

Рис. 1. График изменения объемного выхода обрезных досок в зависимости от коэффициента сбega.

отношенного к табличному объему бревен (ГОСТ 2708–75), который был определен по формуле

$$\eta_T = \frac{V_{\text{п/м}}}{V_T} 100 \%,$$

где значения  $V_{\text{п/м}}$  определялись по данным табл. 2, а  $V_T$  — по табл. 1. Эти кривые показывают, что с увеличением отношения  $D/d$  значение  $\eta_T$  возрастает, поскольку таблицы объемов бревен ГОСТ 2708–75 изменение кубатуры зоны сбega не учитывают. Иными словами, кривые  $\eta_T$  фактически отражают изменение

объема обрезных пиломатериалов по рассчитанным поставкам в зависимости от коэффициента сбega бревен.

Следует отметить, что точки пересечения кривых  $\eta_\phi$  и  $\eta_T$  указывают на среднее значение коэффициента сбega бревен, заложенного в таблицах ГОСТ 2708–75.

Установленные закономерности и количественные зависимости выхода обрезных пиломатериалов при изменении коэффициента сбega дают возможность наиболее обоснованно решать вопросы рационального раскроя хлыстов и пиловочного сырья с учетом комплексного использования перерабатываемой древесины.

УДК 674.093

Н.А. БАТИН, д-р техн.наук,  
И.Н. КУХАРЕНКО (БТИ)

### РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ОБРЕЗНУЮ ПИЛОПРОДУКЦИЮ С ДОПУСКАЕМЫМИ ОБЗОЛАМИ

Обрезные пиломатериалы и заготовки различного назначения, получаемые при раскросе бревен и необрезных досок, нередко имеют на своих пластиях и кромках непропиленные участки поверхности бревен, так называемые обзолы, которые допускаются в определенных пределах, нормируются по кромке (в долях толщины) и по пласти (в долях ширины) соответствующими стандартами в зависимости от назначения, качества (сорта), породы древесины пилопродукции. В этой связи использование нормируемых обзолов при выпилке обрезной пилопродукции является важным резервом повышения эффективности переработки пиловочного сырья в лесопильном производстве.

Анализ расчета поставов на выпилку обрезных пиломатериалов с обзолами показывает, что если для данной доски обзол по кромке равен норме, то по пласти этой доски обзол может быть меньше или больше нормы или наоборот. Это зависит от местоположения доски в поставе. Следовательно, для каждой доски ограничивать обзол необходимо с учетом ее местоположения или по кромке, или по пласти, где будет больший обзол. Отметим, что для сердцевинных досок обзол в пределах установленной нормы следует ограничивать по кромке.

С целью правильного регламентирования обзола для центральных и боковых обрезных досок необходимо установить условия, которые определяли

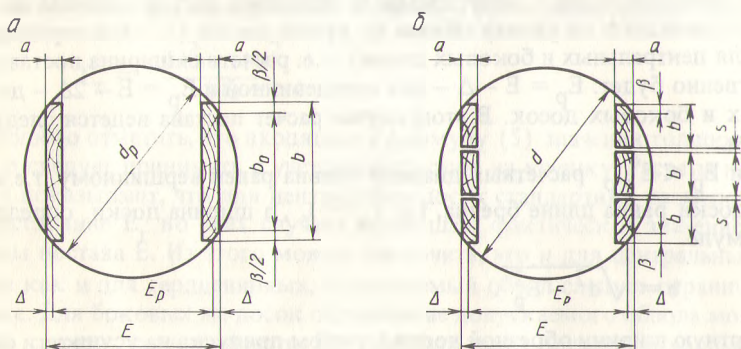


Рис. 1. Схема для определения граничного расстояния  $E_p$  при выпилке обрезных досок (а) и обрезных деталей (б)

бы, когда допускаемый обзол следует ограничивать по кромке досок, а когда по пласти их. При принятых на рис. 1, а обозначениях связь диаметра рассматриваемого сечения бревна и размеров получаемых обрезных досок в зависимости от местоположения их в поставе и допускаемых обзолов выражается следующими уравнениями.

