

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**А. А. Янушкевич**

**И. И. Веретиков**

---

# **ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ПРАКТИКУМ**

---

*Допущено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений  
высшего образования по специальностям  
«Технология деревообрабатывающих производств»,  
«Машины и оборудование лесного комплекса»,  
«Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент»*

*Издание второе, переработанное и дополненное*

Минск 2022

УДК 674.093(076.5)(075.8)

ББК 37.132я73

Я65

**Р е ц е н з е н т ы :**

кафедра «Профессиональное обучение и педагогика» БНТУ

(доцент кафедры кандидат педагогических наук,

доцент *Е. П. Дирвук*);

главный инженер ОАО «Минскдрев» *А. А. Котов*

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».*

**Янушкевич, А. А.**

Я65      Технология лесопильного производства. Практикум : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Технология деревообрабатывающих производств», «Машины и оборудование лесного комплекса», «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» / А. А. Янушкевич, И. И. Веретиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : БГТУ, 2022. – 182 с.

ISBN 978-985-897-022-2.

В учебном пособии приведены краткие теоретические и методические положения по рациональному раскрою лесоматериалов, выбору и расчету оборудования лесопильных цехов и складов сырья и пиломатериалов. Рассмотрены примеры решения типовых технологических задач по основным разделам дисциплины, даны контрольные вопросы и задачи для самостоятельной работы студентов, методика разработки и анализа технологических схем лесопильных цехов и складов лесопильного производства, примеры и задания по их проектированию. В приложение включены справочные материалы, необходимые для выполнения упражнений.

**УДК 674.093(076.5)(075.8)**

**ББК 37.132я73**

**ISBN 978-985-897-022-2**

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2022

© Янушкевич А. А., Веретиков И. И., 2022

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

«Технология лесопильного производства» – одна из основных технологических дисциплин специальности «Технология деревообрабатывающих производств». Студенты специальности «Машины и оборудование лесного комплекса» осваивают технологию лесопильного производства при изучении комплексной дисциплины «Технология деревообработки». Студенты специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» специализации «Энергоэффективные технологии в лесном комплексе» также осваивают технологию лесопильного производства при изучении комплексной дисциплины «Технология и оборудование деревообрабатывающих производств».

В соответствии с учебной программой студенты изучают характеристику продукции и сырье лесопильного производства; теорию раскроя бревен на пиломатериалы; рациональные способы и технологию распиловки бревен, которая включает в себя подготовку сырья к распиловке; формирование поперечного сечения и длины пиломатериалов; сортировку и хранение пилопродукции; охрану труда на лесопильных предприятиях.

В процессе изучения дисциплины студенты самостоятельно выполняют многочисленные технологические расчеты и проектируют лесопильные предприятия. При этом они используют компьютеры и программное обеспечение, разработанное сотрудниками кафедры технологии деревообрабатывающих производств Белорусского государственного технологического университета.

Пособие предназначено для глубокого изучения и освоения студентами учебного материала по дисциплине и включает краткие теоретические положения по рациональному раскрою бревен на пиломатериалы, выбору и расчету оборудования и разработке технологических схем лесопильных цехов и складов сырья и пиломатериалов. В издании приведены методика и примеры решения типовых задач и разработаны задачи по основным разделам дисциплины для самостоятельного решения. При этом одна часть задач предназначена для выполнения студентами в аудитории вместе с преподавателем, а другая – для самостоятельной индивидуальной

работы студентов. Кроме этого, в пособии приводятся необходимые справочные материалы.

При написании учебного пособия использован многолетний опыт преподавания дисциплины авторами и сотрудниками кафедры.

Первое издание учебного пособия «Технология лесопильного производства. Практикум» под авторством А. А. Янушкевича вышло в 2012 году.

За последние годы значительно обновилось и усовершенствовалось техническое оснащение лесопильных заводов. На предприятиях Республики Беларусь установлено и работает лесопильное оборудование нового поколения, позволяющее комплексно перерабатывать древесное сырье на высококачественную пилопродукцию и технологическую щепу для целлюлозно-бумажного производства, которое начало развиваться в нашей стране (фрезернопильные линии с предварительной окоркой бревен, многоленточные конвейерные линии и др.). Современное оборудование работает также на участках подготовки сырья к распиловке и сортировки пиломатериалов (автоматизированные сортировочные установки для бревен и досок и т. п.).

Настоящее издание учебного пособия переработано и дополнено с учетом современных достижений науки и техники лесопиления. Устаревшие материалы, не соответствующие современному состоянию техники и технологии лесопильных предприятий, а также сведения по пересмотренным стандартам, нормативам и т. д. исключены и заменены новыми.

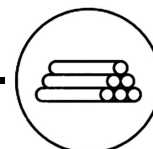
Разделы 1, 2, 4 и 6 данного учебного пособия написаны автором А. А. Янушкевичем, а разделы 3 и 5 и приложение подготовлены авторами А. А. Янушкевичем и И. И. Веретиковым.

Авторы выражают благодарность студентам Михадюк Василине, Жудро Валерии, Кулич Виталии, Толмачевец Лилии за помощь в оформлении материалов пособия.

Авторы благодарны рецензентам Е. П. Дирвуку и А. А. Котову за большой труд и советы, которые способствовали улучшению качества учебного пособия.

# 1

## РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ПИЛОПРОДУКЦИИ



Основной продукцией лесопильного производства являются пиломатериалы, которые получают при продольной распиловке круглых лесоматериалов (бревен).

Рациональный раскрой предусматривает получение из бревен наибольшего объемного выхода качественных пиломатериалов, соответствующих заданной спецификации. Для обеспечения требований рационального раскроя необходимо знать и учитывать размерно-качественную характеристику бревен и пилопродукции, уметь составлять оптимальные схемы распиловки (поставы) и анализировать их.

Рассмотрим правила обмера и учета бревен и пиломатериалов.

### 1.1. Характеристика пиломатериалов

*Пиломатериалы хвойных пород* (обрезные и необрезные), согласно СТБ 1713-2007, должны соответствовать по толщине размерам, приведенным в табл. 1. В этой таблице указаны также номинальные размеры ширины обрезных досок.

Ширина необрезных или односторонне-обрезных пиломатериалов определяется как полусумма двух пластей, измеренных на середине их длины. Ширина узкой пласти необрезной доски, которая измерена в любом месте по длине, для досок толщиной от 16 до 50 мм включительно должна быть не менее 50 мм, для досок толщиной свыше 50 до 100 мм включительно – не менее 60 мм и для брусьев толщиной свыше 100 до 300 мм – не менее 0,6 толщины. По ширине размеры необрезных досок установлены через 10 мм. При округлении части до 5 мм не учитываются, а 5 мм и более считаются за 10 мм. Длина хвойных пиломатериалов установлена от 0,5 до 2,0 м включительно с градацией 0,1 м, свыше 2,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м.

Таблица 1

## Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм

Толщина, мм	Ширина (обрезные пиломатериалы), мм								
	75	100	125	150	175	200	225	250	275
16	75	100	125	150	–	–	–	–	–
19	75	100	125	150	175	–	–	–	–
22	75	100	125	150	175	200	225	–	–
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	–	100	125	150	175	200	225	250	275
125	–	–	125	150	175	200	225	250	–
150	–	–	–	150	175	200	225	250	–
175	–	–	–	–	175	200	225	250	–
200	–	–	–	–	–	200	225	250	–
250	–	–	–	–	–	–	–	250	–

*Примечание.* По требованию потребителя допускается изготовление пиломатериалов с размерами, которые не указаны в таблице.

