

I. ТЕХНОЛОГИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

УДК 673.023

Н.А. БАТИН, д-р техн.наук,
Г.Л. ЦОТАДЗЕ (БТИ)

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ОРИЕНТАЦИИ БРЕВЕН ПО ПОСТАВУ ПРИ РАСПИЛОВКЕ ИХ ВРАЗВАЛ НА ВЫХОД ОБРЕЗНЫХ ДОСОК

Основным показателем точности ориентации бревен по поставу является боковое смещение оси бревна относительно оси поставы пил. Боковое смещение обозначим через ϵ и для краткости изложения будем пользоваться данным обозначением. ϵ оказывает существенное влияние на выход и рассеивание ширины обрезных досок.

Вопросы, связанные с изучением влияния ϵ на выход и рассеивание ширины обрезных досок, нашли отражение в ряде работ [1] – [3], что указывает на их большую теоретическую и практическую значимость. Однако в этих работах данная задача в поставленном нами плане не рассматривалась. Учитывая сказанное, целью настоящей работы и является изложение теоретического решения задачи по выявлению влияния ϵ на объемный выход обрезных досок из бревен, распиливаемых вразвал. Форма бревна в данных исследованиях приравнена к усеченному параболоиду вращения. Полагаем, что бревно распиливается при безопилочном делении на длинномерные обрезные доски бесконечно малой толщины, а ширина и длина их будет соответствовать оптимальным значениям.

Суммарный объем всех таких досок, полученных из данного бревна при заданной ширине поставы E_{Π} , определится по формуле $V_{\Pi}(\epsilon) = 2F_{\Pi} L$, где L – длина бревна; $2F_{\Pi}$ – приведенная площадь торцевого сечения досок.

При $\epsilon = 0$ значение $F_{\Pi}(\epsilon) = F_{\Pi}(0)$ будет соответствовать площади АВМИР q (рис. 1).

Отметим, что кривая M_{Π} ограничивает пифагорическую зону бревна и выражается уравнением

$$b/2 = \sqrt{r^2 - e^2}, \quad (1)$$

а кривая nN ограничивает параболическую зону и выражается уравнением

$$b/2 = \frac{0,385}{R^2 r^2} \sqrt{(R^2 - r^2)^3}, \quad (2)$$

где b – приведенная ширина обрезных досок; r, R – радиусы соответственно вершинного и комлевого торцев бревна; e – расстояние от центра бревна до рассматриваемой пласти доски.

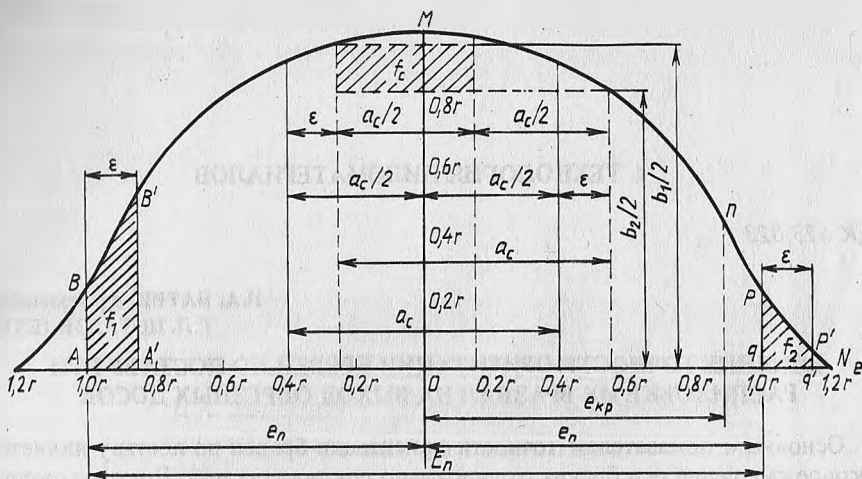


Рис. 1. К определению $F_{\Pi}(\epsilon)$ в зависимости от ϵ и a_c .

