

674.023.1  
5-28

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ имени С. М. КИРОВА

---

Н. А. БАТИН

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

## А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Работа выполнена на кафедре лесопиления и проектирования дерево-обрабатывающих производств Белорусского технологического института имени С. М. Кирова.

Экспериментальные работы проводились на деревообрабатывающих комбинатах СЛХ БССР (Борисовском, Бобруйском и Мостовском).

Автореферат разослан . . . . . 1965 г.

Защита состоится . . . . . 1965 г.



ЛЕНИНГРАД  
1 9 6 5

674.023.1

Б-28

## ВВЕДЕНИЕ



Последовательно и настойчиво борются трудящиеся нашей страны за претворение в жизнь великого плана построения коммунизма, принятого на XXII съезде Коммунистической партии Советского Союза.

Главная экономическая задача партии и советского народа, подчеркивается в Программе КПСС, состоит в том, чтобы в течение двух десятилетий создать материально-техническую базу коммунизма.

В борьбу за создание материально-технической базы коммунизма вносят свой достойный вклад и работники лесопильно-деревообрабатывающей промышленности. Среди лесопильщиков широко развернулось социалистическое соревнование за перевыполнение годовых планов по выпуску пиломатериалов каждым рамным потоком, за повышение производительности труда, за лучшее использование древесины.

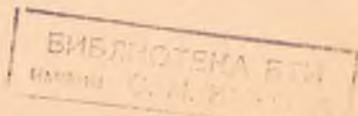
Лесопильное производство — крупнейшая отрасль промышленности, перерабатывающая около 50% всей деловой древесины, потребляемой в стране. Нет, пожалуй, отрасли народного хозяйства, где бы не находили широкого применения пиломатериалы.

По объему вывозки леса и производству пиломатериалов наша страна занимает первое место в мире.

За годы Советской власти лесопильная промышленность СССР превратилась в крупное механизированное производство, а объем ее продукции вырос с 14,2 млн. м<sup>3</sup> в 1913 году до 81,3 млн. м<sup>3</sup> в 1962 году, т. е. примерно в 5,7 раза. В 1965 году объем производства пиломатериалов намечается 92—95 млн. м<sup>3</sup>.

При таких огромных размерах производства пиломатериалов рациональный раскрой пиловочного сырья в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности приобретает исключительно важное значение. Достаточно сказать, что только один процент увеличения выхода пиломатериалов в процессе раскроя при современном объеме производства их даст нашей Родине примерно 1,3 млн. м<sup>3</sup> пилопродукции. Это в оптовых ценах будет составлять в среднем около 30 млн. рублей.

2459 ар.



Для производства такого количества пиломатериалов потребовалось бы вырубить лес на площади около 16 тысяч га. А ведь малейшее ослабление внимания к вопросам рационального раскроя сырья неминуемо приведет к значительному уменьшению выхода основной продукции — пиломатериалов и к увеличению отходов в виде горбылей, расек и обрезков. Необходимо отметить, что это снижение выхода пиломатериалов идет за счет периферийной зоны бревен, т. е. за счет наиболее качественной части древесины.

Увеличение полезного выхода пиломатериалов оказывает существенное влияние и на снижение их себестоимости, так как в себестоимости пиломатериалов почти 75% падает на стоимость сырья.

Следовательно, борьба за рациональный раскрой сырья, обеспечивающий наибольший выход пиломатериалов, есть борьба за сохранение наших лесных богатств, за снижение себестоимости вырабатываемой продукции, за раскрытие и использование внутренних резервов по увеличению выпуска пиломатериалов.

Поэтому работы, направленные на улучшение и совершенствование методов раскроя, являются весьма важными и актуальными.

Однако борьба за рациональный раскрой сырья не должна снижать государственной важности полного и рационального использования неизбежно получающихся древесных отходов, так как эти отходы являются ценным вторичным сырьем для выработки картона, целлюлозы, древесных плит, кормовых дрожжей и других ценных продуктов. В свою очередь борьба за полное и рациональное промышленное использование древесных отходов не должна умалять народнохозяйственной значимости уменьшения этих отходов и получения наибольшего выхода основной продукции, ради которой построено производство.

Эти задачи, как это требует генеральная линия экономного и рационального использования лесных богатств, не должны исключать одна другую, а должны дополнять друг друга и решаться в единой и неразрывной связи.

На декабрьском Пленуме ЦК КПСС 1963 года указывалось, что наша страна хоть и располагает огромными лесными богатствами, но их надо использовать по-хозяйски, расчетливо.

Следовательно, технологический процесс лесопиления следует строить из условия рационального раскроя пиловочного сырья и наиболее полного и эффективного использования неизбежно получающихся древесных отходов как вторичного

сырья для производства целлюлозы, древесных плит и других ценных продуктов.

Учитывая большую народнохозяйственную значимость рационального раскроя сырья, обеспечивающего наибольший выход пилопродукции из распиливаемых бревен, нами и были проведены теоретические и экспериментальные исследования влияния основных факторов на объемный выход пиломатериалов с разработкой практических графиков для составления оптимальных поставок.

Целью этих исследований являлось:

1. Расширение теоретических исследований по раскрою бревен на пиломатериалы, дальнейшее развитие теории раскроя пиловочного сырья и установление на этой основе количественной зависимости выхода пиломатериалов от размеров и формы распиливаемых бревен, от структуры поставок и ширины пропила, от вида раскроя необрезных досок и способа распиловки бревен.

2. Практическая проверка теоретических выводов и установленных зависимостей.

3. Разработка практических графиков для составления поставок на распиловку бревен, обеспечивающих наибольший выход пилопродукции.

Теоретические исследования позволили установить общие количественные закономерности и оптимальные схемы раскроя, обеспечивающие наибольший выход пилопродукции.

Экспериментальными исследованиями были подтверждены теоретические выводы и установленные количественные закономерности.

Выводы, вытекающие из теории раскроя, даны в виде формул, таблиц, графиков и практических рекомендаций, дающих возможность широкого их использования в практике для установления рациональных схем раскроя сырья.

Работа состоит из восьми глав и имеет 438 страниц машинописного текста, 129 рисунков и 74 таблицы. Кроме этого, к работе дано приложение, оформленное отдельным томом, в которое вошли:

- 1) альбом, состоящий из 72 графиков для составления поставок;

- 2) сборник, включающий 226 составленных и расчетных поставок на распиловку бревен;

- 3) сводные материалы по опытному раскрою пиловочного сырья, состоящие из 30 таблиц.

Краткое содержание работы дается ниже, в соответствии с наименованием и принятой последовательностью расположения глав.

## КРАТКИЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕОРИИ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Первой научной работой по теоретическим основам раскроя бревен на пиломатериалы является работа Х. Л. Фельдмана «Система максимальных поставов на распиловку», опубликованная в периодической печати в 1931 г., а отдельным изданием в 1932 г. В своей работе Х. Л. Фельдман впервые показал возможность правильного решения вопросов, связанных с раскроем бревен на пиломатериалы, где «вместо опытного подбора дается твердая система нахождения поставов, с наименьшим количеством отходов».

Развивая и уточняя теорию максимальных поставов Х. Л. Фельдмана, проф. Д. Ф. Шапиро разработал серию номограмм и таблиц для составления поставов, которые безусловно представляют большой интерес, но широкого практического применения не получили.

Проф. Г. Д. Власов, основываясь на теории раскроя пиловочного сырья и применяя ее к практике составления поставов, дает понятие о нормальных поставках и устанавливает основные закономерности и свойства этих поставов. Кроме этого, проф. Г. Д. Власов определил основные принципы построения рациональных поставов на несколько смежных диаметров бревен и провел исследования по влиянию отдельных факторов (длины и диаметра бревен, средней толщины досок в поставе и др.) на полезный выход пиломатериалов. Вопросы теории и практики рационального раскроя пиловочного сырья получили обобщение и дальнейшее развитие в работах проф. А. Н. Песоцкого. Проф. А. Н. Песоцкий провел значительные теоретические и экспериментальные исследования факторов (эллиптичности и кривизны бревен, неточности подборки бревен, смещения центра бревна относительно центра поставов и др.), вызывающих отклонения фактических размеров досок от расчетных и влияние сортности и размеров распиливаемых бревен на выход и сортность пиломатериалов.

