

Н. А. БАТИН

ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ БРЕВЕН НА ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

По ГОСТ 9463—60 в пиловочных бревнах хвойных пород допускается односторонняя кривизна в значительных размерах, а именно: в бревнах толщиной менее 26 см первого и второго сортов до 1% и третьего сорта до 1,5%; в бревнах толщиной 26 см и более первого и второго сортов до 1,5% и третьего сорта до 2% длины бревна.

При длине бревна 6 м стрела прогиба соответственно допускается 6, 9 и 12 см.

Влияние такой кривизны на изменение размеров досок и полезный выход значительно.

По данным профессора А. Н. Песоцкого [3], выход досок в зависимости от характера и степени кривизны снижается на 8—26%.

Дальнейшее исследование и уточнение влияния кривизны бревен на выход и изменение размеров досок является важным вопросом в системе мероприятий, направленных на улучшение раскроя сырья.

Необходимо отметить, что этим вопросам уделяется значительное внимание и за рубежом.

Так, например, в Финляндии были проведены специальные исследования по определению допустимой кривизны в пиловочных бревнах и потерь, которые вызывает кривизна при выработке пиломатериалов. Такие научные исследования были проведены на 17 лесопильных заводах [2].

Распиловка кривых бревен

Распиловка кривых бревен производится или кривизной вбок или кривизной вниз.

Положение кривизны бревен при их распиловке будет оказывать влияние на размеры и форму необрезных досок.

Поэтому раскрой необрезных досок на обрезные пиломатериалы был рассмотрен отдельно для случаев, когда бревна распиливаются кривизной вбок и когда они распиливаются кривизной вниз. Проведенные теоретические исследования раскроя необрезных досок, полученных от распиловки кривых бревен, на длинномерные обрезные доски максимального объема позволили установить оптимальные их размеры в зависимости от стрелы прогиба бревен (f), их коэффициента сбега ($\frac{D}{d}$) и положения досок в поставе. Это дало возможность построить графики оптимальной ширины и длины обрезных досок.

Такие графики для $\frac{D}{d} = 1,2$ и $f = 0,3d$ приводятся на рис. 1 *а, б*, где кривая 1 (сплошная линия) отражает изменение оптимальной ширины, а кривая 2 (пунктирная линия) — изменение оптимальной длины обрезных досок.

При построении указанных кривых на оси абсцисс отложены значения e , т. е. расстояния от центра торцового сечения по середине бревна до рассматриваемой пласти доски в долях радиуса вершинного торца (r), а по оси ординат для кривой 1 — оптимальная ширина обрезной доски (b_0) в долях диаметра вершинного торца (d) и для кривой 2 — оптимальная длина обрезной доски (l_0) в долях длины бревна (L).

Графики наглядно показывают изменение оптимальной ширины и длины обрезных досок в зависимости от местоположения их в поставе.

На этих графиках (рис. 1 *а, б*) по кривым 1 и 2 построена кривая 3 (пунктирная линия с точками) приведенной ширины обрезных досок. Под приведенной шириной данной обрезной доски понимается такая ширина условно принятой доски длиной, равной длине бревна (L), объем которой равен объему данной обрезной доски фактических размеров, т. е.

$$a_0 b_0 l_0 = a_0 b_{np} \cdot L,$$

где a_0, b_0, l_0 — соответственно толщина, ширина и длина на данной обрезной доске,

$b_{пр}$ — приведенная ширина этой доски,

L — длина бревна.

Следовательно,

$$b_{пр} = b_0 \cdot \frac{l_0}{L}. \quad (1)$$

По формуле (1) и построена кривая 3.

Площадь, ограниченную кривой 3, назовем приведенной площадью ($F_{пр}$). Тогда приведенный объем бревна определится

$$Q_{пр} = F_{пр} \cdot L. \quad (2)$$

Приведенная площадь ($F_{пр}$) определяется по формуле трапеции и значение ее дается в табл. 1.

На рис. 1, в дается аналогичный график для прямых бревен, т. е. когда $f = 0$.