Определены следующие предельные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов хвойных пород:

– по длине – от 0 до +3% от номинальной длины, но не более +50 мм;

– по толщине при размерах до 39 мм включительно –  $\pm 1$  мм; от 40 до 100 мм – от +2,0 до –1,0 мм; более 100 мм – от +3,0 до –2,0 мм;

– по ширине при размерах до 100 мм – от +2,0 до –1,0 мм; более 100 мм – от +3,0 до –2,0 мм.

Стандарты определяют также технические требования к хвойным пиломатериалам, которые применяются в промышленности, строительстве и производстве тары. В зависимости от наличия пороков древесины и качества обработки хвойные доски и бруски делятся на пять сортов (отборные, I, II, III и IV), а брусья – на четыре сорта (I, II, III и IV). Для каждого сорта установлены нормативные размеры допускаемых пороков древесины и качества обработки. Основными сортообразующими пороками являются сучки, трещины,

гнили, а также дефекты обработки – обзол, крыловатость, шероховатость поверхности и др.

**Пиломатериалы лиственных пород** по СТБ 1714-2007 в зависимости от наличия пороков древесины и качества обработки делятся на три сорта – I, II и III. Установлены следующие размеры: толщина пиломатериалов лиственных пород – 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм, ширина досок обрезных – 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180 и 200 мм, а необрезных и односторонне-обрезных – 50 мм и более через 10 мм. Ширина узкой пласти необрезных досок лиственных пород должна быть не менее 40 мм. Длина досок из твердолиственных пород установлена от 0,5 до 6,5 м через 0,1 м, а досок из мягколиственных пород и березы – от 0,5 до 2,0 м через 0,1 м; от 2,0 до 6,5 м через 0,25 м.

Установлены следующие предельные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов лиственных пород:

– по длине – от 0 до +3% от номинальной длины, но не более +50 мм;

– по толщине – для досок толщиной до 32 мм –  $\pm 1,0$  мм; для досок толще 32 мм –  $\pm 2,0$  мм; для брусьев толще 100 мм –  $\pm 3,0$  мм;

– по ширине – для досок шириной до 100 мм –  $\pm 2,0$  мм; для пиломатериалов, ширина которых больше 100 мм, –  $\pm 3,0$  мм.

Номинальные размеры хвойных и лиственных пиломатериалов по толщине и ширине установлены для древесины влажностью 20%. При влажности древесины больше или меньше 20% размеры пиломатериалов необходимо определять с учетом величины усушки (табл. П1). Величину усушки по толщине и ширине для хвойных и лиственных пиломатериалов устанавливают по соответствующим стандартам в зависимости от размеров досок, их начальной и конечной влажности. По длине усушка пиломатериалов незначительная, и поэтому не учитывается.

Размеры, которые имеют пиломатериалы непосредственно после распиловки бревен, называют распиловочными. Эти размеры больше номинальных на величину усушки:

$$P = H + y,$$

где  $P$  – распиловочный размер, мм;  $H$  – номинальный размер, мм;  $y$  – величина усушки, мм.

Например, если нужна хвойная доска толщиной 40 мм, то необходимо выпилить ее толщиной 41,2 мм (величина усушки для толщины 40 мм составляет 1,2 мм). При высыхании до влажности 20% ее толщина станет 40 мм. Фактические размеры досок – это размеры при их измерении.

Толщину и ширину пиломатериалов в соответствии с СТБ EN 1309-1-2010 измеряют в миллиметрах, а длину – в метрах. Объем пиломатериалов определяют по номинальным размерам в кубических метрах. Правила обмера досок: толщину и ширину обрезных досок измеряют в любом месте длины, но не ближе 150 мм от торца; ширину необрезных досок определяют как полусумму ширины двух пластей, измеренных на середине ее длины:

$$b_n = (b + B) / 2,$$

где  $b_n$  – ширина необрезной доски, мм;  $b$  – ширина узкой (внешней) пласти доски, мм;  $B$  – ширина широкой (внутренней) пласти доски, мм.

Длину доски определяют по наименьшему расстоянию между ее торцами с точностью 0,01 м.

Правилами учета объема необрезных досок по СТБ 1628-2006 предусмотрены три способа – поштучный, пакетный и выборочный.

При поштучном учете определяют объем каждой необрезной доски  $V$  по формуле

$$V = 10^{-6} \cdot a_n \cdot b_{\phi} \cdot l \cdot K_y, \text{ м}^3,$$

где  $a_n$  – толщина доски (номинальный размер), мм;  $b_{\phi}$  – ширина доски (фактический размер), мм;  $l$  – длина доски, м;  $K_y$  – коэффициент, который учитывает величину усушки по ширине (для хвойных пород древесины  $K_y = 0,96$ , для лиственных  $K_y = 0,95$ ).

При пакетном способе определяют объем пакетов досок, а при выборочном – объем пакетов или отдельных досок по выбору со всей партии и распространяют результаты на всю партию досок.

При учете пакетным способом объем необрезных досок в пакете определяют по формуле

$$V_d = B \cdot H \cdot L \cdot f, \text{ м}^3,$$

где  $B, H, L$  – габаритные размеры пакета (соответственно ширина, высота и длина), м;  $f$  – коэффициент, который учитывает плотность укладки и зависит от породы и размеров досок ( $f = 0,52–0,73$ ), табл. ПЗ1.



Пилопродукцию производят по спецификациям, составленным с учетом требований их потребителей. Спецификацией пиломатериалов называют ведомость, в которой дано распределение пиломатериалов по породам, размерам, качеству и назначению. В спецификации указывается также количество (объем) пиломатериалов каждой типоразмерной группы. Для решения многих технологических задач необходимо рассчитать средние размеры досок по спецификации.

Средние толщину и ширину пиломатериалов по спецификации можно определить по следующим формулам:

$$a_c = \frac{Q}{\frac{g_1}{a_1} + \frac{g_2}{a_2} + \dots + \frac{g_n}{a_n}}, \text{ мм};$$

$$b_c = \frac{Q}{\frac{Q_1}{b_1} + \frac{Q_2}{b_2} + \dots + \frac{Q_n}{b_n}}, \text{ мм},$$

где  $a_c$  – средняя толщина, мм;  $b_c$  – средняя ширина, мм;  $Q$  – объем всех досок по спецификации, м<sup>3</sup>;  $g_1, g_2, \dots, g_n$  – объем досок, м<sup>3</sup>, которые имеют соответствующую толщину  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , мм;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – объем досок, м<sup>3</sup>, которые имеют соответствующую ширину  $b_1, b_2, \dots, b_n$ , мм.

✓ **Пример 1.** Найти объем необрезной хвойной доски, размеры которой следующие: толщина – 26 мм, ширина узкой пласти по середине длины – 123 мм, широкой пласти – 147 мм, длина – 5,28 м. Влажность доски составляет 40%.

**Решение.** Объем необрезной доски найдем по формуле

$$V = 10^{-6} \cdot a_n \cdot b_\phi \cdot l \cdot K_y, \text{ м}^3.$$

В соответствии с условиями примера имеем  $a_n = 25$  мм;

$$b_\phi = \frac{123 + 147}{2} = 135 \text{ мм}.$$

Стандартные размеры составляют  $b_{\phi, \text{ст}} = 140$  мм;  $l_{\text{ст}} = 5,25$  м;  $K_y = 0,96$ . Тогда объем досок:

$$V = 10^{-6} \cdot 25 \cdot 140 \cdot 5,25 \cdot 0,96 = 0,01764 \text{ м}^3.$$

## 1.2. Характеристика пиловочного сырья

В соответствии со стандартами СТБ 1711-2007 и СТБ 1712-2007 круглые лесоматериалы делятся на три группы: мелкие – диаметром 6–13 см, средние – диаметром 14–24 см и крупные – диаметром 26 см и более. В указанных стандартах установлены требования к лесоматериалам в зависимости от их назначения. Для выработки пиломатериалов и заготовок общего назначения используются лесоматериалы диаметром 10 см и более.