Исходя из соотношения потерь древесины в опилки и в рейки с концевыми срезками, Г. Г. Титков построил кривые оптимальных толщин досок, которые легли в основу разработанных им графиков для составления поставов. Кроме этого, в своих работах Г. Г. Титков дает новые решения по определению ширины поставов, размеров бруса, исследует закономерность рассеивания ширины и длины досок и вопросы раскроя необрезных досок на заготовки.

Разработанный Г. Г. Титковым метод определения оптимальных толщин досок в поставе был использован в работах М. Н. Гутермана. Пользуясь этим методом, М. Н. Гутерман

составил таблицы и графики оптимальных толщин досок в поставе для пифагорической и сбеговой зон бревна.

Проф. П. П. Аксенов, в отличие от Г. Г. Титкова, в основу теории раскроя пиловочного сырья и построения оптимальных поставов кладет принцип уменьшения отходов в рейку по торцу и длине бревна.

Исходя из этого, проф. П. П. Аксенов построил график значений толщин досок с одинаковым процентом использования их поперечного сечения на разных расстояниях их внутренней пласти от центра торца бревна. По кривым этого графика и рекомендует он определять толщину досок в поставе, предварительно задавшись той или другой степенью использования поперечного сечения доски.

Основываясь на этих теоретических положениях, проф. П. П. Аксенов приходит к выводу, что дальнейшее сокращение отходов древесины, зависящих от поставов, может быть осуществлено при развальном-сегментном способе раскроя пиловочного сырья.

Графический метод подбора поставов, основанный на геометрическом признаке максимума и минимума, разработал В. А. Залгаллер. Этот метод представляет теоретический интерес, а при практическом решении задач по составлению оптимальных поставов он является трудоемким и неудобным.

Специальные исследования по раскрою необрезных досок на обрезные пиломатериалы (заготовки) были проведены Э. А. Микит и Ф. Л. Фишкиной.

Краткое обобщение и анализ основных работ по теории раскроя бревен на пиломатериалы позволили сделать следующие выводы:

1. Выполненные и опубликованные работы по теории раскроя бревен на пиломатериалы способствовали внедрению в производство наиболее рациональных методов раскроя пиловочного сырья и улучшению технологии производства пиломатериалов.

2. В рассмотренных работах по раскрою пиловочного сырья имеет место различие взглядов на исходные положения теории раскроя, применяются различные методы теоретических решений по определению оптимальных толщин досок в поставе, даются отличные друг от друга практические рекомендации и обобщающие выводы в виде номограмм и графиков для составления поставов. Рекомендуемые в этих работах графики и номограммы не вполне удовлетворяют практику раскроя бревен на пиломатериалы. Это в известной мере сдерживает более широкое внедрение в практику раскроя пиловочного сырья теоретических положений по составлению опти-

Значение коэффициента  $\varepsilon_n$  с увеличением  $n$  увеличивается в следующем соотношении:

$$\varepsilon_n = \frac{0,385}{\sqrt{1 - \varepsilon_{n-1}}}. \quad (4)$$

Следовательно, относительное увеличение объема заготовок  $\varphi$  при раскросе необрезной доски на  $n$  заготовок по сравнению с раскросом на одну длинномерную обрезную доску будет равно

$$\varphi = 100 \cdot \frac{V_n}{V_1} = 100 \cdot \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_1} \%. \quad (5)$$

Оптимальная длина  $n$ -й заготовки  $l_n$ , считая от вершины параболы, выраженная в долях высоты полной параболы  $Z_n$ , основание которой фиксируется комлевым торцом рассматриваемой  $n$ -й заготовки, определяется по формуле

$$\frac{l_n}{Z_n} = \gamma_n = \frac{2 - 3\varepsilon_{n-1}}{3 - 3\varepsilon_{n-1}}. \quad (6)$$

Оптимальная ширина этой заготовки будет равна

$$b_n = B \sqrt{1 - \gamma_n}. \quad (7)$$

Общая длина всех  $n$  заготовок  $\Sigma l_{\text{заг}(n)}$  и размеры пифагорической зоны в торце бревна  $E_{\text{кр}(n)}$  соответственно определяются

$$\frac{\Sigma l_{\text{заг}(n)}}{Z} = \gamma_{\text{заг}(n)} = 1 - (1 - \gamma_1)(1 - \gamma_2)(1 - \gamma_3) \dots (1 - \gamma_n); \quad (8)$$

$$E_{\text{кр}(n)} = \sqrt{\frac{1}{\gamma_{\text{заг}(n)}} \cdot d^2 - \left| \frac{1}{\gamma_{\text{заг}(n)}} - 1 \right| D^2}. \quad (9)$$

Значения  $\varepsilon_n$ ,  $\varphi$ ,  $\gamma_n$ ,  $\gamma_{\text{заг}(n)}$  и  $E_{\text{кр}(n)}$ , подсчитанные соответственно по формулам (4), (5), (6), (8) и (9), даются в табл. 2.

2. Полученные выводы по раскросу необрезной доски, внешняя пластъ которой ограничена полной параболой, на  $n$  заготовок позволили решить задачу по определению оптимальных размеров заготовок, получаемых от раскроса необрезной доски, внешняя пластъ которой ограничена усеченной параболой. Наряду с этим выявлено, что раскрой необрезных досок на заготовки равных длин по сравнению с раскросом на заготовки оптимальных длин дает незначительное снижение выхода. Это снижение не более 0,55%, и оно резко уменьшается (до 0,03%) с уменьшением расстояния от центра бревна до внешней пласти раскраиваемой необрезной доски. Это

Таблица 2

n	$\varepsilon_{n-1}$	$\varepsilon_n = \frac{0,385}{\sqrt{1-\varepsilon_{n-1}}}$	$\varphi = 100 \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_1} \% = 100 \frac{\varepsilon_n}{3-3\varepsilon_{n-1}}$	$\gamma_n = \frac{2-3\varepsilon_{n-1}}{3-3\varepsilon_{n-1}}$	$\gamma_{заг. (n)}$	$E_{кр. (n)}$				
						Расчетная формула	Значение $E_{кр. (n)}$ в Долях $d$ при $\frac{D}{d}$			
							1,1	1,2	1,3	1,4
1	$\varepsilon_0 = 0$	$\varepsilon_1 = 0,385$	100	$\gamma_1 = 0,667$	0,667	$E_{кр} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2}$	0,946	0,883	0,81	0,721
2	$\varepsilon_1 = 0,385$	$\varepsilon_2 = 0,491$	127	$\gamma_2 = 0,458$	0,82	$E_{кр} = \sqrt{1,22d^2 - 0,22D^2}$	0,977	0,95	0,921	0,888
3	$\varepsilon_2 = 0,491$	$\varepsilon_3 = 0,5396$	140	$\gamma_3 = 0,345$	0,882	$E_{кр} = \sqrt{1,13d^2 - 0,13D^2}$	0,986	0,971	0,954	0,935
4	$\varepsilon_3 = 0,5396$	$\varepsilon_4 = 0,5674$	147	$\gamma_4 = 0,276$	0,915	$E_{кр} = \sqrt{1,09d^2 - 0,09D^2}$	0,99	0,98	0,968	0,956
5	$\varepsilon_4 = 0,5674$	$\varepsilon_5 = 0,5854$	152	$\gamma_5 = 0,23$	0,934	$E_{кр} = \sqrt{1,07d^2 - 0,07D^2}$	0,992	0,984	0,975	0,966
6	$\varepsilon_5 = 0,5854$	$\varepsilon_6 = 0,5979$	156	$\gamma_6 = 0,196$	0,946	$E_{кр} = \sqrt{1,06d^2 - 0,06D^2}$	0,993	0,987	0,979	0,971
7	$\varepsilon_6 = 0,5979$	$\varepsilon_7 = 0,6071$	158	$\gamma_7 = 0,171$	0,956	$E_{кр} = \sqrt{1,05d^2 - 0,05D^2}$	0,997	0,995	0,992	0,99
8	$\varepsilon_7 = 0,6071$	$\varepsilon_8 = 0,6143$	160	$\gamma_8 = 0,152$	0,965	$E_{кр} = \sqrt{1,04d^2 - 0,04D^2}$	0,998	0,996	0,994	0,992
9	$\varepsilon_8 = 0,6143$	$\varepsilon_9 = 0,62$	161	$\gamma_9 = 0,136$	0,968	$E_{кр} = \sqrt{1,03d^2 - 0,03D^2}$	0,998	0,997	0,995	0,994
10	$\varepsilon_9 = 0,62$	$\varepsilon_{10} = 0,6246$	162	$\gamma_{10} = 0,123$	0,972	$E_{кр} = \sqrt{1,03d^2 - 0,03D^2}$	0,998	0,997	0,995	0,994

указывает на возможность принимать в расчетах и рекомендовать в практике раскрой необрезных досок на заготовки равной длины. В случае необходимости иметь заготовки различной длины следует выкраивать более длинные заготовки из комлевой части.

