

мулы (17), определится по уравнению (19), а при заданном количестве досок их толщина определится по уравнению (20)

$$n = \frac{E_{\text{пр}} - E_0}{a + y + s}; \quad (19)$$

$$a = \frac{E_{\text{пр}} - E_0}{n} - (y + s). \quad (20)$$

При распиловке бревен крупных диаметров с брусовой, предусматривающей выпилку при первом проходе трех брусьев, раскрой боковых брусьев является частным случаем раскроя сегмента. При этом оптимальная ширина ( $b_0$ ) и оптимальная длина ( $l_0$ ) обрезных досок, получаемых из бруса, будут определяться по следующим формулам в зависимости от значения  $E$ :

при  $E < B_{\text{бр}}$

$$b_0 = h_6; \quad l_0 = L,$$

где  $B_{\text{бр}} = \sqrt{d^2 - (A + 2h_6)^2}$  — ширина пласти бокового бруса;  $h_6$  — толщина бокового бруса;

при  $B_6 < E < E_{\text{кр}}(c)$

$b_0$  — определяется по формуле (16), а  $l_0 = L$ ;

при  $E > E_{\text{кр}}(c)$

$b_0$  — определяется по формуле (11), а  $l_0$  — по формуле (13).

Проведенные исследования дают теоретическую основу для решения практических задач рационального раскроя сегментов и боковых брусьев при распиловке бревен развально-сегментным и брусово-сегментным способами или с брусовой, предусматривающей выпилку трех брусьев.

УДК 674.093.06

Н.А.БАТИН, докт.техн.наук (БТИ),  
В.Г.УЛАСОВЕЦ, инженер (СибНИИЛП)

## О ДОПОЛНЕНИЯХ К ГРАФИКУ-КВАДРАНТУ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСТАВОВ НА РАСПИЛОВКУ СЕГМЕНТА И БОКОВЫХ БРУСЬЕВ

Распиловка бревен крупных диаметров с брусовой, предусматривающей выпилку при первом проходе трех брусьев, а также развально-сегментным и брусово-сегментным способами может найти широкое применение в практике лесопильного производства Сибири и Дальнего Востока. Для

оценки рациональности применяемых поставов на распиловку сегментов и боковых брусьев необходимо иметь данные по их расчету: размерам и выходу получаемых пиломатериалов.

При расчете поставов на распиловку сегмента и боковых брусьев ширины пифагорической зоны и размеры обрезных досок, как это следует из теории раскроя, могут быть определены по следующим формулам:

$$e_{кр}(c) = \sqrt{(1,5r^2 - 0,5R^2) - 0,5(c^2 + c\sqrt{2(R^2 - r^2) + c^2})}; \quad (1)$$

$$b_0(c) = \sqrt{r^2 - e^2} - c; \quad (2)$$

$$l_0 = L; \quad (3)$$

$$b_0(c) = \frac{1}{3}(\sqrt{3(R^2 - e^2) - c^2} - 2c); \quad (4)$$

$$l_0(c) = \frac{2L}{9(R^2 - r^2)} [3(R^2 - e^2) - (c^2 + c\sqrt{3(R^2 - e^2) + c^2})], \quad (5)$$

где  $e_{кр}(c) = \frac{E_{кр}(c)}{2}$  — половина ширины пифагорической зоны сегмента, т.е. расстояние от оси симметрии сегмента до границы его пифагорической зоны;  $E_{кр}(c)$  — ширина пифагорической зоны сегмента;  $R, r$  — радиусы комлевого и вершинного торцев бревна;  $e$  — расстояние от центра торца бревна до рассматриваемой пласти доски;  $c = \frac{A}{2}$  — половина величины центральной вырезки при первом проходе;  $A$  — величина центральной вырезки при первом проходе;  $b_0(c), l_0(c)$  — оптимальные ширина и длина обрезных досок;  $L$  — длина бревна.

Оптимальные ширина и длина обрезных досок, выпиливаемых из сегмента при  $e \leq e_{кр}(c)$ , определяются соответственно по формулам (2) и (3), а при  $e > e_{кр}(c)$  — по формулам (4) и (5).

Аналитический расчет поставов по формулам (1)–(5) в производственных условиях затруднителен. В настоящей работе обосновываются и даются соответствующие дополнения к известному графику-квадранту, что позволяет решать эти задачи графическим способом.