Диаметр бревна измеряют в вершинном торце без учета коры. Его определяют как длину прямой линии, которая проходит через геометрический центр перпендикулярно продольной оси лесоматериала. Когда поперечное сечение не соответствует кругу, тогда измеряют два взаимно перпендикулярных диаметра и за расчетный диаметр принимают их полусумму. Место измерения диаметра не должно совпадать с утолщением, которое вызвано наличием сучка или других пороков.

По СТБ 1667-2012 «Лесоматериалы круглые. Методы измерения размеров и определения объема» измеряют диаметр бревен без коры с точностью до 0,1 см. Диаметр бревна учитывается в сантиметрах с округлением до целого числа. При этом дробные доли менее 0,5 см в расчет не принимаются, а доли, равные 0,5 см и более, приравнивают к большему целому числу.

Длину бревен измеряют по наименьшему расстоянию между торцами в метрах и округляют до 0,01 м. Например, длина хвойных бревен для производства пиломатериалов общего назначения установлена в пределах 3,0–6,5 м через 0,25 м; для производства тарных заготовок – 1,0–2,7 м через 0,1 м и 3,0–6,5 м через 0,5 м. Для производства пиломатериалов общего назначения длина бревен мягких лиственных пород и березы составляет 2,0–6,0 м через 0,25 м, а твердых лиственных пород – 1,0–6,0 м через 0,1 м; для производства тарных заготовок установлена длина бревен мягких лиственных пород и березы 0,6 м и более через 0,1 м.

Лесоматериалы для продольной распиловки должны иметь припуск по длине 0,03–0,05 м.

В соответствии с действующими стандартами СТБ 2316-1-2013 и СТБ 2316-2-2013 устанавливаются правила сортировки по качеству и характеристики сортов для круглых лесоматериалов хвойных

пород (ели, пихты, сосны), а стандартами СТБ 2315-1-2013 и СТБ 2315-2-2013 – для круглых лесоматериалов лиственных пород (дуб, ясень, береза, осина, ольха).

По качеству в соответствии с этими стандартами круглые лесоматериалы делятся на четыре сорта: А, В, С, D.

Общее описание сортов в зависимости от качества:

– сорт А – соответствует круглому лесоматериалу высшего качества, без пороков или с незначительными пороками, не ограничивающими его использование;

– сорт В – соответствует круглому лесоматериалу нормального качества без конкретных требований к чистоте древесины. Допускается минимальное содержание некоторых пороков, существенно не ухудшающих свойства лесоматериала;

– сорт С – соответствует круглому лесоматериалу умеренного качества, допускаются любые пороки, существенно не ухудшающие его свойства;

– сорт D – соответствует круглому лесоматериалу низшего качества.

Нормы ограничения признаков, характеризующих качество древесины для каждого сорта, приводятся в соответствующих таблицах указанных стандартов.

В соответствии с СТБ 2426-2015 устанавливаются правила приемки, методы контроля, сортировки, маркировки и транспортирования круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород.

Характерной особенностью формы бревна является уменьшение диаметра от комля к вершине.

Средний сбеги – это изменение диаметра на единице длины бревна. Он определяется по формуле

$$c = (D - d) / L,$$

где  $c$  – средний сбеги, см/м;  $D, d$  – диаметры бревна соответственно в нижнем и верхнем торцах, см;  $L$  – длина бревна, м.

Отметим, что определение сбега в зависимости от диаметра в верхнем торце больше подходит для точных расчетов в лесопильном производстве. Для укрупненных расчетов можно принимать  $c = 1$  см/м.

От величины сбега и длины бревна зависит коэффициент сбега:

$$K = D / d = (d + c \cdot L) / d.$$

Коэффициент сбега влияет на объем бревна и на использование древесины при его распиливании.

В зависимости от места вырезки из ствола бревна могут иметь форму, которая напоминает цилиндр, усеченный параболоид вращения, усеченный конус или нейлоид. Наибольшее количество бревен напоминают форму усеченного параболоида вращения или усеченного конуса.

Фактический объем бревна можно определить по объему усеченного параболоида вращения по формуле

$$V_{\text{п}} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) \cdot L, \text{ м}^3,$$

или по объему усеченного конуса по формуле

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + D \cdot d + d^2}{3} \right) \cdot L, \text{ м}^3,$$

где  $D, d$  – диаметры бревна соответственно в комлевом и вершинном торцах, м;  $L$  – длина бревна, м.

По СТБ 1667 объем бревен определяется поштучным или групповым методом. К поштучному методу относятся: метод верхнего диаметра, секционный метод, метод срединного сечения, метод двух сечений. Объем бревна вычисляют с точностью 0,001 м<sup>3</sup>. Групповой метод применяют для определения объемов балансов и бревен диаметром до 13 см в штабелях.

В практической деятельности объем бревна определяют по его вершинному диаметру и длине, пользуясь таблицами объемов в соответствии с ГОСТ 2708–75 (табл. 2).

Для оценки возможного использования древесины объем бревна делят на две части: 1) центральную, к которой относят зону цилиндра с основой, равной диаметру в верхнем торце; 2) боковую (зону сбега). Таким образом,

$$V_{\text{б}} = V_{\text{ц}} + V_{\text{сб}};$$

$$V_{\text{ц}} = (\pi \cdot d^2 / 4) \cdot L,$$

где  $V_{\text{б}}$  – объем бревна, м<sup>3</sup>;  $V_{\text{ц}}$  – объем цилиндрической зоны, м<sup>3</sup>;  $V_{\text{сб}}$  – объем зоны сбега, м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Объем бревен, м<sup>3</sup>

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м						
	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5
10	0,026	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075
11	0,032	0,045	0,053	0,062	0,070	0,080	0,090
12	0,038	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103
13	0,045	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,120
14	0,052	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135
16	0,069	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172
18	0,086	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,210
20	0,107	0,147	0,170	0,190	0,210	0,230	0,260
22	0,130	0,178	0,200	0,230	0,250	0,280	0,310
24	0,157	0,210	0,240	0,270	0,300	0,330	0,360
26	0,185	0,250	0,280	0,320	0,350	0,390	0,430
28	0,220	0,290	0,330	0,370	0,410	0,450	0,490
30	0,250	0,330	0,380	0,420	0,470	0,520	0,560
32	0,280	0,380	0,430	0,480	0,530	0,590	0,640
34	0,320	0,430	0,490	0,540	0,600	0,660	0,720
36	0,360	0,480	0,540	0,600	0,670	0,740	0,800
38	0,390	0,530	0,600	0,670	0,740	0,820	0,900
40	0,430	0,580	0,660	0,740	0,820	0,900	0,990
42	0,470	0,640	0,730	0,810	0,900	1,000	1,080
44	0,520	0,700	0,800	0,890	0,990	1,090	1,200
46	0,570	0,770	0,870	0,980	1,080	1,190	1,300

Объем зоны сбега:

$$V_{\text{сб}} = V_{\text{б}} - V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) \cdot L - \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot L = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 - d^2}{2} \right) \cdot L.$$

Используя равенство  $D^2 = K^2 \cdot d^2$ , будем иметь

$$V_{\text{сб}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \left( \frac{K^2 - 1}{2} \right).$$

Это значит, что объем сбеговой зоны зависит от коэффициента сбега, диаметра и длины бревна.