Ширина пифагорической зоны (т.е. $e_{кр}$) определяется по формуле

$$e_{кр} = \sqrt{1,5 r^2 - 0,5 R^2}.$$

Следовательно, при $\epsilon \leq e_{кр}$ значение $b/2$ определяется по формуле (1), а при $\epsilon > e_{кр}$ — по формуле (2).

При боковом смещении оси бревна относительно оси постова пил влево на ϵ (рис. 1) линия пропила АВ переместится в положение А'В', а линия Рq — в положение Р'q'. Приведенная площадь в этом случае $F_{\Pi}(\epsilon)$ по сравнению с приведенной площадью $F_{\Pi(0)}$, соответствующей $\epsilon = 0$, уменьшится, как это следует из рис. 1, на площадь f_1 (АВВ'А') и увеличится на площадь f_2 (qРР'q'). Из рис. 1 следует, что $f_1 > f_2$, а следовательно, и $F_{\Pi(0)} > F_{\Pi}(\epsilon)$.

Значение $F_{\Pi}(\epsilon)$ в зависимости от изменения ϵ определится из выражения

$$F_{\Pi}(\epsilon) = F_{\Pi(0)} - f_1 + f_2.$$

Относительное изменение $F_{\Pi}(\epsilon)$ в зависимости от изменения ϵ , выраженное в процентах от $F_{\Pi(0)}$, составит

$$\varphi = \frac{F_{\Pi}(\epsilon)}{F_{\Pi(0)}} 100 = \left(1 - \frac{f_1 - f_2}{F_{\Pi(0)}}\right) 100\%. \quad (3)$$

Значение $F_{\Pi(0)}$ определяется по уравнению

$$F_{\Pi(0)} = 2 \left[\int_0^{e_{кр}} \sqrt{r^2 - e^2} de + \frac{0,385}{R^2 - r^2} \int_{e_{кр}}^{e_{\Pi}} \sqrt{(R^2 - e^2)^3} de \right].$$

Значение f_1 определяется по формулам:

при $e_{\Pi} - \epsilon < e_{кр}$

$$f_1 = \int_{e_{\Pi} - \epsilon}^{e_{кр}} \sqrt{r^2 - e^2} de + \frac{0,385}{R^2 - r^2} \int_{e_{кр}}^{e_{\Pi}} \sqrt{(R^2 - e^2)^3} de :$$

при $e_{\Pi} - \epsilon \geq e_{кр}$

$$f_1 = \frac{0,385}{R^2 - r^2} \int_{e_{\Pi} - \epsilon}^{e_{\Pi}} \sqrt{(R^2 - e^2)^3} de .$$

Значение f_2 определяется по формуле

$$f_2 = \frac{0,385}{R^2 - r^2} \int_{e_{\Pi}}^{e_{\Pi} + \epsilon} \sqrt{(R^2 - e^2)^3} de .$$

Отметим, что $e_{\Pi} = E_{\Pi}/2 > e_{кр}$, а значение $e_{\Pi} + \epsilon \leq R$.

Значения φ , подсчитанные по формуле (3) для бревен с коэффициентом сбега $K=D/d=R/r=1,2$, ширины постова $E_{\Pi}=0,95d, 1,0d$ и $1,05d$ и $\epsilon=0, 0,05r, 0,10r, 0,15r, 0,20r$ и $0,25r$, приводятся в табл. 1.

Данные табл. 1 указывают, что с увеличением ϵ значительно снижается φ , т.е. уменьшается полезное использование приведенной площади, а влияние E_{Π} на изменение φ не существенно.

Следует отметить, что выражение (3), а следовательно, и значение φ , приведенное в табл. 1, относится к развальным постовам с четным числом досок, в которых сердцевинная доска (вырезка) отсутствует ($a_c = 0$).