3. Для установленных оптимальных размеров заготовок выявилась возможность определить:

а) полезное использование внешней пласти необрезной доски  $\eta_n$  при раскросе ее на  $n$  заготовок по формуле

$$\eta_n = \frac{F_n}{F_d} \cdot 100\%; \quad (10)$$

б) относительное увеличение объема пиломатериалов при раскросе необрезной доски на  $n$  заготовок по сравнению с раскросом на одну длинномерную обрезную доску по формуле

$$\varphi_n = \frac{V_n}{V_1} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $F_n$  — площадь пластей  $n$  заготовок, выпиливаемых из необрезной доски;

$F_d$  — площадь внешней пласти необрезной доски;

$V_n$  — объем  $n$  заготовок, выпиливаемых из необрезной доски;

$V_1$  — объем выпиливаемой обрезной доски из необрезной при раскросе ее на одну длинномерную доску.

По формулам (10) и (11) построен график (рис. 1), отражающий изменение  $\eta_n$  (правая часть графика) и  $\varphi_n$  (левая часть графика) в зависимости от отношения  $\left(\frac{b}{B}\right)$  и количества выпиливаемых из необрезной доски заготовок. В средней части графика построены кривые, устанавливающие взаимосвязь между  $\left(\frac{b}{B}\right)$  и  $\left(\frac{E}{d}\right)$  для значений  $\frac{D}{d} = 1,1; 1,2; 1,3$  и  $1,4$ .

График (рис. 1) показывает, что с увеличением коэффициента сбега бревен и уменьшением отношения  $\left(\frac{b}{B}\right)$ , т. е. с удалением внешней пласти необрезной доски от центра к периферии, эффективность раскроя досок на заготовки возрастает, так как увеличивается  $\varphi_n$ , но полезное использование внешней пласти необрезной доски  $\eta_n$  уменьшается. Резкое уменьшение отношения  $\left(\frac{b}{B}\right)$ , как это показывает график, наступает при  $\frac{E}{d} > 0,8$ .

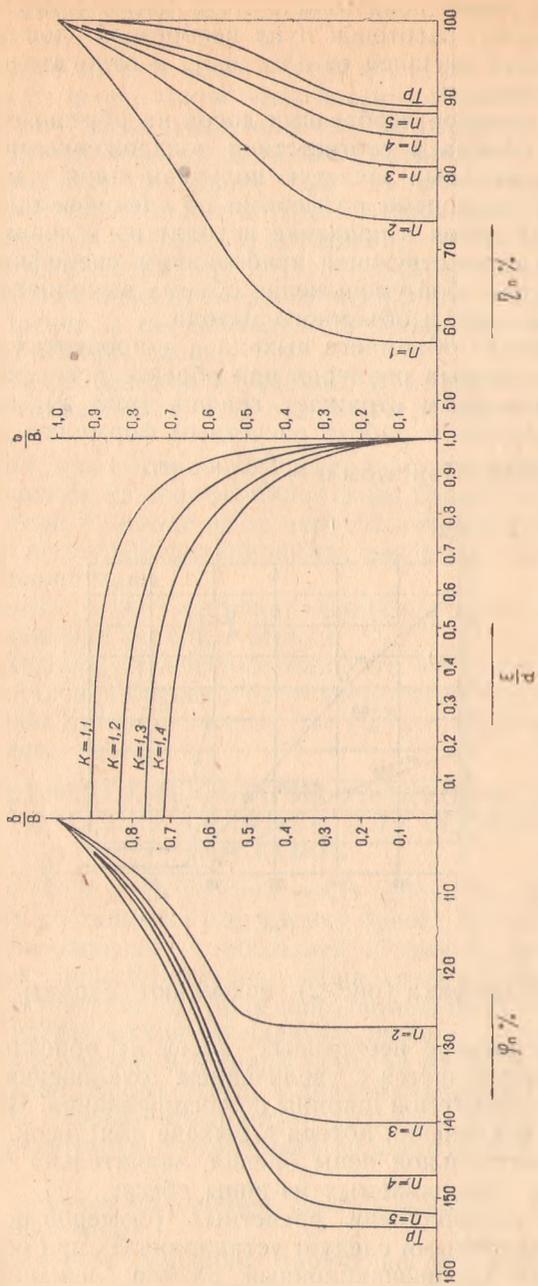


Рис. 1

График также показывает, что с увеличением количества выпиливаемых заготовок  $n$  из необрезной доски полезное использование внешней ее пласти  $\eta_n$  и относительный выход  $\varphi_n$  увеличиваются.

4. При раскрое необрезных досок на обрезные доски наибольшего объема в соответствии с изложенными теоретическими положениями зачастую получаем ширину их, не совпадающую с заданными размерами по спецификации. Поэтому при обрезке досок в практике исходят из условия получения ширины, соответствующей требованиям спецификации, хотя это влечет за собой уменьшение объема выпиливаемых досок, а следовательно, и объемного выхода.

Уменьшение объемного выхода  $\eta$  в процентах из-за перехода от расчетных размеров при обрезке досок по ширине к спецификационным отражает график (рис. 2), построенный по приведенным в работе расчетным формулам для  $\alpha = 1,1; 1,05; 0,9$  и  $0,95$ . При этом  $\alpha = \frac{b_{сн}}{b_0}$ .

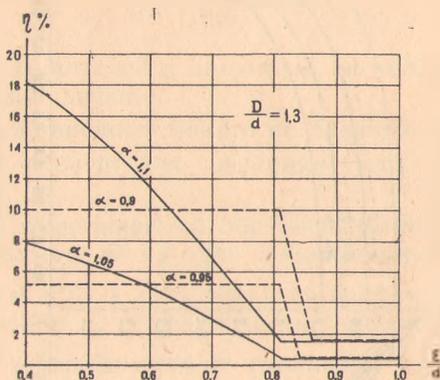


Рис. 2

Данные графика (рис. 2) позволяют сделать следующие выводы:

а) при раскрое необрезных досок на обрезные потеря в выходе увеличивается с увеличением отклонения расчетной ширины от требуемой ширины по спецификации. Но при одном и том же отклонении потеря в выходе для досок, выпиливаемых из центральной зоны бревна, значительно больше, чем для досок, выпиливаемых из зоны сбега;

б) при несовпадении расчетных размеров по ширине со спецификационными следует устанавливать при обрезке досок ближайший спецификационный размер, лежащий ниже или

выше расчетного, учитывая при этом характер изменения  $\eta$ , показанный на графике (рис. 2);

в) учитывая значительные потери в выходе для досок, выпиливаемых из центральной зоны бревна, и сравнительно малые потери для досок, выпиливаемых из периферийной зоны бревна, из-за перехода от расчетных размеров по ширине к спецификационным размерам при их обрезке и стремясь уменьшить эти значительные потери в выходе, необходимо распиловку бревен производить с брусковкой, а не вразвал.

Во-первых, брусковка дает не менее 60% чистообрезных досок спецификационных размеров от всей получаемой пилопродукции из бревна, а следовательно, и резко сокращает объем подлежащих обрезке досок.

Значит сфера влияния изучаемого фактора на потерю выхода резко сокращается, и за счет этого потери в выходе сокращаются.

Во-вторых, при распиловке бревен с брусковкой необрезные доски получают из периферийной зоны бревна, при обрезке которых потери в выходе из-за перехода от расчетных размеров по ширине к спецификационным, как выше было показано, сравнительно малы.

Этот момент также оказывает весьма положительное влияние на уменьшение потерь в выходе.