Средний объем и среднюю длину партии бревен определяют по следующим формулам:

$$V_{\text{с}} = \frac{\sum_{i=1}^m V_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \text{ м}^3;$$

$$L_c = \frac{\sum_{i=1}^m L_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \text{ М,}$$

где  $V_i$  и  $L_i$  – объем и длина  $i$ -го бревна соответственно в метрах кубических и метрах;  $n_i$  – количество  $i$ -х бревен в партии, шт.

По  $V_c$  и  $L_c$  при помощи таблиц объемов круглых лесоматериалов можно определить  $d_c$  – средний диаметр партии бревен. Его можно найти также по формуле

$$d_c = \sqrt{\left( \sum_{i=1}^m d_i^2 \cdot n_i \right) / \sum_{i=1}^m n_i},$$

где  $d_i$  – диаметр  $i$ -го бревна, см.

✓ **Пример 2.** Для бревна, диаметр которого при измерении в вершинном торце составляет 22,4 см, в комлевом – 28,2 см, а длина – 6 м, найти фактический сбег, коэффициент сбега и объем и сравнить их с табличными.

**Решение.** Фактический сбег составляет

$$c = \frac{28,2 - 22,4}{6} = 0,97 \text{ см/м,}$$

а коэффициент сбега  $K = 28,2 / 22,4 = 1,26$ .

Фактический объем бревна составляет:

– для усеченного параболоида вращения

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) \cdot L = \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{28,2^2 + 22,4^2}{2} \right) \cdot 6 = 0,305 \text{ м}^3;$$

– для усеченного конуса

$$\begin{aligned} V_{\kappa} &= \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D^2 + D \cdot d + d^2}{3} \right) \cdot L = \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot \left( \frac{28,2^2 + 28,2 \cdot 22,4 + 22,4^2}{3} \right) \cdot 6 = 0,303 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Для сравнения по табл. П4 и П5 находим стандартные значения  $c = 0,76$  см/м,  $K = 1,21$ , а по табл. 2 –  $V_T = 0,28$  м<sup>2</sup>.

### Контрольные вопросы

1. Что является продукцией лесопильного производства?
2. Приведите классификацию пиломатериалов.
3. Правила измерения обрезных и необрезных досок.
4. Чем отличается фактический размер доски от номинального?
5. Как измеряется ширина необрезных досок?
6. Какие стандартные размеры по ширине имеют обрезные и необрезные доски?
7. Какая длина досок является стандартной?
8. Какие установлены максимальные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов?
9. По каким признакам пиломатериалы делятся по сортам?
10. Назовите основные пороки пиломатериалов, которые определяют сорт.
11. Как определить сорт доски?
12. Что включает спецификация пиломатериалов и как определяются средние размеры их по спецификации?
13. Что является сырьем для лесопильного производства?
14. Какую форму имеют бревна по длине, в поперечном сечении?
15. Как определяют сбеги и объем бревна?
16. Правила измерения диаметра и длины бревна.
17. Правила округления диаметров при их измерении.
18. От чего зависит сбеговая зона бревна и как определить ее объем?
19. Назовите основные сортообразующие пороки в бревнах.
20. Какие закономерности распространения сучков в круглых лесоматериалах?
21. Как определить сорт бревна?
22. Как определить средние размеры бревен по спецификации?
23. Как определить фактический объем бревна?

### Задачи

1. При измерении хвойных обрезных досок сразу после распиловки бревна были установлены следующие размеры: первая доска – толщина 26 мм, ширина 102 мм и длина 4,1 м; вторая – соответственно 25 мм, 102 мм и 6,02 м. Определить объем этих досок.

2. Определить объем березовой необрезной доски, если при измерении ее после распиловки бревна оказалось, что толщина составляет 20 мм, ширина узкой пласти по середине длины – 106 мм, а широкой пласти – 128 мм, длина – 4,3 м.

3. Результаты измерения досок сразу после распиловки бревен приведены в табл. 3. Определить объемы досок.

Таблица 3

Распиловочные размеры досок

Вариант	Доски обрезные сосновые			Вариант	Доски необрезные				
	Толщина, мм	Ширина, мм	Длина, м		Порода	Толщина	Ширина пласти на середине длины		Длина, м
							<i>b</i>	<i>B</i>	
1	19,9	78,0	4,3	16	Сосна	20,1	98	112	3,8
2	18,7	75,7	3,8	17	Сосна	19,9	102	120	3,3
3	20,1	104,0	4,3	18	Береза	18,7	110	128	4,0
4	25,4	101,7	4,8	19	Осина	24,9	114	134	4,5
5	24,9	102,4	4,0	20	Ель	23,4	110	126	3,9
6	23,4	105,0	4,5	21	Сосна	25,4	107	123	5,1
7	26,0	125,9	3,9	22	Дуб	26,0	105	135	4,8
8	32,8	127,4	5,1	23	Береза	33,2	109	131	5,2
9	33,2	126,5	5,3	24	Осина	32,8	126	142	5,3
10	40,7	127,3	4,8	25	Сосна	41,2	129	137	4,8
11	41,2	153,8	5,5	26	Сосна	40,7	141	153	6,0
12	52,8	154,6	6,0	27	Ель	52,7	137	151	6,3
13	49,9	153,0	6,3	28	Дуб	50,0	131	145	5,8
14	62,3	155,1	5,8	29	Дуб	61,0	156	162	5,0
15	59,9	154,8	6,0	30	Сосна	62,0	164	176	6,1

4. Определить сорт хвойной обрезной доски толщиной 32 мм и шириной 125 мм, которая имеет на 1 пог. м погонном пласти три здоровых сучка диаметром 30 мм. Остальные сучки меньших размеров, других пороков нет.

5. Сосновая доска при влажности 45% имеет размеры: толщина – 26 мм, ширина – 154 мм, длина – 4,1 м. На 1 пог. м ее пласти имеются здоровые сросшиеся сучки размером 35, 48 и 50 мм. Определить объем и сорт этой доски и указать ее маркировку на торце.

6. Размеры осиновой обрезной доски при влажности 50% следующие: толщина – 34 мм, ширина – 130 мм, длина – 4,3 м. На 1 пог. м ее пласти имеются здоровые сросшиеся сучки размером



15, 18 и 45 мм. Определить объем и сорт этой доски и указать ее маркировку на торце.

7. При обмере хвойной доски сразу после распиловки бревна было установлено, что ее толщина равна 46 мм, ширина – 156 мм, длина – 6,3 м. На 1 м длины пласти имеются сучки: один здоровый сросшийся диаметром 15 мм, другой несросшийся диаметром 10 мм. Определить объем и сорт доски и указать маркировку на торце.

8. Сухие необрезные хвойные доски уложены в плотный пакет шириной 1,35 м и высотой 1,5 м. По высоте пакета уложены два ряда прокладок толщиной 25 мм. Размеры досок: толщина – 25 мм, длина – 4,0 м. Определить объем необрезных досок.

9. Необрезные ольховые доски толщиной 40 мм и длиной 4 м имеют влажность 40%. Доски уложены в транспортный пакет размером: ширина – 1,3 м, высота – 1,5 м. По высоте пакета имеются три прокладки толщиной 32 мм. Определить объем досок в пакете.