Для поставов с нечетным числом досок будут иметь место дополнительные потери приведенной площади, зависящие от толщины сердцевинной доски a_c и значения ϵ . При принятых обозначениях на рис. 1 эта дополнительная потеря приведенной площади f_c в зависимости от a_c и ϵ определится по формуле

$$f_c = \frac{a_c}{2} \left(\frac{b_1}{2} - \frac{b_2}{2} \right), \quad (4)$$

где a_c — толщина сердцевинной доски; b_1, b_2 — ширина пластей этой доски, определяемая по формулам

$$\frac{b_1}{2} = \sqrt{r^2 - \left(\frac{a_c}{2} - \epsilon \right)^2}, \quad \frac{b_2}{2} = \sqrt{r^2 - \left(\frac{a_c}{2} + \epsilon \right)^2} .$$

Подставляя значения $b_1/2$ и $b_2/2$ в формулу (4), получим

$$f_c = \frac{a_c}{2} \left(\sqrt{r^2 - \left(\frac{a_c}{2} - \epsilon \right)^2} - \sqrt{r^2 - \left(\frac{a_c}{2} + \epsilon \right)^2} \right).$$

Таблица 1. Значения φ и φ_c в зависимости от ϵ , E_{Π} и a_c

ϵ	Значение E_{Π}			Значение a_c		
	0,95 d	1,0 d	1,05 d	0,2 d	0,3 d	0,4 d
	значение φ			значение φ_c при $E_{\Pi} = 1,0 d$		
	100	100	100	100	100	100
,05r	99,71	99,73	99,75	99,47	99,13	98,62
,10r	98,83	98,91	99,02	98,39	97,71	96,69
,15r	97,44	97,58	97,84	96,80	95,76	94,23
,20r	95,62	95,85	96,35	94,79	93,40	91,53
,25r	93,44	93,85	94,57	92,51	90,75	88,58

При $\epsilon = 0$ значение $f_c = 0$.

Приведенная площадь для нечетных поставов с сердцевинной доской a_c будет

$$F_{п.с}(\epsilon) = F_{\Pi}(\epsilon) - f_c = F_{\Pi}(0) - f_1 + f_2 - f_c.$$

Относительное изменение $F_{п.с}(\epsilon)$ в зависимости от ϵ и a_c в процентах от $F_{\Pi}(0)$ составит

$$\begin{aligned} \varphi_c &= \frac{F_{п.с}(\epsilon)}{F_{\Pi}(0)} 100 = \frac{F_{\Pi}(0) - f_1 + f_2 - f_c}{F_{\Pi}(0)} 100 = \\ &= \left(1 - \frac{f_1 - f_2}{F_{\Pi}(0)}\right) 100 - \frac{f_c}{F_{\Pi}(0)} 100\% \end{aligned}$$

$$\text{или } \varphi_c = \varphi - \frac{f_c}{F_{\Pi}(0)} 100\%. \quad (5)$$

Значения φ_c , подсчитанные по формуле (5) для бревен с коэффициентом сбега $K = 1,2$, ширины постова $E_{\Pi} = 1,0d$, толщины сердцевинной доски $a_c = 0,2d, 0,3d$ и $0,4d$ и $\epsilon = 0,05r, 0,10r, 0,15r, 0,20r$ и $0,25r$, приводятся в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что с увеличением a_c уменьшается φ_c и что с возрастанием ϵ значение φ_c по сравнению с φ уменьшается более интенсивно.

Установленные теоретические зависимости влияния ϵ на относительное изменение приведенной площади (φ и φ_c) могут быть распространены и на относительное снижение объемного выхода обрезных досок из бревен, распиливаемых вразвал по практическим поставам, учитывающим требования рационального раскроя.

Для подтверждения и обоснования данного вывода приведем расчет четных и нечетных поставов на распиловку бревен вразвал с определением объемного выхода обрезных досок в зависимости от ϵ . В рассматриваемых примерах были взяты бревна хвойных пород диаметром $d = 20$ см, длиной $L = 5,0$ м