Для выявления степени влияния кривизны бревен на изменение оптимальной ширины и длины обрезных досок необходимо эти графики сопоставить.

Такое сопоставление графиков оптимальной ширины и оптимальной длины обрезных досок дается на рис. 2 и 3.

Из сопоставления графиков вытекают следующие выводы:

1. При распиловке бревен кривизной вбок наибольшее влияние кривизна бревен оказывает на уменьшение длины обрезных досок. При этом, как следует из рис. 1, а и 3, правая часть постова дает обрезные доски полной длины, а левая — сильно укороченные.

Относительное уменьшение средней оптимальной длины обрезных досок (ϵ_1) из-за кривизны бревен дается на рис. 4. Средняя длина обрезных досок, полученных при распиловке прямых бревен, принята за единицу.

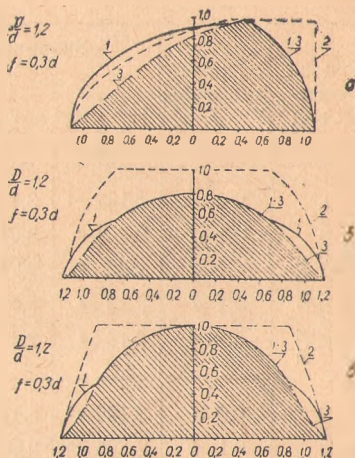


Рис. 1. Графики оптимальной длины, оптимальной и приведенной ширины обрезных досок:

а) распиловка бревен кривизной вбок; б) распиловка бревен кривизной вниз

Установленная зависимость уменьшения ширины обрезаемых досок из-за кривизны бревен подтверждается специальными финскими опытными распиловками (2).

Таблица 1

Способ распиловки	Стрела кривизны f	Значение приведенной площади ($F_{пр}$) при $\frac{D}{d}$				
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Распиловка бревен кривизной вбок	0,0	3,142 r^2	3,177 r^2	3,248 r^2	3,346 r^2	3,47 r^2
	0,1 d	2,82 r^2	3,01 r^2	3,20 r^2	3,346 r^2	3,47 r^2
	0,2 d	2,56 r^2	2,79 r^2	3,012 r^2	3,22 r^2	3,42 r^2
	0,3 d	2,33 r^2	2,58 r^2	2,828 r^2	3,055 r^2	3,276 r^2
	0,4 d	2,15 r^2	2,40 r^2	2,65 r^2	2,875 r^2	3,11 r^2
Распиловка бревен кривизной вниз	0,0 d	3,142 r^2	3,177 r^2	3,248 r^2	3,346 r^2	3,47 r^2
	0,1 d	2,725 r^2	2,995 r^2	3,182 r^2	3,346 r^2	3,47 r^2
	0,2 d	2,350 r^2	2,636 r^2	2,875 r^2	3,313 r^2	3,328 r^2
	0,3 d	2,008 r^2	2,281 r^2	2,564 r^2	2,829 r^2	3,089 r^2
	0,4 d	—	—	2,288 r^2	2,582 r^2	2,875 r^2

Влияние кривизны бревен на оптимальную ширину досок незначительно.

При этом из правой части постава (согласно рис. 2) будут получаться обрезаемые доски несколько большей ширины, а из левой части — несколько суженные. В среднем одно будет компенсировать другое.

Поэтому вывод профессора А. Н. Песоцкого [3] о том, что «при распиловке кривых бревен с расположением кривизны вбок мы будем получать из одной половины постава доски нормальной расчетной ширины, а из другой половины — сильно суженные», является не вполне правильным.

2. При распиловке бревен кривизной вниз сильно снижается ширина обрезаемых досок.

Относительное уменьшение средней оптимальной ширины обрезаемых досок (ϵ_2) из-за кривизны бревен показывает рис. 5.

Средняя ширина обрезных досок, полученных при распиловке прямых бревен, принята за единицу.

Влияние кривизны бревен на длину обрезных досок очень мало.