Для досок, обзол которых ограничивается по кромке,

$$d_p = \sqrt{b^2 + (E - 2\Delta)^2} ;$$

для досок, обзол которых ограничивается по пласти,

$$d_p = \sqrt{(b - \beta)^2 + E^2} ,$$

где  $d_p$  – диаметр бревна в рассматриваемом сечении;  $b$  – стандартная ширина обрезной доски с припуском на усушку, т.е.  $b = b_{ст} + y$ ;  $y$  – припуск на усушку;  $E$  – расстояние между наружными пластинами досок;  $\Delta$  – допускаемое значение обзола по кромке доски;  $\beta$  – допускаемое значение обзола по пласти доски.

Расстояние между наружными пластинами досок, при котором достигается переход от ограничения обзола по кромке досок к ограничению обзола по пласти, назовем граничным расстоянием  $E_p$  и определим его из равенства уравнений 1 и 2, где  $E = E_p$ , т.е.

$$\sqrt{b^2 + (E_T - 2\Delta)^2} = \sqrt{(b - \beta)^2 + E_T^2}.$$

Отсюда находим граничное расстояние

$$E_T = \Delta + \frac{\beta(2b - \beta)}{4\Delta}. \quad (1)$$

Граничное расстояние  $E_T$  делит бревно на две зоны: центральную ( $E \leq E_T$ ), где допускаемый обзол ограничивается по кромке обрезных досок, и боковую ( $E > E_T$ ), где допускаемый обзол ограничивается по пласти досок.

Таким образом, в центральной части бревна ( $E \leq E_T$ ) при выпилке обрезной пилопродукции с допускаемыми обзолами расход ширины постава  $E$  следует уменьшить на размер обзола по кромке доски ( $\Delta$  — для сердцевинной,  $2\Delta$  — для центральных и боковых досок), т.е. расчетная ширина постава  $E_p$  соответственно будет:  $E_p = E - \Delta$  — для сердцевинной и  $E_p = E - 2\Delta$  — для центральных и боковых досок. В этом случае расчет постава ведется следующим образом.

При  $E_p \leq E_{кр}$  расчетный диаметр бревна равен вершинному, т.е.  $d_p = d$ , длина доски равна длине бревна, т.е.  $l_d = L$ , а ширина доски определяется по формуле

$$b = \sqrt{d^2 - E_p^2}. \quad (2)$$

Стандартную ширину обрезной доски с учетом припуска на усушку следует принять не более фактической ширины, вычисленной по формуле (2), т.е. необходимо выполнить условие —  $b_{ст} + y \leq b$ .

При  $E_p > E_{кр}$  доски подлежат укорачиванию, т.е.  $l_d < L$ , а расчетный диаметр определяется по формуле

$$d_p = \sqrt{(b_{ст} + y)^2 + E_p^2},$$

где  $b_{ст} + y$  — стандартная ширина обрезной доски с припуском на усушку принимается такой, чтобы этот размер наиболее близко соответствовал оптимальной ширине  $b_0 = 0,577 \sqrt{D^2 - E_p^2}$ .

Длина доски определяется по известной формуле

$$l_d = \frac{D - d_p}{c}. \quad (3)$$

Вычисленная по формуле (3) длина доски округляется до стандартного размера в меньшую сторону, т.е.  $l_{дст} \leq l_d$ .

При выпилке обрезной пилопродукции с ограничением допускаемых обзолов по пласти ( $E > E_T$ ) расчет постава осуществляется в следующем порядке.

В пифагорической зоне бревна ( $E \leq E_{кр}$ ) ограничение допускаемого обзола по пласти досок маловероятно, поэтому этот случай расчета не рассматриваем.

При  $E > E_{кр}$  доски подлежат укорачиванию, т.е.  $l_d < L$ , а расчетный диаметр определяют по формуле

$$d_p = \sqrt{b_p^2 + E^2},$$

где  $b_p = b_{CT} + y - \beta$  — расчетная ширина обрезной доски, которая принимается такой, чтобы она наиболее близко соответствовала оптимальной ширине —  $b_0 = 0,577 \sqrt{D^2 - E^2}$ .

Длина доски вычисляется по формуле (3), причем расчетный диаметр  $d_p$ , который входит в эту формулу, определяют по формуле (4).