Таким образом, отмеченные нами эти моменты, характерные для распиловки бревен с брусковкой, положительно влияют на уменьшение потерь в выходе. Это говорит о преимуществах брусковки перед вразвалом.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСКРОЯ БРЕВЕН И ПРАКТИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПОСТАВОВ**

В данной главе даны теоретические основы по составлению оптимальных поставов на распиловку бревен вразвал и с брусковкой, обеспечивающих наибольший объемный выход спецификационных пиломатериалов, приводятся разработанные автором практические графики для составления оптимальных поставов и исследования по влиянию ширины постава, количества досок в поставе и ширины пропила на полезный выход пиломатериалов. Кроме этого, в данной главе даны некоторые дополнения к графику-квадранту и таблицам для расчета поставов в соответствии с основными положениями теории раскроя.

Ниже, в кратком изложении, даются основные положения и выводы этой главы:

1. Теоретическое решение задачи по определению оптимальной толщины досок в поставе было начато с рассмотре-

ния раскроя бревен цилиндрической формы. Раскрой бревен цилиндрической формы относится к идеальному случаю. Однако решение этой задачи имеет теоретическое и практическое значение, поскольку оно позволяет установить максимально-возможный выход обрезных пиломатериалов.

Теоретические поставки на распиловку бревен цилиндрической формы, полученные на основе математического анализа, даются в табл. 3.

Таблица 3

Количество выпиливаем- ых пар досок из бревна	Порядковый номер пары досок от центра							Ширина поставы в долях $d$
	1	2	3	4	5	6	7	
	Толщина досок в долях радиуса $r$							
2	0,526	0,324						0,85
3	0,424	0,283	0,199					0,906
4	0,350	0,254	0,193	0,140				0,937
5	0,312	0,223	0,172	0,138	0,105			0,95
6	0,280	0,199	0,158	0,134	0,107	0,082		0,96
7	0,255	0,181	0,146	0,125	0,106	0,087	0,067	0,967

2. Составление оптимальных поставов на распиловку сбежистых бревен, в отличие от бревен, имеющих цилиндрическую форму, представляет более сложную задачу. Эта задача в работе решена графоаналитическим методом и для составления оптимальных поставов на распиловку сбежистых бревен диаметром (вершинным) от 14 до 50 см разработаны специальные графики, один из которых дается на рис. 3.

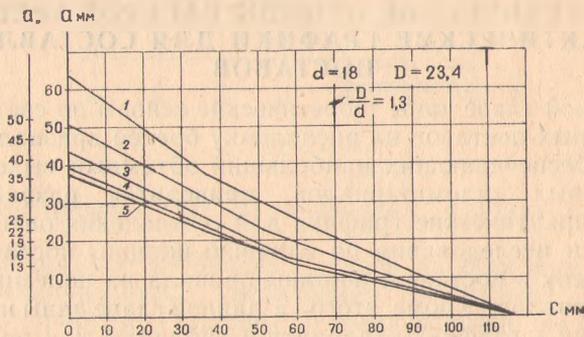


Рис. 3

Всего построено 72 графика. Они сведены в альбом, который дается приложением к работе.

Эти графики построены в прямоугольных координатах. На оси абсцисс отложены расстояния в миллиметрах от центра

торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски  $C$ , а на оси ординат — толщина досок, при этом даются две шкалы. На первой от оси ординат шкале приводятся фактические значения толщины досок  $a$ , а на второй — номинальные стандартные толщины досок с учетом припусков на усушку  $a_0$ . Каждый график имеет ряд кривых (точнее — ломаных прямых) с отметками 1, 2, 3, 4 и т. д.

Отметка кривой соответствует порядковому номеру выпиливаемой доски от периферии к центру, а сама кривая отражает изменение толщины этой доски  $a$  в зависимости от расстояния внутренней пласти ее от центра торца бревна  $C$ .

Рассматривая график (рис. 3), заключаем, что каждая нижележащая кривая в определенной точке, сливаясь переходит в вышележащую. Такое слияние кривых образует одну общую нижнюю кривую, указывающую, при каком количестве досок в поставе будет наибольший выход.

Пользуясь графиками, можно составить постав на распиловку бревен вразвал и с брусочкой на различное количество пар досок в зависимости от спецификационных требований.

При этом постав, составленный для данного количества пар досок, будет иметь свой наибольший объемный выход. Максимальный объемный выход будет иметь постав с количеством пар досок, соответствующим отметке нижней кривой.

При нечетном поставе сердцевая доска считается за пару центральных досок.

На каждом графике указаны: вершинный диаметр бревна  $d$ , комлевой диаметр  $D$  и коэффициент сбега  $\frac{D}{d}$ . При составлении поставы берется график, наиболее соответствующий размерам и коэффициенту сбега распиливаемых бревен.

3. Анализируя практическую сторону составления поставов, по графикам убеждаемся, что для определения толщины досок в поставе приходится пользоваться ограниченными в определенных пределах толщины досок участками кривых.

Учитывая сказанное и пользуясь альбомом графиков, было построено шесть практических графиков для составления поставов.

Эти практические графики для составления поставов в 1962 г. были изданы Институтом научно-технической информации и пропаганды Госкомитета Совета Министров БССР по координации научно-исследовательских работ.

4. Проведенные нами теоретические исследования подтвердили сделанный ранее и другими авторами вывод, что при распиловке бревен с брусочкой толщину бруса следует брать в пределах  $(0,58—0,8)d$ .

5. На основании теоретических исследований построены графики (рис. 4 и 5), показывающие влияние ширины постова, количества пар досок в нем и ширины пропила на полезный выход при распиловке бревен вразвал для  $\frac{D}{d} = 1,2$  и  $\frac{D}{d} = 1,3$ .

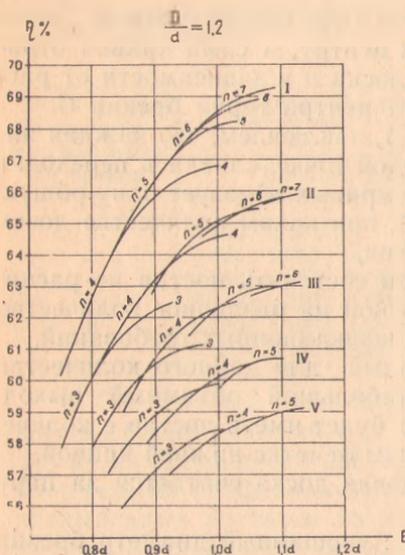


Рис. 4

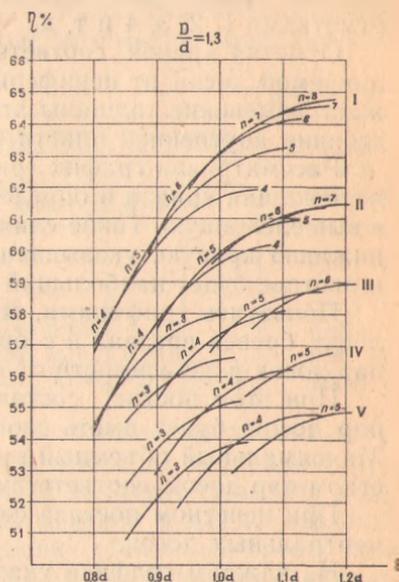


Рис. 5

На оси абсцисс отложены значения ширины постова в долях диаметра вершинного торца бревна, а на оси ординат — объемный выход обрезных досок в процентах.

Каждый график имеет по пяти пучков кривых, имеющих отметку I, II, III, IV и V и соответственно построенных для  $S = 0,01r$ ,  $S = 0,02r$ ,  $S = 0,03r$ ,  $S = 0,04r$  и  $S = 0,05r$ .

Укажем на некоторые вытекающие из этих графиков (рис. 4 и 5) выводы:

1. Если принять, что абсолютное значение ширины пропила постоянно для всех размеров распиливаемых бревен, например,  $S = 3,0$  мм, то пучок кривых I будет соответствовать  $d = 60$  см, пучок кривых II —  $d = 30$  см, пучок кривых III —  $d = 20$  см, пучок кривых IV —  $d = 15$  см и пучок кривых V —  $d = 12$  см.

Следовательно, с увеличением диаметра бревен уменьшается относительная ширина пропила и увеличивается объемный выход досок. С увеличением диаметра целесообразно

увеличивать, как это вытекает из графиков, и количество пар досок в поставе.

2. Если принять, что пять пучков кривых будут относиться к одному диаметру, то ширина пропила будет для пучка кривых I —  $0,01r$ , для пучка кривых II —  $0,02r$ , для пучка кривых III —  $0,03r$ , для пучка кривых IV —  $0,04r$ , для пучка кривых V —  $0,05r$ .