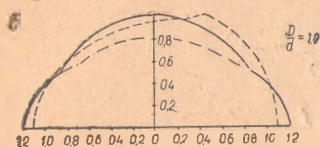


Рис. 2. Сопоставление графиков оптимальной ширины обрезных досок:

— стрела прогиба $f = 0$;
 - - - - стрела прогиба $f = 0,3$ d (распиловка кривизной вбок);
 · - · - · - стрела прогиба $f = 0,3$ d (распиловка кривизной вниз)

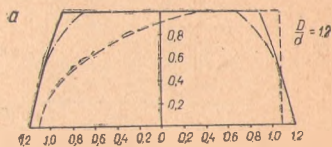


Рис. 3. Сопоставление графиков оптимальной длины обрезных досок:

— стрела прогиба $f = 0$;
 - - - - стрела прогиба $f = 0,3$ d (распиловка кривизной вбок);
 · - · - · - стрела прогиба $f = 0,3$ d (распиловка кривизной вниз)

Влияние кривизны бревен на удельный расход сырья и на уменьшение полезного выхода определится из со-

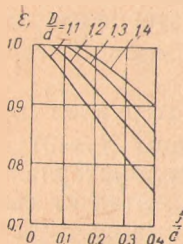


Рис. 4. Относительное уменьшение средней оптимальной длины обрезных досок в зависимости от кривизны и коэффициента сбега бревен

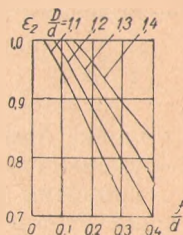


Рис. 5. Относительное уменьшение средней оптимальной ширины обрезных досок в зависимости от кривизны и коэффициента сбега бревен

поставления приведенных площадей по следующим формулам:

$$P = \frac{F_{\text{пр}}(0)}{F_{\text{пр}}(f)}; \quad (3)$$

$$\varphi = \frac{F_{\text{пр}}(f)}{F_{\text{пр}}(0)} \cdot 100\%; \quad (4)$$

$$\eta_f = \frac{F_{\text{пр}}(f)}{F_{\text{пр}}(0)} \cdot \eta_{(0)}; \quad (5)$$

$$\beta = \frac{F_{\text{пр}}(0) - F_{\text{пр}}(f)}{F_{\text{пр}}(0)} \cdot \eta_{(0)}, \quad (6)$$

где P — относительное изменение удельного расхода сырья на 1 м^3 пиломатериалов. При этом удельный расход сырья при распиловке бревен без кривизны ($f = 0$) принят за единицу;
 $F_{\text{пр}}(0)$ — приведенная площадь для бревен без кривизны ($f = 0$);

$F_{\text{пр}}(f)$ — приведенная площадь для кривых бревен, имеющих стрелу прогиба f ;

φ — относительное изменение полезного выхода пиломатериалов. При этом полезный выход пиломатериалов для бревен без кривизны ($f = 0$) принят за 100% ;

η_f — полезный выход пиломатериалов при распиловке кривых бревен, имеющих стрелу прогиба f ;

$\eta_{(0)}$ — полезный выход пиломатериалов при распиловке бревен без кривизны ($f = 0$);

β — уменьшение выхода пиломатериалов из-за кривизны бревен в процентах от сырья.

Значения P , φ и β , подсчитанные соответственно по формулам (3), (4) и (6), даются в табл. 2.

При этом значение η_0 , входящее в формулу (6), принято для бревен цилиндрической формы $\left(\frac{D}{d} = 1\right)$ — 74% , а для бревен, имеющих коэффициент сбега $\frac{D}{d}$, равный 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4, соответственно — 91,5, 84,8, 79,2, 74,6% от выхода пиломатериалов из цилиндрических бревен.

По данным табл. 2, построены графики (рис. 6 и 7), показывающие изменение P и β в зависимости от f и $\frac{D}{d}$.