Для определения  $E_{кр}$  распиливаемых бревен на имеющемся графике-квадранте нанесены ряд наклонных прямых, идущих вверх слева направо с отметками  $K = 1,1$ ;  $K = 1,2$ ;  $K = 1,3$  и  $K = 1,4$ . Эти прямые построены по уравнению

$$E_{кр} = d\sqrt{1,5 - 0,5K^2}, \quad (6)$$

где  $K = \frac{D}{d} = \frac{R}{r}$  — коэффициент сбega бревен.

Для аналогичного графического решения по определению  $e_{кр}(c)$  необходимо уравнение (1) привести к виду уравнения (6):

$$e_{кр}(c) = r\sqrt{1,5 - 0,5K_{расч}^2}, \quad (7)$$

где  $K_{расч}$  — расчетный коэффициент сбега сегмента или бокового бруса.  
Из равенства выражений (1) и (7) находим

$$K_{расч} = \sqrt{K^2 + \left(\frac{c}{r}\right)^2} \frac{c}{r} \sqrt{2(K^2 - 1) + \left(\frac{c}{r}\right)^2} \quad (8)$$

или

$$K_{расч} = \sqrt{K^2 + \gamma^2 + \gamma \sqrt{2(K^2 - 1) + \gamma^2}}, \quad (9)$$

где

$$\gamma = \frac{c}{r} = \frac{A}{d}.$$

По формуле (9) построен график (рис. 1), позволяющий находить значение  $K_{расч}$  по известным  $\gamma$  и  $K$ . Учитывая, что при  $A > 0$   $K_{расч}$  больше  $K$ , как это показывает график, то на графике-квадранте (рис. 2) дополнительно нанесены прямые с отметками  $K = 1,5$ ;  $K = 1,6$  и  $K = 1,7$ , которые аналогичны прямым, имеющим отметки  $K = 1,1$ ;  $K = 1,2$ ;  $K = 1,3$  и  $K = 1,4$ . Эти прямые дают возможность определять  $e_{Kp}(c)$  для любого значения  $r$  (или  $d$ ) по найденному  $K_{расч}$ .

Оптимальная ширина обрезной доски, выпиливаемой из параболической зоны бревна, определяется по формуле

$$b_0 = \sqrt{\frac{D^2 - E^2}{3}} = 0,577B, \quad (10)$$

т.е. путем умножения ширины пласти доски в комлевом торце бревна на коэффициент 0,577. Это дало возможность определять  $b_0$  по графику-квадранту. Сказанное указывает на практическую необходимость исследования возможности иметь аналогичную связь и при раскрое параболической зоны сегмента на обрезные доски. Тогда по аналогии с формулой (10) будем иметь

$$b_0(c) = a(\sqrt{R^2 - e^2} - c). \quad (11)$$

Из равенства формул (4) и (11) находим

$$a = \frac{\sqrt{3(R^2 - e^2)} - c^2 - 2c}{3\sqrt{R^2 - e^2} - c}. \quad (12)$$

Заменяя в формуле (12)  $\sqrt{R^2 - e^2} = \frac{B}{2}$  и зная, что  $2c = A$ , получим

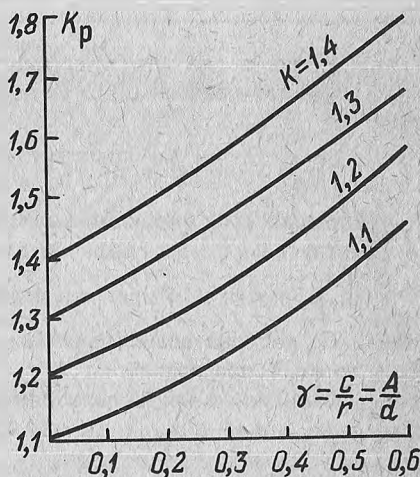


Рис. 1. График для определения  $K_p$ .

$$a = \frac{\sqrt{3 - \left(\frac{A}{B}\right)^2} - 2\left(\frac{A}{B}\right)}{3\left(1 - \frac{A}{B}\right)} \quad (13)$$

Приведем значение коэффициента  $a$ , подсчитанное по формуле (13), для различных отношений  $\frac{A}{B}$ .

$\frac{A}{B}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$a$	0,568	0,560	0,551	0,543	0,536

Значение  $a$  для практических расчетов с достаточной точностью может быть принято равным 0,55. Подставляя это значение  $a$  в формулу (11), получим

$$B_0(c) = 0,55 (\sqrt{R^2 - e^2} - c). \quad (14)$$

Формула (14) упрощает вычисления по определению  $B_0(c)$  и позволяет осуществить переход к графическому решению данной задачи.