Следовательно, с увеличением ширины пропила будет резко падать объемный выход досок и количество пар досок в поставе будет уменьшаться.

3. Так как при данной ширине пропила с уменьшением диаметра бревен будет возрастать значение  $\frac{S}{d}$ , то в целях повышения полезного выхода надо стремиться тонкомерные бревна распиливать более тонкими пилами.

4. Графики наглядно показывают изменение оптимальной ширины поставы в зависимости от количества пар досок в поставе и ширины пропила. С увеличением количества пар досок в поставе и ширины пропила увеличивается и оптимальная ширина поставы.

5. Для данной ширины поставы по графикам (рис. 4 и 5) можно установить оптимальное количество пар досок в поставе, отклонение от которого как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения ведет к снижению объемного выхода.

На основе анализа данных графиков составлена таблица 4, в которой дается оптимальное количество досок в поставе на распиловку бревен вразвал в зависимости от диаметра распиливаемых бревен, а при распиловке бревен с брусковой — оптимальное количество пар досок в зависимости от диаметра бревен и высоты бруса на распиловку боковой зоны бревна, лежащей за брусом, при первом проходе и боковой зоны бревна, лежащей за постелью бруса, при втором проходе.

Оптимальное количество пар досок на распиловку боковой зоны бревна, лежащей за постелью бруса, в таблице указано в скобках.

В табл. 4 для ряда случаев указано два-три варианта количества досок (пар досок) в поставе.

Указанные варианты дают почти совпадающие результаты по объемному выходу обрезных пиломатериалов. Однако, пользуясь таблицей 4 для выбора оптимального количества (пар досок) в поставе, следует иметь в виду, что постав с большим числом досок (пар досок) дает несколько больший объемный выход, но в этом случае получают более тонкие доски (особо крайние).

Таблица 4

Распилка вразвал.		Р а с п и л о в к а с б р у с о в к о й									
		В ы с о т а б р у с а, м м									
d	с.м	90	100	110	130	150	180	200	220	250	
Оптимальное количество досок в поставе		Оптимальное количество пар досок в поставе на распиловку боковой зоны бревна, лежащей за бруском (лежащей за постелью бруса)									
14	5-6	1(1)	1(1)								
16	5-6	1(1)	1(1)								
18	5-6-7	2(1)	1-2(1)	1(1)							
20	6-7	2(1)	2(1)	1-2(1)	1(1-2)						
22	6-7		2-3(1)	2(1)	2(1)	1-2(2)					
24	7-8			2-3(1)	2(1-2)	2(1-2)	2(2)				
26	7-8			2-3(1)	2(1-2)	2(1-2)	2(2)				
28	8-9				2-3(1)	2(2)	2(2)	2(2)			
30	8-9-10				3(1)	2-3(1-2)	2(2)	2(2)			
32	9-10					3(1-2)	2-3(2)	2(2)			
34	9-10					3(1-2)	2-3(2)	2-3(2)		2(2-3)	
36	9-11					3-4(1-2)	3(2)	3(2)		2(2-3)	
38	11					3-4(1-2)	3-4(2)	3(2)		2-3(2-3)	
40							3-4(2)	3(2)		3(2)	
42							3-4(2)	3-4(2)		3(2)	

В поставках на распиловку бревен вразвал, в которых указано только нечетное количество досок, следует сердцевую доску брать из спецификационных и качественных требований.

6. Пользуясь графиками, можно установить величину снижения в выходе за счет уменьшения ширины постав и уменьшения количества пар досок; графики также дают возможность устанавливать и потери в выходе из-за неправильной подборки бревен перед их распиловкой, поскольку при отклонении размеров бревен, подаваемых на распиловку по данному поставу, будет меняться и ширина постав, выраженная в долях  $d$ , а иногда будет даже меняться и количество выпиливаемых досок.

Например, при распиловке бревен  $d = 22$  см вразвал постав из 4 пар досок при  $S = 3,3$  мм, как это следует из графиков, дает выход больше чем постав из 3 пар досок. Превышение в выходе составляет 1,3%.

Если постав из 3 пар досок, рассчитанный на распиловку бревен  $d = 22$  см при  $\frac{D}{d} = 1,2$ , имеет ширину постав 214 мм или  $\frac{214}{220} d \approx 0,97d$ , то при распиловке бревен  $d = 24$  см по этому поставу ширина его, выраженная в долях диаметра, будет  $\frac{214}{240} d = 0,89d$ . Из-за снижения ширины постав для бревен  $d = 24$  см полезный выход снизится на 0,65% (рис. 4).

Это указывает на необходимость тщательной рассортировки бревен и подачи их строго по поставам. При этом необходимо отметить, что с уменьшением диаметра распиливаемых бревен точность подборки их по поставам должна возрастать.

7. При сравнении графиков видно, что с увеличением  $\frac{D}{d}$ , при всех прочих равных условиях, выход уменьшается.

8. Приведенные на графиках выходы могут быть приняты как расчетные при планировании и анализе раскроя бревен на пиломатериалы.

### ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СБЕГА БРЕВЕН НА ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Коэффициент сбег бревен  $K$  оказывает существенное влияние на объемный выход пиломатериалов, исчисленный по отношению к фактическому объему распиленных бревен.

На основании проведенных теоретических исследований было установлено, что относительное изменение выхода обрезных досок в зависимости от коэффициента сбег бревен при изменении его в пределах от 1,0 до 1,5 определяется следующими формулами:

а) при распиловке бревен вразвал

$$\varphi_p = \frac{274 - 164K + 90K^2}{1 + K^2} \% ; \quad (12)$$

б) при распиловке бревен с брусочкой

$$\varphi_{бр} = \frac{348 - 328K + 180K^2}{1 + K^2} \% . \quad (13)$$

Выход обрезных досок из цилиндрических бревен  $K = 1$ , как это следует из формул (12) и (13), принят за 100%.

Значения  $\varphi_p$  и  $\varphi_{бр}$ , подсчитанные соответственно по формулам (12) и (13), даются в табл. 5.

Таблица 5

$K = \frac{D}{d}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
$\varphi_p$ %	100	91,6	84,8	79,2	74,6
$\varphi_{бр}$ %	100	92,6	87,4	84,0	81,6

Приведенные данные в таблице 5 и формулы (12) и (13) позволяют сделать следующие выводы:

1. С увеличением коэффициента сбега бревен выход обрезных досок резко уменьшается. Достоверность установленной закономерности изменения выхода обрезных пиломатериалов при распиловке бревен вразвал и с брусочкой в зависимости от коэффициента сбега бревен была подтверждена опытными распиловками, проведенными на Борисовском лесокомбинате им. Коминтерна.

2. Распиловка бревен с брусочкой обеспечивает лучшее использование зоны сбега бревна, чем при распиловке вразвал, и за счет этого увеличивается полезный выход пиломатериалов.

Принимая выход пиломатериалов при распиловке бревен вразвал за 100%, относительное изменение выхода обрезных досок при брусочке получим

$$\eta_{от} = \frac{\varphi_{бр}}{\varphi_p} \cdot 100\% . \quad (14)$$

Абсолютное увеличение выхода пиломатериалов при распиловке бревен с брусочкой по сравнению с развалом определится по формуле

$$\beta = \frac{\eta_{от}(\varphi_{бр} - \varphi_p)}{100} \% , \quad (15)$$

где  $\eta_{ц}$  — выход пиломатериалов из бревен цилиндрической формы, %;

$\varphi_p, \varphi_{бр}$  — соответственно по формулам (12) и (13).

Значение  $\eta_{от}$ , вычисленное по формуле (14), и  $\beta$ , вычисленное по формуле (15), при  $\eta_{ц} = 74\%$ , даются в таблице 6.

Таблица 6

$K = \frac{D}{d}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
$\eta_{от} \%$	100	101,0	103,2	106,1	109,4
$\beta \%$	0	0,74	1,92	3,55	5,18

Данные табл. 6 указывают, что с увеличением отношения  $\frac{D}{d}$  эффективность брусочки возрастает.