Таблица 2

Спосо- б рас- пилов- ки	$\frac{D}{d} = 1,0$			$\frac{D}{d} = 1,1$			$\frac{D}{d} = 1,2$			$\frac{D}{d} = 1,3$			$\frac{D}{d} = 1,4$		
	P	φ, %	β, %	P	φ, %	β, %	P	φ, %	β, %	P	φ, %	β, %	P	φ, %	β, %
Стре- ла кри- визны f															
0,0	1,0	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0
0,1 d	1,115	89,7	7,6	1,055	94,8	3,5	1,015	98,5	0,9	1,0	100	0	1,0	100	0
0,2 d	1,23	81,5	13,7	1,14	87,8	8,2	1,08	92,7	4,6	1,04	96,2	2,2	1,015	98,5	0,8
0,3 d	1,35	74,2	19,1	1,235	81,2	12,7	1,15	87,2	8,2	1,10	91,3	5,1	1,06	94,4	3,1
0,4 d	1,46	68,5	23,3	1,325	75,5	16,6	1,225	81,6	11,8	1,165	85,9	8,3	1,115	89,7	5,7
0,0	1,00	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0	1,0	100	0
0,1 d	1,15	86,7	9,8	1,06	94,3	3,8	1,02	98,1	1,2	1,0	100	0	1,0	100	0
0,2 d	1,34	74,8	18,6	1,205	83,0	11,5	1,13	88,5	7,2	1,075	93,1	4,05	1,043	95,8	2,3
0,3 d	1,57	63,7	26,9	1,39	72,0	18,9	1,267	79,0	13,2	1,18	84,2	9,3	1,123	89,0	6,1
0,4 d	—	—	—	—	—	—	1,42	70,5	18,5	1,295	77,2	13,4	1,205	82,9	9,5

Графики (рис. 6 и 7) дают наглядное представление об изменении P и β не только в зависимости от f и $\frac{D}{d}$, но и в зависимости от способа заправки бревна в лесопильную раму, так как сплошные линии на указанных графиках относятся к распиловке бревен кривизной вбок, а пунктирные — к распиловке бревен кривизной вниз.

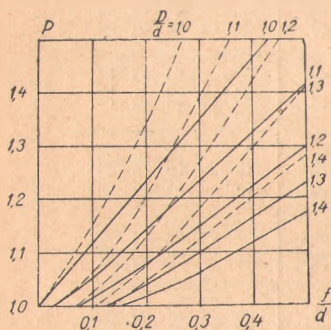


Рис. 6. Влияние кривизны бревен на увеличение удельного расхода сырья при распиловке бревен на пиломатериалы:
 ————— распиловка бревен кривизной вбок;
 - - - - - распиловка бревен кривизной вниз

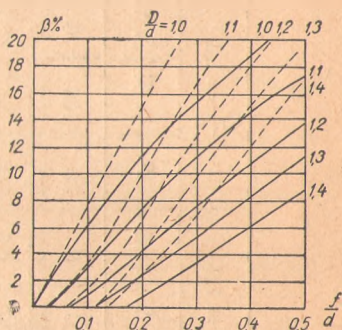


Рис. 7. Влияние кривизны бревен на уменьшение выхода пиломатериалов:
 ————— распиловка кривизной вбок;
 - - - - - распиловка кривизной вниз

Графики (рис. 6 и 7) отражают общее решение исследуемого вопроса и позволяют переходить к частным решениям, т. е. к заданным условиям.

Так, например, требуется установить влияние кривизны бревен на уменьшение полезного выхода (β) для бревен длиной 6 м, диаметром $d = 16; 20; 24; 28; 32$ см и сбеге соответственно 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,15 см/м.

Для заданных условий по графику (рис. 7) в зависимости от f легко находится значение β . По найденным значениям β построен график (рис. 8), показывающий снижение полезного выхода из-за кривизны бревен для заданных условий.

Сплошные линии относятся к распиловке бревен кривизной вбок, а пунктирные — к распиловке бревен кривизной вниз.

График (рис. 8), отражающий снижение выхода обрезаемых досок в зависимости от кривизны бревен в основном подтверждает выводы профессора А. Н. Песоцкого, который указывал, «что уменьшение выхода, вызываемое кривизной, растет по закону прямой линии» [3].

Однако снижение выхода досок из-за кривизны бревен по графику (рис. 8) значительно меньше, чем по соответствующему графику профессора А. Н. Песоцкого [3].