10. Сухие обрезные хвойные доски толщиной 50 мм, шириной 150 мм и длиной 5 м уложены в плотный пакет, ширина которого составляет 1,5 м, высота – 2,0 м. Определить объем досок в пакете.

11. Определить среднюю толщину и ширину обрезных досок по спецификации, которая приведена в табл. 4.

Таблица 4

## Спецификация досок

Толщина, мм	Ширина, мм				Всего, м <sup>3</sup>
	75	100	150	175	
	Объем, м <sup>3</sup>				
19	250	80	–	–	330
25	–	140	60	–	200
32	–	20	110	–	130
40	–	–	300	–	300
75	–	–	–	40	40
Вместе	250	240	470	40	1000

12. При измерении бревна установлено, что его вершинный диаметр составляет 21,6 см, комлевый – 24 см, длина – 4,6 м. Определить фактический сбег, коэффициент сбega и объем этого бревна и сравнить их с значением табл. П4 и П5.

13. Вершинный диаметр бревна составляет 18,7 см, длина – 4,1 м. Определить объем бревна и диаметр на середине стандартной длины бревна.



Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	20,5	24,6	5,26									
11	20,9	25,1	5,30									
12	21,1	26,0	5,10									
13	22,1	26,8	4,98									
14	22,8	26,9	4,51									
15	23,0	27,4	5,26									
16	24,3	28,0	5,51									
17	25,0	28,9	4,06									
18	25,2	29,3	4,01									
19	26,1	30,4	4,51									
20	26,8	32,1	5,30									
21	27,0	33,0	4,51									
22	27,5	34,0	5,07									
23	28,1	35,0	5,51									
24	29,0	36,2	4,98									
25	30,5	37,6	5,48									

18. Определить средний диаметр и среднюю длину бревна по спецификации, которая приведена в табл. 6.

Таблица 6

## Спецификация бревен

Вариант	Диаметр бревен, см	Длина бревна, м		
		4	5	6
		Объем партии бревен, м <sup>3</sup>		
1	2	3	4	5
1	20	200	500	270
	26	–	300	–
	30	400	–	–
2	18	350	400	–
	24	–	500	100
	32	200	–	130
3	16	–	500	200
	30	400	100	–
	38	200	270	–
4	22	–	400	400
	30	200	250	–
	40	200	220	–
5	20	–	250	500
	28	250	200	–
	36	200	270	–

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5
6	24	–	200	300
	30	200	500	–
	36	260	210	–
7	14	–	200	300
	20	200	250	300
	24	210	220	–
8	16	200	100	100
	24	300	250	200
	30	150	210	170
9	18	–	250	350
	24	200	300	–
	30	210	360	–
10	22	–	300	200
	26	320	230	–
	32	260	360	–

19. Определить количество бревен каждого диаметра в партии лесоматериалов объемом 1670 м<sup>3</sup>, а также средний диаметр бревен. Распределение бревен в партии по диаметрам приведено в табл. 7.

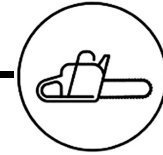
Таблица 7

**Распределение бревен**

Вариант	Диаметр, см	Длина, м	Доля бревен в общем объеме партии, %
1	14	6	20
	20	5	35
	24	5	45
2	16	6	35
	24	6	45
	32	5	20
3	20	6	35
	24	6	55
	40	5	10
4	14	6	40
	18	6	20
	24	6	40
5	24	5	25
	30	5	50
	34	5	25

Окончание табл. 7

Вариант	Диаметр, см	Длина, м	Доля бревен в общем объеме партии, %
6	20	5	40
	28	5	30
	32	4	30
7	32	4	40
	36	4	20
	40	4	40
8	24	5	35
	28	5	35
	36	5	30
9	22	5	25
	28	5	35
	34	4	40
10	20	4	35
	28	4	35
	36	4	30
11	14	5	30
	20	4	30
	28	4	10
12	20	6	20
	24	4	35
	36	4	45
13	22	5	25
	28	5	45
	36	5	30
14	20	6	35
	28	6	35
	34	6	30
15	22	4	25
	28	4	35
	38	4	40
16	14	5	40
	20	5	35
	26	5	25



Целью планирования раскроя бревен является обеспечение рационального использования сырья с учетом выполнения заданной спецификации пиломатериалов.

План раскроя бревен – это система поставов, которые обеспечивают выполнение спецификации пиломатериалов при условии рациональной распиловки данного сырья. Для составления плана раскроя необходимо учитывать заданную спецификацию бревен по размерам и качеству, спецификацию пиломатериалов, которые необходимо выпилить, и нормативы посортного выхода пилопродукции.

Основными этапами составления плана раскроя являются:

- составление поставов;
- расчет поставов;
- составление плана раскроя.

Составление и расчет поставов – важный и ответственный этап в планировании раскроя бревен, потому что он определяет рациональность использования древесины.

Рассмотрим основные положения составления и расчета поставов.

### **2.1. Составление поставов на распиловку бревен вразвал и с брусочкой**

Составить постав – это значит выбрать способ распиловки, определить количество выпиливаемых досок, их местоположение в торце бревна и толщину. Поставы должны обеспечивать рациональный раскрой бревен на пиломатериалы, которые соответствуют спецификации и имеют высокое качество.

Теоретические исследования по распиловке бревен дают возможность сформулировать основные требования к составлению рациональных поставов.

1. При распиловке вразвал из центральной зоны бревна предусматривают выпиливание толстых досок, а по мере приближения к краю торца толщина досок в поставе уменьшается.

Развальный способ выбирают для распиловки тонких бревен; для распиловки бревен на необрезные доски, из которых потом получают заготовки для мебели, строительных деталей и т. д.; для распиловки бревен лиственных пород. Раскрой необрезных досок на заготовки позволяет лучше использовать сырье, особенно при переработке кривых или сильносбежистых пиломатериалов.

2. При распиловке с брусовкой толщину бруса выбирают в пределах 0,55–0,80 вершинного диаметра бревна с учетом спецификации пиломатериалов; толщину досок за брусом в первом проходе и толщину боковых досок за пределами пласти бруса определяют по соответствующим графикам (рис. П1 и П2) и принимают по возможности одинаковых размеров. Толщину досок, которые выпиливают из средней части бруса во втором проходе, определяют с учетом качественных зон бревна и спецификации пиломатериалов. При этом желательно выпиливать толстые доски только одного-двух размеров по толщине.

Отметим, что распиловка с брусовкой обеспечивает лучшее использование качественных зон бревна и меньшее рассеивание размеров пиломатериалов, чем распиловка вразвал. Объемный выход обрезных досок, особенно спецификационных, при распиловке с брусовкой увеличивается.

3. Поставы должны быть симметричными относительно центра бревна. Несимметричные поставы увеличивают количество размеров досок по ширине, усложняют их сортировку, создают неблагоприятные условия для работы лесопильной рамы.

4. В один постав не рекомендуется включать доски смежной толщины (16 и 19, 19 и 22, 22 и 25), потому что при их сортировке усложняется распределение по размерам досок, толщина которых отличается менее чем на 5 мм.

5. Не рекомендуется составлять поставы с большим количеством пил, т. е. выпиливать только тонкие доски, потому что при перегрузке лесопильной рамы значительно снижается ее производительность. Оптимальное количество досок в поставе выбирают по табл. Пб.

6. В связи с тем что сердцевинная часть доски имеет низкое качество, толщина центральных и сердцевинных досок принимается не меньшей, чем указано в табл. П7.