3. Выход обрезных пиломатериалов из зоны сбega в процентах от своей кубатуры по отношению к принятому за 100% выходу пиломатериалов из цилиндрических бревен, как это следует из формул (12) и (13) и соотношения цилиндрической кубатуры (1) и объема зоны сбega бревна (2), определится по формулам:

а) при распиловке бревен вразвал

$$\varphi_{сб(p)} = \frac{90K^2 - 164K + 74}{K^2 - 1} = \frac{(90K - 74)(K - 1)}{(K + 1)(K - 1)} = \frac{90K - 74}{K + 1} \% ; \quad (16)$$

б) при распиловке бревен с брусочкой

$$\varphi_{сб(бр)} = 2\varphi_{сб(p)} . \quad (17)$$

Значения  $\varphi_{сб(p)}$  и  $\varphi_{сб(бр)}$ , подсчитанные по формулам (16) и (17), даются в табл. 7.

Таблица 7

Способ распиловки бревен	Значение $\varphi_{сб}$ в % при коэффициенте сбega бревен			
	1,1	1,2	1,3	1,4
Вразвал . . . . .	11,9	15,4	18,7	21,7
С брусочкой . . . . .	23,8	30,8	37,4	43,4

Данные таблицы говорят о весьма низком выходе пиломатериалов из зоны сбega.

Из этого следует, что при раскряжке хлыстов необходимо стремиться получать бревна с наибольшей цилиндрической кубатурой или необрезные доски раскраивать на заготовки.

4. При раскрое на заготовки необрезных досок, выпиленных из сбежистых бревен, форма бревна, по условиям раскроя, приближается к цилиндру, а следовательно, повышается и полезный выход пиломатериалов.

Если необрезные доски раскраиваются на  $n$  заготовок, то коэффициент сбега  $K_n$ , соответствующий этим условиям раскроя бревна, определится по формуле

$$K_n = \sqrt{\frac{n(K^2 + 1) + (K^2 - 1)}{n(K^2 + 1) - (K^2 - 1)}}, \quad (18)$$

где  $K$  — коэффициент сбега распиливаемого бревна;

$K_n$  — средний расчетный коэффициент сбега, оценивающий условия распиловки бревна при раскрое необрезных досок на  $n$  заготовок.

Формула (18) получена, исходя из следующих положений:

а) необрезные доски раскраиваются на  $n$  заготовок равной длины;

б) в соответствии с этим и бревно условно принимается раскroенным на  $n$  отрезков равной длины.

Подставляя значение  $K_n$  в формулы (12) и (13), соответственно получим:

$$\varphi_{p(n)} = 182 - 92 \left[ \frac{K^2 - 1}{n(K^2 + 1)} \right] - 82 \sqrt{1 - \left[ \frac{K^2 - 1}{n(K^2 + 1)} \right]^2} \%, \quad (19)$$

$$\varphi_{бр(n)} = 264 - 82 \left[ \frac{K^2 - 1}{n(K^2 + 1)} \right] - 164 \sqrt{1 - \left[ \frac{K^2 - 1}{n(K^2 + 1)} \right]^2} \%. \quad (20)$$

Формулы (19) и (20) дают общее решение, отражающее относительное изменение выхода пиломатериалов из распиливаемых бревен в зависимости от коэффициента сбега бревен и количества выпиленных заготовок по длине из необрезных досок. При этом выход пиломатериалов из цилиндрических бревен принят за 100%.

Значения  $\varphi_{p(n)}$  и  $\varphi_{бр(n)}$ , подсчитанные по формулам (19) и (20), даются в таблице 8.

Таблица 8

K	Значение $\varphi_{p(n)}$ в % при n					Значение $\varphi_{бр(n)}$ в % при n				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1,1	91,63	95,72	97,13	97,84	98,27	92,62	96,11	97,36	98,01	98,40
1,2	84,76	92,04	94,62	95,93	96,73	87,38	92,97	95,14	96,30	97,00
1,3	79,15	88,88	92,44	94,27	95,39	83,84	90,43	93,30	94,86	95,82
1,4	74,59	86,17	90,54	92,81	94,21	81,61	88,38	91,74	93,61	94,80

Данные табл. 8 отражают эффективность раскря необрезных досок на заготовки и показывают, что с увеличением количества выпиленных заготовок из необрезных досок выход пиломатериалов, получаемых при распиловке сбежистых бревен, приближается к выходу их из цилиндрических бревен.

Пользуясь данными табл. 8, а следовательно, и формулами (19) и (20), можно определить относительное изменение выхода пиломатериалов из бревна при раскря необрезных досок на заготовки по сравнению с выходом при раскря необрезной доски на одну обрезную доску оптимальных размеров.

Это относительное изменение выхода определится по формулам:

а) для распиловки бревен вразвал

$$\eta_p = \frac{\varphi_p(n)}{\varphi_p(1)} \cdot 100\% ; \quad (21)$$

б) для распиловки бревен с брусковой

$$\eta_{бр} = \frac{\varphi_{бр}(n)}{\varphi_{бр}(1)} \cdot 100\% . \quad (22)$$

Значения  $\eta_p$  и  $\eta_{бр}$ , подсчитанные по формулам (21) и (22), даются в табл. 9.

Таблица 9

К	Значение $\eta_p$ при $n$				Значение $\eta_{бр}$ при $n$			
	2	3	4	5	2	3	4	5
1,1	104,4	106,0	106,8	107,2	103,7	105,1	105,8	106,2
1,2	108,6	111,6	113,2	114,1	106,4	108,9	110,2	111,0
1,3	112,3	116,8	119,1	120,5	107,9	111,3	113,1	114,3
1,4	115,5	121,4	124,4	126,3	108,3	112,4	114,7	116,2

Данные табл. 9 показывают, что с увеличением коэффициента сбега и увеличением количества выпиленных заготовок эффективность раскря необрезных досок на заготовки возрастает.

### ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ БРЕВЕН НА ВЫХОД ОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Проведенные теоретические исследования раскря необрезных досок, полученных от распиловки бревен кривизной вбок и кривизной вниз, на длинномерные обрезные доски максимального объема позволили установить оптимальные их раз-

меры по ширине и длине в зависимости от стрелы прогиба бревен  $f$ , коэффициента сбега  $\frac{D}{d}$  и положения досок в поставе. Это дало возможность построить графики, отражающие влияние кривизны бревен на относительное увеличение удельного расхода сырья  $P$  на  $1 \text{ м}^3$  обрезных пиломатериалов (рис. 6) и на уменьшение полезного выхода обрезных пиломатериалов  $\beta$  в процентах от сырья (рис. 7).

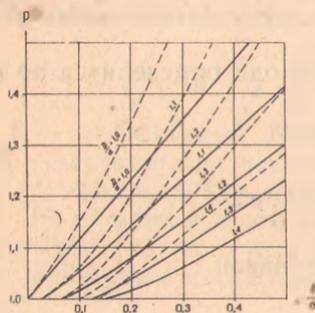


Рис. 6

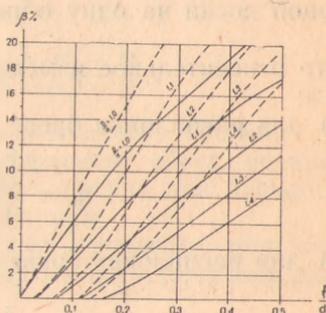


Рис. 7

Отметим, что график (рис. 7) построен по формуле

$$\beta = \left(1 - \frac{1}{P}\right) \eta_0, \quad (23)$$

где  $P$  — [см. график (рис. 6)];

$\eta_0$  — полезный выход обрезных пиломатериалов при распиловке бревен без кривизны ( $f = 0$ ), принятый для бревен цилиндрической формы ( $\frac{D}{d} = 1$ ) — 74%, а для бревен, имеющих коэффициент сбега  $\frac{D}{d}$ , равный 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4, соответственно — 91,6; 84,8; 79,2; 74,6% от выхода пиломатериалов из цилиндрических бревен (см. таблицу 5).

Графики (рис. 6 и 7) дают наглядное представление об изменении  $P$  и  $\beta$  не только в зависимости  $f$  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.

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

Так, например, требуется установить влияние кривизны бревен на уменьшение полезного выхода  $\beta$  для бревен длиной 6 м, диаметром  $d = 16; 20; 24; 28; 32$  см и сбега 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  $\beta$ .

По найденным значениям  $\beta$  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.