Данные, приводимые в табл. 2, и графики (рис. 6, 7 и 8) позволяют сделать следующие выводы:

1. Для оценки влияния кривизны бревен на уменьшение выхода пиломатериалов необходимо стрелу прогиба выражать в долях диаметра бревен.

2. С увеличением стрелы прогиба резко увеличивается удельный расход сырья на единицу вырабатываемой продукции, т. е. резко снижается полезный выход пиломатериалов.

С увеличением коэффициента сбега бревен ($K = \frac{D}{d}$) влияние кривизны на снижение выхода уменьшается.

3. Допускаемая кривизна в пиловочных бревнах хвойных пород по ГОСТ 9463—60 установлена для бревен толщиной менее 26 см и толщиной более 26 см в зависимости от длины и сорта бревен.

Следовательно, указанная кривизна не достаточно увязывается с диаметром и сбегом бревна.

Поэтому установленная ГОСТ 9463—60 допускаемая стрела прогиба будет оказывать для различных бревен различное влияние на выход пиломатериалов. Например, для бревен диаметром 26 см и 40 см, длиной 6 м для III сорта допускается стрела прогиба $f = 12$ см, что будет соответствовать 0,46 d и 0,3 d . Если при-

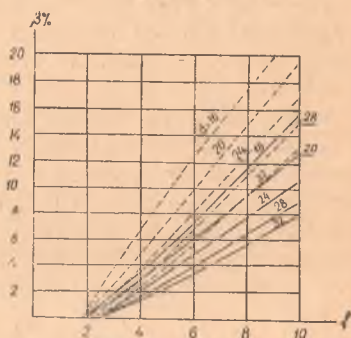


Рис. 8. Влияние кривизны бревен на уменьшение выхода пиломатериалов:
 ———— распиловка бревен кривизной вверх;
 - - - - распиловка бревен кривизной вниз

нять сбег этих бревен соответственно $1,0 \text{ см/м}$ ($\frac{D}{d} = 1,23$) и $1,35 \text{ см/м}$ ($\frac{D}{d} = 1,2$) и распиловку их кривизной вбок, то снижение выхода пиломатериалов из-за кривизны, найденное по графику (рис. 7), будет: для бревен $d = 26 \text{ см}$ — 13% и для бревен $d = 40 \text{ см}$ — 8,0%.

Из этого следует, что допускаемую стрелу прогиба в кривых бревнах необходимо нормировать из условия предельного снижения выхода пиломатериалов из-за кривизны.

Если принять предельное снижение выхода обрезных досок из-за кривизны при распиловке бревен кривизной вбок для бревен I и II сортов — 5%, а для бревен III сорта — 10%, то для этих условий допускаемая стрела прогиба, найденная по графику (рис. 7), будет иметь следующее значение:

для бревен I и II сортов

$$f_{(1,2)} = (D - d) \text{ см}; \quad (7)$$

для бревен III сорта

$$f_{(3)} = (D - d) + 0,15d \text{ см}. \quad (8)$$

4. При распиловке бревен вразвал кривизной вниз снижение выхода длиномерных обрезных досок больше, чем при распиловке бревен кривизной вбок.

5. С уменьшением диаметра распиливаемых бревен при данной кривизне f потеря полезного выхода обрезных досок увеличивается.

6. При распиловке бревен с брусковой при первом проходе надо бревно распиливать кривизной вниз с тем, чтобы обеспечить распиловку бруса кривизной вбок.

7. Учитывая, что при распиловке бревен с брусковой бревно на первой раме пропускается кривизной вниз, а следовательно, на второй раме брус распиливается кривизной вбок, то все сделанные выводы для распиловки бревен вразвал кривизной вбок относятся и к распиловке бревен с брусковой.

8. Установленная зависимость увеличения удельного расхода сырья при распиловке бревен на пиломатериалы из-за кривизны подтверждается данными специальных финских исследований о влиянии кривизны бревен на выход пиломатериалов [2].