В обрезных пиломатериалах хвойных пород 0,1 и 2 сортов по ГОСТ 8486—66 допускаются такие обзолы, чтобы пропиленная часть толщины  $a$  или ширины  $b$  доски не была менее  $5/6$  ее размера, т.е.  $\Delta = 1/6 a$ ,  $\beta = 1/6 b$ . Поэтому формулу (1) для определения граничного расстояния удобнее представить в виде

$$E_r = \frac{4a^2 + 11b^2}{24a} \quad (5)$$

Необходимо отметить, что входящие в формулу (5) значения толщины  $a$  и ширины  $b$  следует принимать с учетом припусков на усушку. Расчеты по формуле (5) показывают, что для центральных досок стандартных размеров граничное расстояние  $E_r$  во всех случаях превышает фактическое значение расхода ширины постава  $E$ . Из этого можно заключить, что и для центральных досок, так же как и для сердцевинных, допускаемый обзол следует ограничивать по кромке. Для боковых же досок ограничение допускаемого обзола может быть как по кромке, так и по пласти. Поэтому для таких досок необходимо сравнение текущего значения расхода ширины постава  $E$  с граничным расстоянием  $E_r$  с тем, чтобы правильно и в допустимых пределах по кромке ( $E \leq E_r$ ) или по пласти ( $E > E_r$ ) пиломатериалов регламентировать величину обзола. Принимая во внимание, что боковые доски, как правило, сравнительно нетолстые (16—32 мм) и неширокие (75—150 мм), то для этой сетки размеров, соответствующих требованиям ГОСТ 24454—80, по формуле (5) вычислены граничные расстояния  $E_r$ , которые представлены в табл. 1. В этой таблице также приведены значения  $\Delta = \frac{1}{3}(a + y)$ , которые необходимы для определения  $E_r$ , а также значения расчетных ширин  $b_p = b_{CT} + y - \beta = \frac{5}{6}(b_{CT} + y)$ , которые даны в скобках при соответствующих стандартных ширинах досок.

Влияние допускаемых обзолов на выход обрезных пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 8486—66 покажем на примерах, сведенных в табл. 2.

Сопоставление расхода ширины постава  $E$ , рассчитанных в табл. 2 поставов, с соответствующими граничными расстояниями  $E_r$  по табл. 1 указывает, что ограничение допускаемого обзола по пласти возможно только в крайних боковых досках, а в остальных досках допускаемый обзол ограничен по кромке.

Примеры из табл. 2 показывают, что использование допускаемых обзолов позволяет значительно повысить выход обрезных пиломатериалов: по первому поставу увеличение составляет 8,18 %, по второму — 7,4, по третьему — 4,47 %. Даже если учесть, что допускаемые обзолы можно использовать при выпилке половины этих досок, то и в этом случае выход обрезных пиломатериалов может быть повышен в среднем на 2—4 %. Следует подчеркнуть, что такое существенное увеличение выхода обрезных пиломатериалов достигается

Граничные расстояния  $E_r$  для обрезных хвойных пиломатериалов по ГОСТ 24454-80

Толщина доски $a$ , мм	Значение $2\Delta = \frac{1}{3}(a+y)$ , мм	Граничное расстояние $E_r$ при стандартной ширине боковой доски $b_{ст}$ , мм			
		75 ( $b_p = 64,5$ )	100 ( $b_p = 85,7$ )	125 ( $b_p = 107,0$ )	150 ( $b_p = 128,3$ )
16	5,5	167,8	294,6	458,0	656,7
19	6,5	143,0	250,4	388,8	557,1
22	7,5	124,4	217,2	336,7	482,0
25	8,6	110,4	192,0	297,2	425,1
32	11,0	88,5	152,3	234,5	334,5

без снижения качества пилопродукции, так как нормы допускаемых обзолов приняты применительно к высшим сортам досок по ГОСТ 8486-66.

В пилопродукции ряда других производств, в частности тарного, допускаются более значительные обзолы, чем в товарных обрезных пиломатериалах. Например, в деталях обрешетки дощатой по ГОСТ 12087-77 допускаются обзолы до  $2/3$  толщины и  $1/4$  ширины деталей. Если принять, что технология изготовления таких деталей включает раскрой бревен на необрезные доски, толщина которых равна толщине деталей, и раскрой получаемых досок на детали, то для определения граничного расстояния при выпилке из необрезной доски одной обрезной детали с допускаемыми обзолами можно использовать формулу (1). С учетом конкретных значений обзола по кромке  $\Delta = 2/3a$  и по пласти  $\beta = 1/4b$  эта формула примет вид

$$E_r = \frac{256a^2 + 63b^2}{384a}$$

При выпилке по той же технологии из необрезной доски двух или более деталей с обзолами (рис. 1, б) граничное расстояние определяется по следующей формуле:

$$E_r = \frac{64a^2 + 9b[b(4n-1) + 4s(n-1)]}{96a}$$

где  $a$  — толщина детали (доски) с припуском на усушку;  $b$  — ширина одной детали с припуском на усушку;  $n$  — количество деталей, выпиливаемых из пласти доски;  $s$  — ширина пропила при раскрое досок.