По графикам (рис. 6, 7, 8) можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением стрелы прогиба резко увеличивается удельный расход сырья на единицу вырабатываемой продукции,

т. е. резко снижается полезный выход пиломатериалов.

С увеличением сбега бревен влияние кривизны на снижение выхода уменьшается. Кривизна бревен  $f \leq 0,4 \cdot (D - d)$ , как это показывает график (рис. 6), не будет оказывать влияния на снижение полезного выхода.

С увеличением диаметра распиливаемых бревен при данной кривизне  $f$  потеря полезного выхода обрезных досок уменьшается.

Следовательно, стрелу прогиба следует увязывать со сбегом и диаметром бревен и нормировать ее 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 1 и 2 сортов 5%, а для бревен 3 сорта 10%, то стрела прогиба для заданного процента снижения выхода пиломатериалов соответственно определится:

$$f_{(5)} = 0,7 [(D - d) + 0,1d]; \quad (24)$$

$$f_{(10)} = 0,9 [(D - d) + 0,2d]. \quad (25)$$

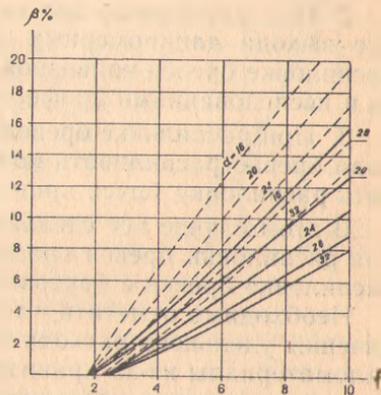


Рис. 8

Данные уравнения наглядно показывают, что стрела прогиба, определяемая из условий предельного снижения выхода обрезных пиломатериалов, зависит от полного сбега бревна ( $D - d$ ) и от диаметра.

Следует отметить, что стрела прогиба, определяемая формулами (24) и (25), для средних данных (среднего сбега и среднего диаметра бревен) может быть выражена и через длину бревна.

2. При распиловке бревен вразвал кривизной вниз снижение выхода длинномерных обрезных досок больше, чем при распиловке бревен кривизной вбок. Этот вывод подтверждается и исследованиями профессора А. Н. Песоцкого.

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

В этом случае все сделанные выводы по изменению  $P$  и  $\beta$  для распиловки бревен вразвал кривизной вбок относятся и к распиловке бревен с брусковой.

Необходимо отметить, что 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.

При этом имеем весьма хорошее совпадение опытных данных финских распиловок с нашими данными, полученными на основе теоретических исследований.

4. 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 и даже свести на нет влияние кривизны на снижение выхода, лучше использовать зону сбега и тем самым значительно повысить полезный выход пилопродукции без усложнения технологического процесса в лесопильном цехе.

Это подтверждается на примере сравнения следующих хотя бы двух схем раскром:

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

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

Относительное увеличение выхода обрезных пиломатериалов по первой схеме при раскром кривых необрезных досок по-

полам по сравнению с выходом обрезных досок по второй схеме раскря отражает рис. 9.

Необходимо отметить, что график (рис. 9) отражает совместное влияние кривизны и сбега бревен на увеличение выхода заготовок по сравнению с выходом длиномерных досок. Он наглядно показывает эффективность распиловки кривых бревен вразвал кривизной вниз при раскря получающихся кривых необрезных досок на заготовки.

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

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

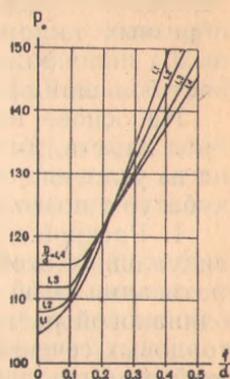


Рис. 9

Таблица 10

$\frac{D}{d}$	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

Установленная количественная зависимость влияния кривизны бревен на оптимальные размеры и выход пиломатериалов позволяет наиболее правильно и обоснованно нормировать предельную кривизну бревен, расход сырья и устанавливать наиболее выгодную технологию раскря, обеспечивающую наибольший выход пилопродукции.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСКРЯ ХЛЫСТОВ НА ПИЛОВОЧНЫЕ БРЕВНА

Раскря хлыстов на пиловочные бревна является первой, очень важной и ответственной технологической операцией раскря сырья на пиломатериалы. Основным требованием, предъявляемым к этой технологической операции, является получение из деловой части хлыста наибольшего выхода ци-

цилиндрической кубатуры пиловочных бревен, лучшего их качества, строго выполняя и заданные размеры бревен по длине. Это требование вытекает из того, что бревна с большей цилиндрической кубатурой, как это было показано в разделе «Влияние коэффициента сбега бревен на объемный выход обрезных пиломатериалов», дают более высокий объемный выход пилопродукции, а более высокое их качество обеспечивает больший процент высших сортов пиломатериалов.

На основе проведенных теоретических исследований раскроя хлыста, имеющего сложную форму, на пиловочные бревна из условия получения наибольшего выхода цилиндрической кубатуры позволило сделать следующие выводы:

1. Раскрой данной деловой части хлыста с учетом ее индивидуальных особенностей и требований механизации и автоматизации этой операции следует производить на бревна с одинаковой разницей между диаметрами нижнего и верхнего торцовых сечений бревен. При необходимости отступлений от этой рекомендации из-за размерных или качественных требований или из-за резких изменений в сбеге в отдельных частях ствола, а также при указании иметь диаметры бревен в целых сантиметрах желательно, чтобы разница между диаметрами нижнего и верхнего торцовых сечений бревен имела бы тенденцию к увеличению от комлевых бревен к вершинным, что будет соответствовать условиям оптимального раскроя.

Очевидно, что в соответствии с указанной рекомендацией из малосбежистых частей хлыста будут выпиливаться более длинные бревна и, наоборот, из сбежистых частей хлыста будут выпиливаться более короткие бревна, сохраняя при этом заданную среднюю длину бревен для раскраиваемого хлыста.

2. Отношение диаметра нижнего торцового сечения к диаметру верхнего торцового сечения в вершинном бревне не должно превышать 1,41, т. е. чтобы  $\frac{D_B}{d_B} \leq 1,41$ .

3. Если в отдельных частях хлыста будет иметь место резкое изменение в сбеге, желательно при раскряжке такого хлыста торцовый рез намечать в месте резкого изменения сбега.

4. При вырезке фаутов или при перерезке деловой части хлыста в местах резких переходов в сбеге или кривизне может оказаться, что деловая часть хлыста будет разделена на две или три части, требующие дальнейшего раскроя. Дальнейший раскрой таких длинномерных деловых частей следует производить в соответствии с вышеизложенными положениями.

Это даст возможность наиболее правильно сочетать выводы и положения по наибольшему выходу цилиндрической кубатуры с качественными требованиями раскроя.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАСКРОЮ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ

1. Теоретические исследования по раскрою пиловочного сырья были проведены применительно к правильной геометрической форме бревен, принятой за усеченный параболоид вращения, при строгом соблюдении условий распиловки, предопределяемых рассматриваемыми теоретическими схемами раскроя.

Практически бревна по своей форме не совпадают с правильной формой какого-либо геометрического тела, а лишь довольно близко приближаются к усеченному параболоиду, конусу или неилоиду.

Кроме этого, в процессе раскроя пиловочного сырья фактическое место и направление пропилов не всегда совпадают с теоретически намеченным местом и направлением по данной схеме раскроя.

Все это безусловно будет оказывать влияние на отклонение фактических выводов от расчетных.

Следовательно, выводы по теоретическим исследованиям раскроя сырья требуют экспериментальной проверки, дающей возможность установить взаимосвязь между теоретическими и фактическими выходами и достоверность теоретических выходов. Кроме этого, экспериментальные исследования дают возможность установить не только объемные, но и посортные выходы пилопродукции в зависимости от качества, размеров и схем раскроя сырья. Опытные работы по раскрою пиловочных бревен были проведены в производственных условиях на предприятиях СНХ БССР (Борисовский, Бобруйский, Мостовский деревообрабатывающие комбинаты).

Всего было распилено 375 бревен хвойных пород и 1354 бревна лиственных пород (осина, ольха, береза и дуб).