Это видно из приведенной табл. 3, где дается сравнение увеличения удельного расхода сырья по финским исследованиям и графику (рис. 6).

9. Бревна, имеющие значительную кривизну, следует отсортировать и перед распиловкой, если это позволяют условия и требования к длине, раскряжевывать по длине или распиливать их вразвал кривизной вниз с последующим раскромом кривых досок на заготовки. Это позволит уменьшить или даже свести на нет влияние кривизны на снижение выхода, лучше использовать зону сбегания и тем самым значительно повысить полезный выход пилопродукции без усложнения технологического процесса в лесопильном цехе.

Это подтверждается на примере сравнения следующих трех схем раскромки:

1. Распиловка кривых бревен вразвал кривизной вниз и раскромки кривых необрезных досок на заготовки.

2. Распиловка кривых бревен вразвал кривизной вниз и раскромки кривых необрезных досок на длинномерные обрезные доски.

3. Распиловка кривых бревен вразвал кривизной вбок и раскромки получающихся необрезных досок на длинномерные обрезные доски.

Относительное увеличение выхода обрезных пиломатериалов по первой схеме при раскромке кривых необрезных досок пополам по сравнению с выходом обрезных досок по второй схеме раскромки отражает рис. 9, а по сравнению с выходом обрезных досок по третьей схеме раскромки отражает рис. 10.

Графики (рис. 9 и 10) построены по формуле

$$P_0 = \frac{P_1}{P_2} \cdot \eta,$$

где P_1 и P_2 берутся по графику (рис. 6). При этом P_1 , соответствующее стреле прогиба бревна $\left(\frac{f}{d}\right)$, берется для построения графика (рис. 9) по пунктирным кривым, а для построения графика (рис. 10) — по сплошным кривым.

Значение P_2 , соответствующее стреле прогиба

$$f_2 = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{f}{d}\right) \cdot \frac{K+3}{K+1},$$

берется по пунктирным кривым $\left(K = \frac{D}{d}\right)$;

Таблица 3

сорт		Характеристика бревен			Количество бревен	Удельный расход сырья, фут ³ станд.	Относительное изменение удельного расхода сырья $P_{от}$	Значение P по графику (рис. 6) при распилке бревен кризисной воюк	Разница $P_{от}-P$	
		d , см	$\frac{D}{d}$	средняя кривизна						
				в см						в долях d
I	23,2	1,14	1,3	0,056	28	223	1,0	0		
	23,1	1,14	3,7	0,16	15	244	244 : 223 = 1,095	+0,01		
	23,0	1,13	5,4	0,235	15	261	261 : 223 = 1,17	+0,015		
	23,2	1,12	8,4	0,36	5	280	280 : 223 = 1,255	-0,015		
	23,1	1,15	1,0	0,043	52	218	1,0	0		
II	23,0	1,15	3,5	0,152	38	229	229 : 218 = 1,05	-0,025		
	23,2	1,16	5,4	0,233	32	243	243 : 218 = 1,115	-0,015		
	23,0	1,17	7,8	0,34	35	266	266 : 218 = 1,22	+0,01		
	23,1	1,17	0,8	0,035	43	215	1,0	0		
	23,0	1,18	3,4	0,147	27	227	227 : 215 = 1,045	-0,01		
I	23,2	1,15	5,4	0,233	12	247	247 : 215 = 1,135	-0,005		
	23,1	1,17	8,1	0,35	22	271	271 : 215 = 1,26	+0,045		
	19,5	1,15	1,1	0,056	25	224	1,0	0		
	19,2	1,17	3,5	0,182	17	243	243 : 224 = 1,085	0		
	19,6	1,18	6,6	0,337	11	256	256 : 224 = 1,14	-0,005		
II	19,5	1,16	1,1	0,056	64	231	1,00	0		
	19,6	1,17	5,3	0,27	31	248	248 : 231 = 1,07	-0,08		
	19,6	1,18	8,1	0,414	26	289	289 : 231 = 1,25	-0,015		
	19,3	1,18	0,9	0,047	60	216	1,00	0		
	19,5	1,2	3,4	0,174	46	222	222 : 216 = 1,03	-0,03		
III	19,5	1,2	5,5	0,282	30	247	247 : 216 = 1,14	+0,005		
	19,3	1,21	8,3	0,43	26	274	274 : 216 = 1,27	+0,02		

η — относительное изменение выхода пиломатериалов из прямых бревен при раскросе необрезных досок на заготовки по сравнению с выходом при раскросе необрезной доски на одну оптимальной длины обрезную доску берется из работы [1] по кривой для развала бревен графика 5.