По формуле (14) для различных значений  $c = \frac{A}{2}$  на график-квадрант (рис. 2) дополнительно нанесены прямые, идущие слева вверх направо. Эти прямые предназначены для определения оптимальных ширин досок  $b_0(c)$ , выпиливаемых из параболической зоны сегмента или бокового бруса. При этом значение  $b_0(c)$  (в мм) отложено на горизонтальной шкале № 2. Кроме того, на графике-квадранте (рис. 2) дана вертикальная шкала, распо-

ложенная справа для определения оптимальной ширины  $b_0 = \sqrt{\frac{D^2 - E^2}{3}}$  об-  
разных досок, выпиливаемых из параболической зоны бревна. Эта шкала заменила имевшуюся на известном графике-квадранте прямую с отметкой  $b_0$  [1]. На графике нанесены четверти концентрических окружностей с отметками от 8 до 50, которые в зависимости от толщины распиливаемых бревен можно принимать за диаметры или радиусы торцевых сечений бревен.

Если считать, что цифрами от 8 до 50 обозначены диаметры окружностей (в см), то в этом случае отложенные численные значения на горизонтальной шкале № 1 будут соответствовать величине  $E = 2e$  (в мм); на вертикальной шкале, расположенной слева, — величине  $b = \sqrt{d^2 - E^2}$  (мм) и на верти-

кальной шкале, расположенной справа, — величине  $b_0 = \sqrt{\frac{D^2 - E^2}{3}}$  (в мм).

Если считать, что цифрами от 8 до 50 обозначены радиусы окружностей (в см), то в этом случае отложенные численные значения на горизонтальной шкале № 1 будут соответствовать величине  $e$  (в мм), на горизонтальной шкале № 2 — величине  $b_0(c) = 0,55 (\sqrt{R^2 - e^2} - c)$  (в мм), на верти-

кальной шкале, расположенной слева, — величине  $\frac{b}{2} = \sqrt{r^2 - e^2}$  в мм и на вертикальной шкале, расположенной справа, — величине  $\frac{b_0}{2} = \sqrt{\frac{R^2 - e^2}{3}}$ .

Предлагаемый график-квадрант с дополнениями (рис. 2) предназначен для расчета поставов на распиловку бревен диаметром от 8 до 100 см вразвал и с брусковой, сегментов и боковых брусьев.

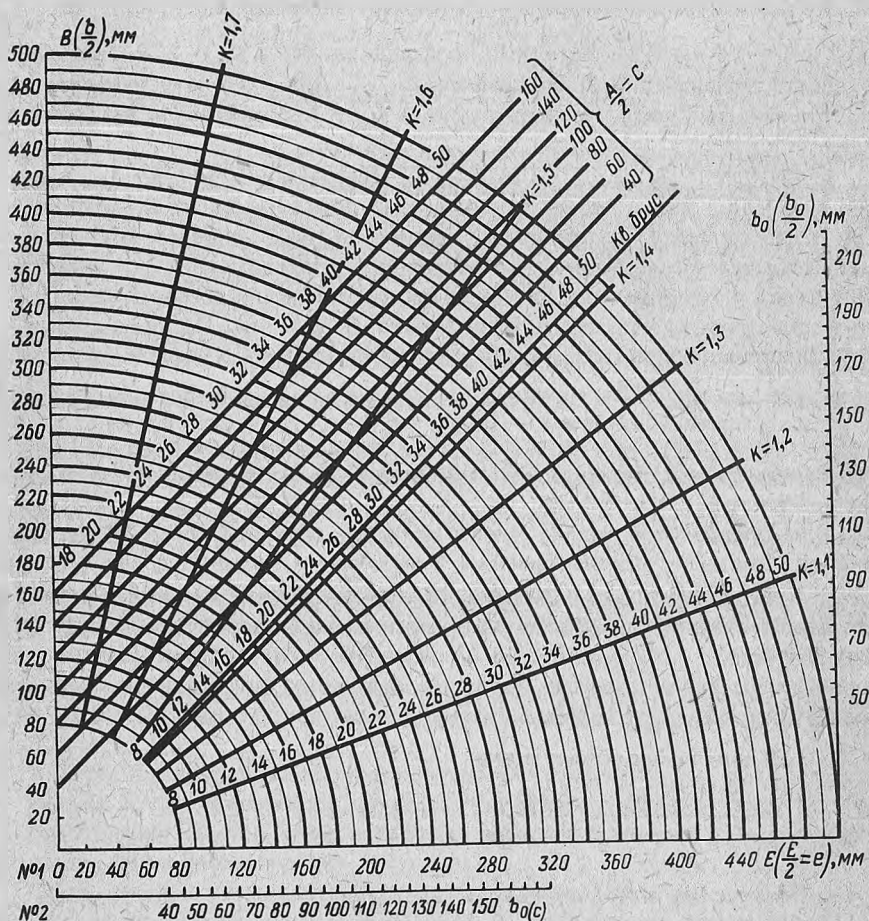


Рис. 2. График-квадрант.