Целью опытных распиловок являлось:

а) определение величины отклонения фактических выходов от расчетных и установление взаимосвязи между расчетным и фактическим выходами пиломатериалов;

б) практическая проверка правильности полученных теоретических выводов по влиянию коэффициента сбега бревен на объемный выход обрезных пиломатериалов (проведено для бревен хвойных пород);

в) выявление посортных выходов пилопродукции в зависимости от породы, сорта и диаметра распиливаемых бревен (в данной работе являлось попутной задачей);

г) выявление возможных отклонений фактического объема бревен от табличного (проведено для бревен хвойных пород).

Необходимо отметить, что в задачу опытных распиловки не входила проверка теоретических положений, устанавливающих влияние кривизны бревен на объемный выход пиломатериалов, так как эти положения вполне достаточно подтверждены опытными данными Ф. Л. Фишкиной и приведенными в работе Г. Н. Белокурского данными специальных финских исследований о влиянии кривизны бревен на выход пиломатериалов. Поставленные задачи перед опытными распиловками предопределили и методику их проведения.

2. Для установления взаимосвязи между фактическим и расчетным выходами пиломатериалов были определены: фактический выход  $\eta_{\text{ф}}$ , расчетный выход  $\eta_{\text{р}}$  и отношение фактического выхода к расчетному

$$K_1 = \frac{\eta_{\text{ф}}}{\eta_{\text{р}}}$$

При опытном раскросе бревен хвойных пород значения  $\eta_{\text{ф}}$ ,  $\eta_{\text{р}}$  и  $K_1 = \frac{\eta_{\text{ф}}}{\eta_{\text{р}}}$  были определены по каждому распиленному бревну, а при опытном раскросе бревен лиственных пород — по каждой опытной распиловке, состоящей в среднем из 25 бревен.

Все опытные данные, определяющие значение  $K_1$ , обработаны методом математической статистики, а вычисленное среднее арифметическое значение  $K_1$  дается в таблице 11.

Данные таблицы 11 указывают на хорошее согласие фактического выхода с расчетным и подтверждают правильность теоретических расчетов.

При определении нормативных выходов необходимо исходить из расчетных, пользуясь установленным соотношением между  $\eta_{\text{ф}}$  и  $\eta_{\text{р}}$ , т. е. для бревен хвойных пород  $\eta_{\text{ф}} = 0,98\eta_{\text{р}}$ , а для бревен лиственных пород  $\eta_{\text{ф}} = 0,962\eta_{\text{р}}$ .

3. Для практической проверки правильности теоретических выводов по влиянию коэффициента сбегу бревен на объемный выход обрезных пиломатериалов по каждому распиленному бревну были определены коэффициент сбегу  $K$  и выход пиломатериалов  $\eta_{\text{к}}$  в процентах от фактического объема бревен. На основании этих данных составлены таблицы корреляционной зависимости между коэффициентом сбегу бревен и объемным выходом обрезных пиломатериалов и вычислены корреляционные отношения и их ошибки.

Для всех опытных распиловки полученные корреляционные отношения по своему значению очень близки к единице (0,92—0,965), а отношения корреляционных отношений к их ошибкам значительно больше четырех (54—116). Это указывает на тесную зависимость между  $K$  и  $\eta_{\text{к}}$ .

Среднее арифметическое значение коэффициента  $K_1 = \frac{\gamma_{\text{ф}}}{\gamma_{\text{р}}}$  по данным опытных распиловок

Наименование породы древесных бревен	Характеристика пиломатериалов по степени обрезки	Способ распиловки бревен	Количество наблюдений (опытных распиловок)	Количество распиленных бревен	Среднее арифметическое значение $K_1 = \frac{\gamma_{\text{ф}}}{\gamma_{\text{р}}}$ ( $M \pm m$ )	Среднее квадратическое отклонение $\pm s$	Вариационный коэффициент, % $\pm V$	Показатель точности, % $\pm P$
Хвойные	Обрезные	Развал	225	225	$0,984 \pm 0,003$	0,046	4,7	0,315
		Брусовка	150	150	$0,9785 \pm 0,0034$	0,041	4,2	0,35
		Итого	375	375	$0,982 \pm 0,0023$	0,044	4,5	0,23
Лиственные	Необрезные	Развал	74	74	$0,978 \pm 0,006$	0,052	5,3	0,615
		Развал	54	1354 <sup>a</sup>	$0,962 \pm 0,0022$	0,016	1,66	0,23

Сопоставление опытных и теоретически вычисленных значений, которое дано в работе, показало хорошее их согласие и подтвердило высокую достоверность полученных теоретических выводов по влиянию коэффициента сбега бревен на выход обрезных пиломатериалов (см. формулы 19 и 20).

4. Опытные данные по определению  $K_2 = \frac{V_{\phi}}{V_m}$  приведены в разделе «Форма и измерение пиловочного сырья».

5. На основе опытных распиловки было выявлено распределение пиломатериалов по сортам в зависимости от породы, сорта и диаметра распиливаемых бревен и в работе приводятся обобщенные данные по этому сортовому распределению пиломатериалов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований:

1. Разработаны новые графики для составления поставок на распиловку бревен вразвал и с брусковкой. Эти графики позволяют в простой и доступной форме решать различные практические задачи по составлению поставок, обеспечивающих наибольший выход спецификационных пиломатериалов с учетом конкретных условий распиловки.

2. Выявлена общая закономерность изменения выхода обрезных пиломатериалов от диаметра бревен, ширины постава, количества пар досок в поставе и ширины пропила.

3. Дано общее теоретическое решение раскроя необрезных досок на  $n$  заготовок оптимальных размеров, на основе которого определено изменение объемного выхода обрезных пиломатериалов и размеры пифагорической зоны бревна в зависимости от  $n$  заготовок, выпиливаемых по длине из необрезной доски.

4. Выявлены потери в выходе обрезных досок из-за перехода от оптимальных размеров по ширине к спецификационным (стандартным) размерам при их обрезке и характере изменения величины этих потерь в зависимости от местоположения необрезной доски в поставе.

5. Вскрыты закономерности изменения выхода обрезных пиломатериалов от коэффициента сбега бревен, позволившие определить эффективность распиловки бревен с брусковкой и эффективность раскроя необрезных досок на заготовки не для отдельно взятой необрезной доски, а для всего бревна.

6. Установлены закономерности изменения выхода обрезных пиломатериалов от кривизны бревен.

7. Выявлена взаимосвязь между фактическим  $\eta_{\phi}$  и расчетным  $\eta_p$  выходами пиломатериалов и установлено, что в среднем  $\eta_{\phi} = (0,97 - 0,98)\eta_p$ .

8. Определены практические рекомендации по улучшению технологии раскроя пиловочного сырья.

Установленные закономерности и количественные зависимости выхода пиломатериалов от основных факторов (способа распиловки, характера раскроя необрезных досок, коэффициента сбега, диаметра и кривизны бревен, ширины пропила, количества досок в поставе, ширины постова) и разработанные графики для составления оптимальных поставов дают возможность наиболее правильно и обоснованно подойти к раскрою сырья и обеспечить лучшее его использование. При этом необходимо еще раз подчеркнуть, что борьба за совершенствование и улучшение раскроя сырья есть борьба за сохранение и разумное использование наших лесных богатств, за снижение себестоимости вырабатываемой продукции, за раскрытие и использование внутренних резервов по увеличению выпуска спецификационных пиломатериалов.

*Основное содержание диссертации опубликовано  
в следующих работах автора:*

1. Влияние коэффициента сбега бревен на объемный выход пиломатериалов. «Лесной журнал», МВО СССР, 1958, № 5.

2. Графики для составления поставов. Научные доклады высшей школы. — «Лесоинженерное дело», 1958, № 4.

3. Раскрой необрезных досок. Сборник научных трудов БЛТИ, вып. XI, изд-во Белгосуниверситета, 1959.

4. О нормах расхода сырья на продукцию лесопиления. Материалы научно-технической конференции. Изд-во АН БССР, 1959. (Соавторы Лахтанов А. Г. и Сергеев Е. Е.).

5. Влияние ширины постова, количества пар досок в поставе и ширины пропила на полезный выход пиломатериалов при распиловке бревен вразвал. «Лесной журнал», 1960, № 5.

6. Графики для составления поставов. Изд-во Института научно-технической информации и пропаганды Госкомитета Совета Министров БССР по координации научно-исследовательских работ, Минск, 1962.

7. Влияние кривизны бревен на выход пиломатериалов. Сборник научных трудов БТИ, серия МТД. Изд-во МВСПО БССР, 1963.