7. Ширина постава не должна превышать размеров предельного охвата диаметра бревна поставом (формула (44) [1]).

8. При составлении поставов на выпиливание специальных пиломатериалов необходимо учитывать отдельные требования, которые к ним предъявляются (например, радиальность резонансных досок).

При составлении поставов используют графики и таблицы профессора Н. А. Батина. Рассмотрим порядок составления поставов на примерах.

✓ **Пример 3.** Бревна хвойных пород диаметром  $d = 20$  см и длиной  $L = 5$  м распиливают на лесопильной раме. Ширина пропила составляет  $s = 3,6$  мм. Составить постав на распиловку этих бревен вразвал.

**Решение.** По табл. П6 выбираем оптимальное количество досок в поставе (6 досок) и составляем схему постава (рис. 1).

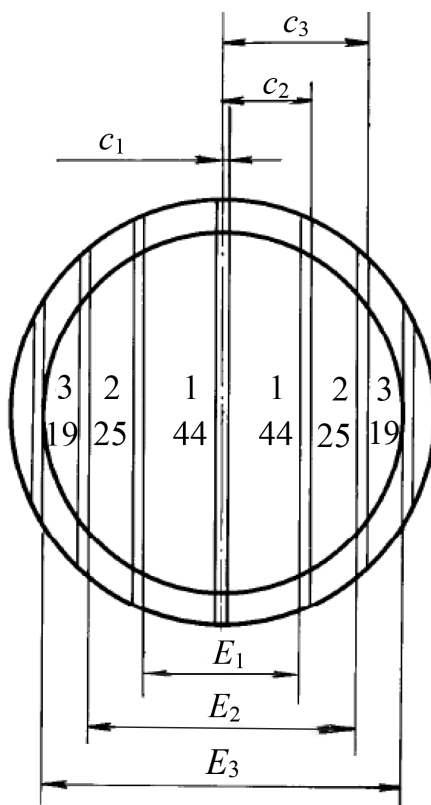


Рис. 1. Схема постава на распиловку бревен вразвал



После этого определяем толщину досок по графикам Н. А. Батина (рис. П1). Сначала устанавливаем номер графика, по которому будем определять толщину досок, по формуле

$$N = (m + 1) - n,$$

где  $N$  – номер графика;  $m$  – общее количество пар досок в поставе;  $n$  – порядковый номер доски от центра торца бревна.

Толщину первой доски определим по графику  $N_1 = (3 + 1) - 1 = 3$ , т. е. по графику 3, соответственно толщину второй доски – по графику 2, третьей – по графику 1.

Для определения толщины доски необходимо знать расстояние от центра постава до внутренней пласти доски. Для первой доски это расстояние  $c_1 = 0,5 \cdot s = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8$  мм. Тогда на оси абсцисс находим точку  $c_1 = 1,8$  мм и по вертикали поднимаемся для пересечения с кривой, соответствующей диаметру 20 см. Точку пересечения переносим на ось ординат и находим, что стандартная толщина  $a_1 = 44$  мм.

Для второй доски расстояние от центра постава до внутренней пласти  $c_2 = c_1 + (a_1 + y_1 + s) = 1,8 + (44 + 1,4 + 3,6) = 50,8$  мм. Отметим, что величина усушки  $y_1 = 1,4$  мм для доски толщиной  $a_1 = 44$  мм определяется по табл. П1.

По графику 2 устанавливаем толщину второй доски:  $a_2 = 25$  мм.

Для третьей доски

$$c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 50,8 + (25 + 0,8 + 3,6) = 80,2 \text{ м.}$$

По графику 1 определяем толщину третьей доски:  $a_3 = 19$  мм.

Отметим, что при определении по графикам из двух более близких стандартных значений принимают ту толщину доски, которая задана спецификацией пиломатериалов.

Таким образом, в нашем примере составленный постав имеет следующий вид:

$$19 - 25 - 44 - 44 - 25 - 19.$$

Общая ширина этого постава, т. е. расстояние между наружными пластиками крайних досок, составляет

$$\begin{aligned} E_{\text{п}} &= 2 \cdot ((a_1 + y_1 + s / 2) + (a_2 + y_2 + s) + (a_3 + y_3 + s)) = \\ &= 2 \cdot ((44 + 1,4 + 3,6 / 2) + (25 + 0,8 + 3,6) + (19 + 0,6 + 3,6)) = \\ &= 199,6 \text{ мм} = 0,998 \cdot d. \end{aligned}$$

На основе этого расчета можно сделать вывод, что охват диаметра бревна поставом соответствует требованиям теории раскря.

✓ **Пример 4.** Составить постав на распиловку бревен хвойных пород диаметром 24 см, длиной 5 м на обрезные пиломатериалы с брусковкой. Ширина пропила составляет 3,6 мм. По спецификации нужны доски шириной 150 мм.

**Решение. Постав для I прохода.** С учетом спецификации пиломатериалов выбираем толщину бруса 150 мм (это соответствует  $0,625 \cdot d$ , т. е. находится в пределах рекомендуемых правил составления поставов). По табл. Пб определяем количество досок, которые выпилят в I проходе (по две доски с каждой стороны за брусом). После этого составляем схему постава для I прохода (рис. 2).

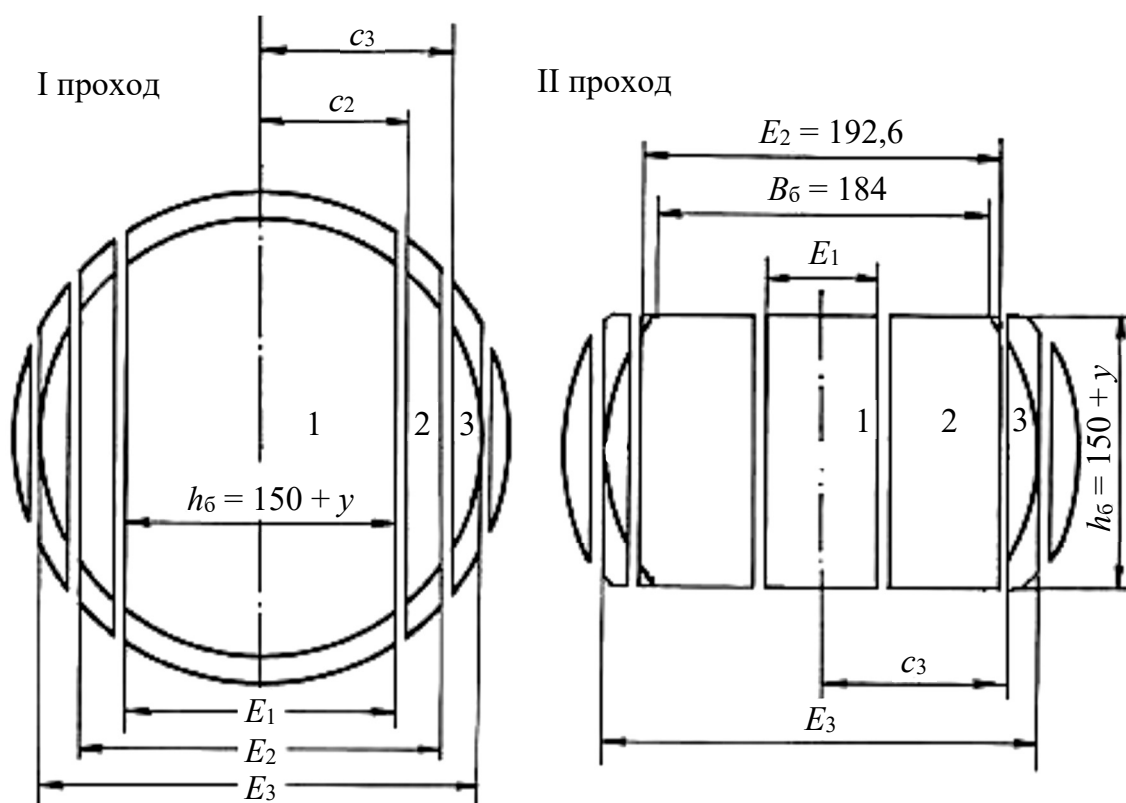


Рис. 2. Схема постава на распиловку бревен с брусковкой

Толщину досок определяем, как и в примере 1, по графикам Н. А. Батина. Сначала устанавливаем номер графика, по которому будем определять толщину досок. Для второй доски – это график 2, а для третьей – график 1. Затем рассчитываем расстояние от центра:

$$c_2 = 0,5 \cdot (h_6 + y_6) + s = 0,5 \cdot (150 + 3,9) + 3,6 = 80,55 \text{ мм.}$$

По графику 2 определяем толщину второй доски ( $a_2 = 22$  мм) в соответствии со спецификацией пиломатериалов.

Для третьей доски

$$c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 80,55 + (22 + 0,7 + 3,6) = 106,85 \text{ мм.}$$

По графику 1 определяем толщину третьей доски:  $a_3 = 16$  мм. В этих расчетах  $h_6$  – номинальная толщина бруса;  $y_6, y_2$  – припуски на усушку по толщине соответственно бруса и второй доски (табл. П1);  $s$  – ширина пропила.

Отметим, что при определении толщины досок учитывают спецификацию пиломатериалов.

Таким образом, постав первого прохода будет иметь следующий вид:

$$\frac{150}{1} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}.$$

Общая ширина этого постава составит

$$E_{п1} = (150 + 3,9) + 2 \cdot (22 + 0,7 + 3,6) + \\ + 2 \cdot (16 + 0,6 + 3,6) = 246,9 \text{ мм} = 1,03 \cdot d.$$

Это значит, охват диаметра поставом соответствует требованиям рационального раскроя.

**Постав для II прохода.** Сначала определяем ширину пласти бруса:

$$B_6 = \sqrt{d^2 - (h_6 + y_6)^2} = \sqrt{240^2 - (150 + 3,9)^2} = 184 \text{ мм.}$$

В постав для распиловки ширины пласти бруса с учетом спецификации пиломатериалов и наилучшего использования этой пласти включаем три доски толщиной 60 мм. Ширина этого постава будет

$$(60 + 1,8) + 2 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) = 192,6 \text{ мм.}$$

Отметим, что при этом обрезные доски будут иметь небольшой обзол. Однако, в соответствии с СТБ 1713-2007, для досок первого сорта допускается ширина обзола 5 мм продолжительностью до 20% от длины доски. В нашем случае ширина обзола составляет всего  $(192,6 - 184) / 2 = 4,3$  мм. Таким образом, выбранный постав из трех досок толщиной 60 мм соответствует требованиям СТБ.

По табл. Пб установим количество досок, которые выпилят из боковой зоны бревна за пластью бруса во II проходе (по одной доске с каждой стороны). Составим схему постава для II прохода (рис. 2) и определим расстояние от центра до внутренней пласти доски:

$$c_3 = 1 / 2 \cdot 192,6 + 3,6 = 99,9 \text{ мм.}$$

По графику 1 определяем толщину этой доски. Наиболее близкий стандартный ее размер будет 19 мм. Однако с учетом специфики и того, что в первом проходе выпиливается доски толщиной 22 и 16 мм, принимаем  $a_3 = 22$  мм. Тогда постав II прохода будет

$$\frac{60}{3} - \frac{22}{2}.$$

Общая ширина этого постава:

$$E_{\text{III}} = (60 + 1,8) + 2 \cdot (60 + 1,8 + 3,6) + 2 \cdot (22 + 0,7 + 3,6) = 245,2 \text{ мм} = 1,02 \cdot d.$$

Это значит, охват диаметра бревна поставом соответствует требованиям рационального раскроя.

Отметим, что постав для I прохода можно составить проще – по графикам Н. А. Батина для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна (рис. П2). Для этого на верхней горизонтальной оси находим толщину бруса с припуском на усушку ( $150 + 3,9$ ) и опускаем вертикальную линию вниз. На графике 2 (номер определяем по количеству пар досок) находим точку пересечения этой вертикали с наклонной линией диаметра 24 см. Сносим точку пересечения на ось ординат и определяем толщину обеих боковых досок – 19 мм. В этом случае постав I прохода будет

$$\frac{150}{1} - \frac{19}{4}.$$

Общая ширина постава составит

$$(150 + 3,9) + 4 \cdot (19 + 0,6 + 3,6) = 246,7 \approx 1,03 \cdot d.$$

Это значит, охват бревна этим поставом почти такой, как и в поставе, который был составлен по графикам рис. П1. Однако надо отметить, что выпиловка досок одинаковой толщины будет

содействовать упрощению дальнейшего технологического процесса по обработке досок. Но если в I проходе будут приняты доски толщиной 19 мм, то и во II проходе необходимо выпиливать доски толщиной 19 мм, а не 22 мм (в одном поставе доски по толщине должны отличаться не менее чем на 5 мм).

## 2.2. Расчет поставов на распиловку бревен на обрезные доски

*Расчет поставы* предусматривает определение ширины, длины и объема досок, а также объемного выхода пиломатериалов из бревна при его распиловке. Исходные данные для расчета поставы – диаметр, длина бревна, его сбег и объем, а также характеристика поставы (способ распиловки, количество досок в нем, их местоположение и толщина). В результате теоретических исследований установлены формулы для определения размеров обрезных досок (ширины и длины) в зависимости от местоположения досок в поставе.

Напомним некоторые из этих формул и приведем порядок расчета поставов. Сначала необходимо определить ширину пифагорической зоны, затем – ширину и длину досок.

Ширина пифагорической зоны определяется по формуле

$$E_{кр} = \sqrt{1,5 \cdot d^2 - 0,5 \cdot D^2}, \text{ мм.}$$

В *пифагорической зоне* длина обрезных досок соответствует длине бревна, а ширину находят по теореме Пифагора, а именно

$$b_i = \sqrt{d^2 - E_i^2}, \text{ мм,}$$

где  $d$  – диаметр бревна в вершинном торце, мм;  $E_i$  – расстояние между симметричными внешними пластами  $i$ -й доски, мм.

Это расстояние определяют следующим образом:

- для сердцевинной доски

$$E_c = a_c + y_c = P_c, \text{ мм;}$$

- для двух центральных досок

$$E_{ц} = 2 \cdot (a_{ц} + y_{ц} + s / 2) = 2 \cdot P_{ц}, \text{ мм;}$$

- для двух боковых досок

$$E_{б} = E_{c(ц)} + 2 \cdot (a_{б} + y_{б} + s) = E_{c(ц)} + 2 \cdot P_{б}, \text{ мм,}$$

где  $a_c, a_{ц}, a_б$  – номинальная толщина соответственно сердцевинной, центральной и боковой досок, мм;  $y_c, y_{ц}, y_б$  – припуск на усушку по толщине соответственно сердцевинной, центральной и боковой досок, мм;  $s$  – ширина пропила, мм;  $P_c, 2 \cdot P_{ц}, 2 \cdot P_б$  – расход ширины поставы соответственно на сердцевинную, две центральные и две боковые доски, мм (приведен в табл. П1 и П2).