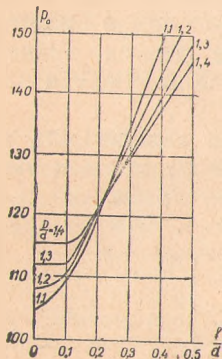


Рис. 9. Относительное увеличение выхода обрезных пиломатериалов по первой схеме при раскросе кривых необрезных досок пополам по сравнению с выходом обрезных досок по второй схеме

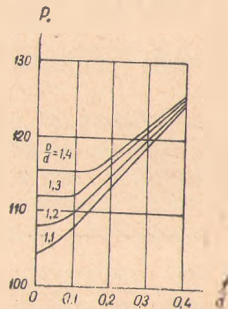


Рис. 10. Относительное увеличение выхода обрезных пиломатериалов по первой схеме при раскросе кривых необрезных досок пополам по сравнению с выходом обрезных досок по третьей схеме

Следовательно, графики (рис. 9 и 10) отражают совместное влияние кривизны и сбега бревен на увеличение выхода заготовок по сравнению с выходом длинномерных досок. Они наглядно показывают эффективность распиловки кривых бревен вразвал кривизной вниз при раскросе получающихся кривых необрезных досок на заготовки.

При раскросе кривых необрезных досок на большее число заготовок выход будет еще больше. Так, например, при раскросе на 3 и 4 заготовки показатели графиков (рис. 9 и 10) следует умножить на коэффициенты, приведенные в табл. 4.

Установленная зависимость относительного увеличения выхода обрезных пиломатериалов при раскросе кривых необрезных досок по сравнению с выходом длиномерных обрезных досок подтверждается опытными данными Ф. Л. Фишкиной.

Таблица 4

$K = \frac{D}{d}$	1,1	1,2	1,3	1,4
$n = 3$	1,02	1,03	1,04	1,05
$n = 4$	1,025	1,045	1,06	1,07

Это видно из табл. 5, где дается значение P_0

по опытным данным Ф. Л. Фишкиной и графику (рис. 9).

Установленная количественная зависимость влияния кривизны бревен на оптимальные размеры и выход пиломатериалов позволяет наиболее правильно и обоснованно

Таблица 5

Размерная характеристика бревен							Относительный выход обрезных пиломатериалов при раскросе кривых необрезных досок по длине пополам к выходу длиномерных обрезных досок в % (P_0)	
d , см	L , м	Сбег, см/м	$\frac{D}{d}$	Кривизна к длине бревна, %	Стрелка прогиба (f), см	$\frac{f}{d}$	по опытным данным Ф. Л. Фишкиной [4]	по графику (рис. 9)
14	6,0	0,98	1,42	1,01	6,06	0,433	140	139,5
18	6,0	1,01	1,34	1,05	6,3	0,35	133	134
24	6,0	0,99	1,25	1,15	6,9	0,287	129	129,5

ванно нормировать расход сырья и устанавливать наивыгоднейшую технологию раскроса, обеспечивающую наибольший выход пилопродукции.

Литература

1. Н. А. Батин. Влияние коэффициента сбega бревен на объемный выход пиломатериалов. «Лесной журнал», 1958, № 5.
2. Г. Н. Белокурский. Вопросы лесопиления на зарубежных предприятиях (по материалам иностранной печати). М., 1959.
3. А. Н. Песочкий. Лесопильно-строгальное производство. М., 1949.
4. Ф. Л. Фишкина. Исследование раскроса необрезных досок. Автореферат. М., 1954.