Отметим, что порядок определения по графику размеров обрезных досок, выпиливаемых из пифагорической зоны сегмента, как это следует из формулы (2), аналогичен расчету поставов на распиловку бревен, описанному в работе [1], и не требует особых пояснений.

Пользование графиком-квадрантом (рис. 2) для определения  $e_{кр}(c)$  и оптимальных размеров обрезных досок, выпиливаемых из параболической зоны сегмента, проследим на следующем примере.

**Пример.** Определить  $e_{кр(c)}$  и оптимальные размеры (ширину и длину) обрезных досок, выпиливаемых из сегмента, если дано: размеры бревна  $d = 70$  см;  $L = 5,0$  м;  $D = 84$  см; сбег  $s = 2,8$  см/м;  $K = \frac{D}{d} = 1,2$ ; размеры вырезки  $A = 2c = 140$  мм, т.е.  $\frac{A}{d} = \frac{c}{r} = 0,2$ ; расстояние от центра постава до внешней пласти рассматриваемой доски  $e = 300$  мм.

**Решение.** Определение  $e_{кр(c)}$ . Пользуясь графиком (рис. 1), по  $\frac{A}{d} = 0,2$  и  $K = 1,2$  находим расчетный коэффициент сбега  $K_p = 1,29$ . Зная  $K_p = 1,29$ , по графику (рис. 2) определяем  $e_{кр(c)}$ . Для этого на окружности  $r = 35$  см находим точку, соответствующую  $K_p = 1,29$ , сносим ее на горизонтальную шкалу № 1 и находим  $e_{кр(c)} = 285$  мм.

Определение  $b_{0(c)}$  и  $l$ . Отметим, что в решаемом примере  $e > e_{кр(c)}$ , так как  $300 > 285$ . Следовательно, данная доска находится в параболической зоне сегмента, оптимальная ширина которой определяется следующим образом. На горизонтальной шкале № 1 находим точку со значением  $e = 300$  мм и поднимаемся от нее вверх по вертикали до пересечения с окружностью радиуса комлевого торца бревна  $R = 42$  см. Из точки пересечения проводим горизонтальную прямую до пересечения с наклонной прямой, имеющей значение  $\frac{A}{2} = c = 70$  мм, и опускаемся вертикально вниз до пересечения с горизонтальной шкалой № 2, где и находим значение  $b_{0(c)} = 123$  мм. Принимаем стандартную ширину этой доски 125 мм, а с припуском на усушку ширина ее будет 128,4 мм.

Для определения длины доски находим расчетный радиус торцевого сечения бревна  $r_p$ , обеспечивающий получение из сегмента доски шириной  $b_{0(c)} = 128,4$  мм при  $e = 300$  мм. На горизонтальной шкале № 1 находим точку со значением  $e = 300$  мм, а на вертикальной шкале слева точку, соответствующую  $b = b_{0(c)} + c = 128,4 + 70 = 198,4$  мм. Из этих точек проводим перпендикуляры к шкалам. Точка пересечения перпендикуляров и укажет расчетный радиус  $r_p = 36,0$  см.

Тогда длина доски будет равна

$$l = \frac{2(R - r_p)}{s} = \frac{2(42 - 36)}{2,8} = 4,28 \text{ м.}$$

Стандартная длина этой доски будет  $l_{ст} = 4,25$  м.

Дополнения, сделанные к графику-квадранту, позволяют в простой и наглядной форме вести расчет поставов на распиловку бревен крупных диаметров и определять оптимальные размеры обрезных досок, выпиливаемых из сегмента и бокового бруса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б а т и н Н.А., Л а х т а н о в А.Г., Б р у е в и ч Ю.А. Практические графики и вспомогательные таблицы для составления и расчета поставов на распиловку бревен. — М.: Лесная пром-сть, 1966. — 104 с.