Т а б л и ц а 2. Показатели объемного выхода обрезных досок

Номер поставы	Постав	E _п , мм	Объемный выход обрезных досок η (%) при ε,					
			мм					
			0	5	10	15	20	25
1	$\frac{40}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$	191,2	60,84	60,74	60,29	59,39	58,12	56,70
2	$\frac{40}{1} - \frac{25}{4} - \frac{16}{2}$	199,2	61,78	61,40	60,63	59,60	58,46	57,30
3	$\frac{60}{1} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}$	193,8	61,02	60,45	59,64	58,46	56,96	55,38
4	$\frac{75}{1} - \frac{25}{4}$	194,9	61,55	60,66	59,59	58,16	56,30	54,67

и объемом $V_{бр} = 0,19 \text{ м}^3$. Сбег этих бревен $C = 0,76 \text{ см/м}$, диаметр комлевого торца $D = 23,8 \text{ см}$ и коэффициент сбega $K = D/d = R/r = 1,2$. Ширина пропила $S = 3,6 \text{ мм}$.

Поставы для распиловки данных бревен и объемный выход обрезных досок, полученный по расчету в зависимости от ϵ , приводятся в табл. 2.

Объемный выход обрезных досок определялся по формуле

$$\eta = \frac{0,97 \cdot V_{п/м}}{V_{бр}} 100 \%,$$

где $V_{п/м}$ — объем обрезных досок, вычисленный по размерам толщины (номинальной, указанной в поставе), ширины (фактической, найденной по расчету без учета потерь на усушку) и длины досок; $V_{бр}$ — объем бревна; 0,97 — поправочный коэффициент, учитывающий усушку по ширине досок.

При расчете поставов ширина (b) и длина (l) обрезных досок определялись без перехода на стандартные размеры по следующим формулам:

$$\text{при } \epsilon \leq \epsilon_{кр} \quad b = 2\sqrt{r^2 - e^2}; \quad l = L;$$

$$\text{при } \epsilon > \epsilon_{кр} \quad b = 2\sqrt{\frac{R^2 - e^2}{3}}; \quad l = 2/3L \frac{R^2 - e^2}{R^2 - r^2}.$$

Следовательно, в данных было исключено влияние перехода от оптимальных расчетных размеров ширины и длины обрезных досок к спецификационным (стандартным) на снижение выхода. Этот вопрос, имеющий важное теоретическое и практическое значение, подлежит самостоятельному решению.

Относительное изменение объемного выхода обрезных досок по расчетным поставам в зависимости от ϵ и толщины сердцевинной доски a_c , подсчи-

Т а б л и ц а 3. Относительное изменение объемного выхода обрезных досок

ε	Номер постова, значения E _п и a _с			
	E _п = 0,956 d a _с = 0	E _п = 0,996 d a _с = 0,2 d	E _п = 0,969 d a _с = 0,3 d	E _п = 0,975 d a _с = 0,375 d
относительное изменение объемного выхода обрезных досок φ = (η _ε : η ₀) 100 %				
0	100	100	100	100
0,05г	99,83	99,38	99,07	98,55
0,10г	99,10	98,14	97,74	96,82
0,15г	97,62	96,47	95,80	94,49
0,20г	95,53	94,79	93,35	91,47
0,25г	93,20	92,75	90,76	88,82

танное по формуле $\varphi = \frac{\eta(\epsilon)}{\eta(0)} 100\%$, где $\eta(0)$ и $\eta(\epsilon)$ — объемный выход обрезных досок соответственно при $\epsilon = 0$ и $\epsilon \geq 0$, приводится в табл. 3.

В целях лучшего сопоставления данных табл. 1 с данными табл. 3 в табл. 3 значения ϵ выражены в долях г, а значения E_п и a_с — в долях d. Сопоставление данных табл. 3 с данными табл. 1 показывает их хорошее совпадение, что свидетельствует о высокой достоверности установленной зависимости влияния ϵ на объемный выход обрезных досок. Это наглядно отражает график (рис. 2), построенный по данным табл. 1 и 3. Отметим, что кривые графика (рис. 2)

построены по данным табл. 1 для E_п = 1,0d, а по данным табл. 3 нанесены точки, расположенные у кривых 1,2,3 и 4 и соответственно относящиеся к поставкам 1,2,3 и 4.

