) значимо влияет на величину предела прочности при скалывании, которую в зависимости от выбранных факторов и их уровней адекватно описывают уравнения второго порядка.

Для комлевых бревен

$$y = 51,2884 + 1,6991U_1 + 0,2998U_2 - 12,7918U_3 + 5,7963U_4 - \\ - 1,0371U_1^2 - 0,0421U_2^2 + 6,8480U_3^2 - 0,7386U_4^2 + \\ + 0,4995U_1U_2 - 0,4995U_1U_3 + 0,1997U_1U_4 + 1,5974U_3U_4. \quad (2)$$

Для срединных бревен

$$y = 52,6750 + 2,3987U_1 + 0,3998U_2 - 11,0929U_3 + 3,9979U_4 - \\ - 0,4365U_1^2 + 1,1554U_2^2 + 5,9312U_3^2 - 2,5259U_4^2 + \\ + 0,1996U_1U_2 - 0,4992U_1U_3 + 0,0998U_1U_4 - 0,2995U_2U_3 + \\ + 0,1996U_2U_4 + 1,1980U_3U_4. \quad (3)$$

Для вершинных бревен путем постановки экспериментов по ротатабельному плану была получена уточненная математическая модель

$$y = 60,2659 + 1,0994U_1 + 0,3997U_2 - 9,2940U_3 + 2,9984U_4 - \\ - 0,8396U_1^2 + 0,4538U_2^2 + 4,9312U_3^2 - 0,7401U_4^2 - \\ - 0,2995U_1U_2 + 0,9984U_1U_3 - 0,0998U_1U_4 - 0,1996U_2U_3 + \\ + 0,1996U_2U_4 + 1,4976U_3U_4. \quad (4)$$

Зависимость величины предела прочности при скалывании от порядкового номера годовых слоев для комлевых и срединных бревен показана на рис. 2. Из рис. 2 видно, что наименьшее значение предела прочности при скалывании приходится на 5-й годовой слой и, следовательно, именно здесь с большей вероятностью возможно появление отлупной трещины. На рис. 2 не показана зависимость величины предела прочности при скалывании от порядкового номера годовых слоев для вершинных бревен, так как согласно проверке гипотезы о равенстве средних значений наблюдений различие их может быть принято случайным, хотя наименьшее значение ее также приходится на 5-й годовой слой. Вероятно, что в комлевых и срединных бревнах по сравнению с вершинными на 5-ом годовом слое больше микротрещин, появление которых связано с различным действием нагрузок на ствол растущего дерева.

Во время проведения экспериментов установлено, что насыщенность следами питающей системы поверхности скалывания уменьшается с увеличением порядкового (от сердцевинной) номера годового слоя, достигая к пятому годовому слою минимального значения. Этим объясняется снижение предела прочности при скалывании на этом годовом слое. Под насыщенностью следует понимать число следов питающей системы на  $1 \text{ см}^2$  скалываемой поверхности.

При определении минимальных толщин сердцевинных и центральных досок из вершинных бревен зону вероятного отлупа годовых слоев можно не учитывать.

Размер (диаметр) вероятного появления отлупной трещины годовых слоев вокруг сердцевины ( $d_o$ ) зависит от числа и толщины годовых слоев и определяется уравнением

$$d_o = MT + d'_c, \quad (5)$$

где  $d'_c$  - диаметр сердцевинной трубки, мм.

Расчет минимальных толщин сердцевинных ( $a_c$ ) и центральных ( $a_{\text{ц}}$ ) досок при распиловке комлевых и срединных бревен следует вести по формулам:

$$a_c = 0,03 D + 2T (M + 1) + d'_c + 11,8; \quad (6)$$

$$a_{\text{ц}} = 0,015 D + T (M + 1) + \frac{d'_c - t_{\text{пр}}}{2} + 5,9, \quad (7)$$

а при распиловке вершинных бревен по формулам:

$$a_{c'} = 0,03 D + 2T + d_c' + 11,8 ; \quad (8)$$

$$a_{ц} = 0,015 D + T + \frac{d_c' - t_{пр}}{2} + 5,9 , \quad (9)$$

где  $D$  - диаметр бревна, мм;  $T$  - толщина годового слоя, мм;  $M$  - число годовых слоев (от сердцевины);  $t_{пр}$  - толщина пропила, мм.

Резюме. Приведенные формулы позволяют получить значения минимальных толщин сердцевинных и центральных досок при условии, что в смежных с ними досках не будет трещин от возможного отлупа годовых слоев вблизи сердцевины (6,7), не будет сердцевинной трубки (8,9).