Для оценки влияния допускаемых обзолов на выход деталей обрешетки дощатой было рассчитано 40 схем раскроя бревен диаметром 12-26 см на необрезные доски и полученных досок на детали без обзолов и с допускаемыми обзолами. Расчет показал, что выход деталей обрешетки с нормируемыми обзолами в зависимости от диаметра бревен и схем раскроя превышает выход чистообрезных деталей на 3,09-13,54%. Это указывает на значительные резервы в производстве пилопродукции для тары, возрастающую потребность в которой испытывает и промышленность, и сельское хозяйство.

Выполненные теоретические исследования позволяют сделать вывод, что допускаемые обзолы, нормы которых заложены в соответствующих стандар-

**Примеры расчета поставок для распиловки бревен хвойных пород  
на получение обрезных досок с допускаемыми обзолами и чистообрезных досок**

Размерная характеристика бревен	Расход ширины постова Е, мм	Толщина (мм), ширина (мм), длина (м), количество (шт.), объем (м <sup>3</sup> ), выход (%) пиломатериалов при выпилке их	
		с допускаемыми обзолами	чистообрезными
d = 16 см		Постав: 19-32-32-32-19	
L = 5,0 м	33,0	32x150x5,0x1 = 0,02400	32x150x5,0x1 = 0,02400
c = 0,68 см/м	106,2	32x125x5,0x1 = 0,04000	32x125x4,0x2 = 0,03200
D = 19,4 см	152,6	19x75x4,0x2 = 0,01140	19x75x3,25x2 = 0,00926
V = 0,124 м <sup>3</sup>			0,07540
E <sub>кр</sub> = 140 мм	Итого	м <sup>3</sup> /%	60,81
			0,06526
			52,63
		Постав: I проход 19-125-19 II проход 19-32-60-32-19	
d = 18 см		Плать бруса составляет 126,1 мм	
L = 5,0 м	128,4	19x75x4,0x2 = 0,01140	19x75x3,5x2 = 0,00998
c = 0,74 см/м	174,8	60x125x5,0x1 = 0,03750	60x125x5,0x1 = 0,03750
D = 21,7 см	61,8	32x125x5,0x2 = 0,04000	32x125x4,0x2 = 0,03200
V = 0,156 м <sup>3</sup>	135,0	19x75x3,25x2 = 0,00926	19x75x2,5x2 = 0,00713
E <sub>кр</sub> = 159 мм	181,4		
	Итого	м <sup>3</sup> /%	0,09816
			62,92
			0,08661
			55,52
		Постав: I проход 19-25-175-25-19 II проход 25-32-32-75-32-32-25	
d = 28 см		Плать бруса составляет 215 мм	
L = 5,0 м	179,4	25x150x5,0x2 = 0,03750	25x150x4,5x2 = 0,03375
c = 1,04 см/м	258,2	19x100x3,25x2 = 0,01235	19x100x2,75x2 = 0,01045
	284,6	75x175x5,0x1 = 0,06563	75x175x5,0x1 = 0,06563
D = 33,2 см	77,3	32x175x5,0x2 = 0,05600	32x175x5,0x2 = 0,05600
	150,5	32x175x5,0x2 = 0,05600	32x175x4,25x2 = 0,04760
V = 0,37 м <sup>3</sup>	223,7	25x100x3,5x2 = 0,01750	25x100x3,0x2 = 0,01500
E <sub>кр</sub> = 249 мм	282,5		
	Итого	м <sup>3</sup> /%	0,24498
			66,21
			0,22843
			61,74

тах, обеспечивают существенное увеличение выхода пилопродукции без снижения ее качества и поэтому их необходимо более широко использовать на практике при решении вопросов наиболее эффективной переработки, обоснованного нормирования расхода и объективного планирования раскроя древесного сырья.