График (рис. 2) также наглядно отражает влияние ϵ на характер изменения объемного выхода обрезных досок в зависимости от толщины сердцевинной доски.

На основании данных табл. 1,2,3 и графика (рис. 2) более обоснованно могут решаться вопросы, связанные с разработкой технических требований к механизму подачи, обеспечивающих заданную точность ориентации бревен по поставкам из условия снижения потерь в выходе обрезных досок.

Следовательно, реализация результатов данных исследований будет способствовать решению рационального раскроя и повышения экономической

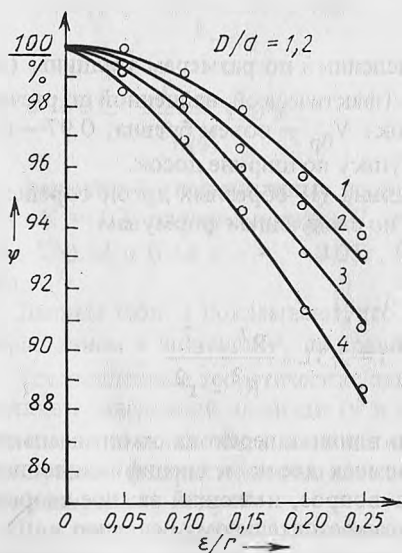


Рис. 2. График изменения φ в зависимости от ε/г и a_с/г

эффективности комплексного использования пиловочного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулиш В.Г. Определение погрешностей базирования бревен и брусьев перед лесопильными рамами. — В кн.: Науч. тр. ЦНИИМОДа, 1973, вып. 28, с. 103–107. 2. Лахтанов А.Г. Влияние точности ориентации бревен по поставу на размеры и объемный выход четырехкантных брусьев. — Изв. вузов. Лесн. журн., 1983, № 8, с. 62–66. 3. Песоцкий А.Н. Лесопильное производство. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 432 с.

УДК 674.093.6

Л.А. ЗАЙЦЕВА (БТИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПОСТАВОВ НА РАСПИЛОВКУ БОКОВОЙ ЗОНЫ БРЕВЕН НА ДВЕ ПАРЫ ДОСОК ОДИНАКОВОЙ ТОЛЩИНЫ

Специализация лесопильных предприятий, предусматривающая уменьшение числа вырабатываемых сечений досок, оказывает положительное влияние на повышение уровня механизации и автоматизации производственного процесса лесопиления, на ускорение внедрения в производство и лучшее использование высокопроизводительных механизированных и автоматизированных технологических линий по окончательной обработке пиломатериалов, их сортировке и пакетированию.

Требования к уменьшению числа вырабатываемых сечений досок должны найти свое отражение и в вопросах теории раскроя бревен на спецификационные пиломатериалы. Такое решение данного вопроса отражают специальные графики для составления оптимальных поставов, обеспечивающих сочетание требований рационального раскроя бревен и уменьшения числа толщин досок, вырабатываемых из боковой зоны бревна [1]. Эти графики разработаны для бревен диаметром от 14 до 50 см при распиловке их с брусковкой. При построении графиков толщина досок, выпиливаемых из боковой зоны бревна, в зависимости от их числа определялась по следующим формулам:

$$\text{для одной пары досок } a = a_1; \quad (1)$$

$$\text{для двух пар досок одинаковой толщины } a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2}{2}; \quad (2)$$

$$\text{для трех пар досок одинаковой толщины } a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}. \quad (3)$$

Здесь a_1, a_2, a_3 — оптимальная толщина досок, определенная для данных условий по графикам оптимальных толщин.

Следует отметить, что вопросы раскроя тонкомерных бревен диаметром до 14 см не нашли отражения в данной работе и что, формулы (1)–(3) приняты априори. Это указывает на необходимость теоретического решения данной задачи. Такое решение явится теоретической основой для построения графиков на распиловку бревен с учетом получения боковых досок одинаковой толщины. Отметим, что толщину одной пары досок, получаемой из боковой зоны тонкомерных бревен (1), следует определять по практическим графикам [2].