В *параболической зоне* в соответствии с теорией раскроя бревен доски должны быть укорочены. Оптимальную ширину обрезной доски определяют по формуле ниже и принимают более близкое стандартное значение  $b_{ст(i)}$ :

$$b_{0(i)} = \sqrt{\frac{D^2 - E_i^2}{3}},$$

где  $D$  – диаметр бревна в комлевом торце, мм.

Затем находят расчетную длину доски и принимают ближайшее стандартное значение  $l_{ст(i)}$ :

$$l_{р(i)} = \frac{D - d_{р(i)}}{c};$$

$$d_{р(i)} = \sqrt{(b_{ст(i)} + y_{(i)})^2 + E_i^2}, \text{ см,}$$

где  $d_{р(i)}$  – расчетный диаметр бревна в том сечении, в котором получается ширина доски  $(b_{ст(i)} + y_{(i)})$ , см;  $c$  – сбег бревна, см/м.

При распиловке бревен с брусом (рис. 2, с. 26) ширину и длину обрезных досок, которые выпиливают в I проходе за брусом и во II проходе за пластью бруса, определяют так же, как и при распиловке вразвал. Ширина досок, выпиливаемых из бруса в пределах его пласти, будет соответствовать толщине бруса, а длина этих досок – длине бревна. Отметим, что ширину пласти бруса определяют по теореме Пифагора.

После определения размеров всех досок находят их объем, а затем расчетный объемный выход пиломатериалов из бревна.

✓ **Пример 5.** Хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 5 м распиливают вразвал на обрезные доски по поставу

$$\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Ширина пропила составляет 3,6 мм. Выполнить расчет этого постава, т. е. определить размеры досок, объем и объемный выход из бревна.

**Решение.** Сначала определяем ширину пифагорической зоны:

$$E_{кр} = \sqrt{1,5 \cdot d^2 - 0,5 \cdot D^2}.$$

Для этого находим диаметр бревна в комлевом торце:

$$D = d + c \cdot L = 20 + 0,76 \cdot 5 = 23,8 \text{ см.}$$

Тогда

$$E_{кр} = \sqrt{1,5 \cdot 200^2 - 0,5 \cdot 238^2} = 178 \text{ мм.}$$

Ширину пифагорической зоны можно определить также по табл. ПЗ.

Затем рассчитываем расстояние между симметричными пластами досок в поставе:

$$E_1 = 2 \cdot (a_1 + y_1 + s / 2) = 2 \cdot (44 + 1,4 + 3,6 / 2) = 94,4 \text{ мм;}$$

$$E_2 = E_1 + 2 \cdot (a_2 + y_2 + s) = 94,4 + 2 \cdot (25 + 0,8 + 3,6) = 153,2 \text{ мм;}$$

$$E_3 = E_2 + 2 \cdot (a_3 + y_3 + s) = 153,2 + 2 \cdot (19 + 0,6 + 3,6) = 199,6 \text{ мм,}$$

где  $a_1, a_2, a_3$  – номинальная толщина досок в поставе;  $y_1, y_2, y_3$  – припуски на усушку по толщине для соответствующих досок;  $s$  – ширина пропила.

При расчетах расстояния между симметричными пластами досок в поставе можно пользоваться табл. П1. Из расчетов видно, что первая и вторая доски находятся в пифагорической зоне ( $E_1 < E_{кр}$ ;  $E_2 < E_{кр}$ ), а третья – в параболической зоне ( $E_3 > E_{кр}$ ). Значит, первая и вторая доски будут иметь длину, равную длине бревна, т. е. 5 м, а третья доска должна быть укорочена.

Определяем ширину досок:

$$b_1 = \sqrt{d^2 - E_1^2} = \sqrt{200^2 - 94,4^2} = 176,3 \text{ мм;}$$

$$b_2 = \sqrt{d^2 - E_2^2} = \sqrt{200^2 - 153,2^2} = 128,5 \text{ мм.}$$

Если отнять припуски на усушку по ширине, то стандартные

размеры этих досок будут соответственно 175 и 125 мм.

Крайние боковые доски нужно укорачивать. Оптимальную ширину этих досок определяем по формуле

$$b_0 = \sqrt{\frac{D^2 - E_3^2}{3}} = \sqrt{\frac{238^2 - 199,6^2}{3}} = 74,8 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартную ширину этой доски 75 мм, а с припуском на усушку ширина третьей доски будет  $75 + 2,3 = 77,3$  мм.

Расчетный диаметр определяем по формуле

$$d_p = \sqrt{b_p^2 + E_3^2} = \sqrt{77,3^2 + 199,6^2} = 214 \text{ мм.}$$

Затем находим длину укороченной доски:

$$l_p = \frac{D - d_p}{c} = \frac{23,8 - 21,4}{0,76} = 3,16 \text{ м.}$$

Стандартная длина этой доски будет 3,0 м. Таким образом, в результате расчета поставка получили следующие размеры обрезных досок (в метрах) и их объем  $V_d$ :

$$\begin{aligned} 0,044 \cdot 0,175 \cdot 5 \cdot 2 &= 0,07700 \text{ м}^3 \\ 0,025 \cdot 0,125 \cdot 5 \cdot 2 &= 0,03125 \text{ м}^3 \\ 0,019 \cdot 0,075 \cdot 3 \cdot 2 &= 0,00855 \text{ м}^3 \\ &0,11680 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Объемный выход пиломатериалов из бревна составит

$$\eta = 100 \cdot \frac{V_d}{V_b} = 100 \cdot \frac{0,1168}{0,19} = 61,47\%.$$

Объем бревна  $V_b$  определяем по табл. 2 (с. 13).

✓ **Пример 6.** Хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 5 м распиливают с брусковкой на обрезные доски по поставку:

$$\text{I проход} - \frac{150}{1} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}; \quad \text{II проход} - \frac{60}{3} - \frac{22}{2}.$$

Ширина пропила составляет 3,6 мм. Выполнить расчет поставка.

**Решение.** Сначала сделаем дополнительные вычисления.

Определим комлевый диаметр бревна:

$$D = d + c \cdot L = 24 + 0,86 \cdot 5 = 28,3 \text{ см.}$$



Затем по табл. ПЗ определяем  $E_{кр} = 216$  мм.

После этого находим расстояние между симметричными пропилами в I и II проходах (рис. 2, с. 26), пользуясь табл. П6.

I проход:

$$E_1 = 153,9 \text{ мм}; E_2 = 153,9 + 52,6 = 206,5 \text{ мм};$$

$$E_3 = 206,5 + 40,4 = 246,9 \text{ мм}.$$

II проход:

$$E_1 = 61,8 \text{ мм}; E_2 = 61,8 + 130,8 = 192,6 \text{ мм};$$

$$E_3 = 192,6 + 52,6 = 245,2 \text{ мм}.$$

Отметим, что в I и во II проходах третьи доски будут укорочены, потому что  $E_3 > E_{кр}$ . Затем определяем ширину пласти бруса и ширину досок.

Ширина пласти бруса:

$$B_{бр} = \sqrt{d^2 - E_1^2} = \sqrt{240^2 - 153,9^2} = 184 \text{ мм}.$$

Ширина второй доски в I проходе, толщина которой 22 мм, составляет

$$b_2 = \sqrt{d^2 - E_2^2} = \sqrt{240^2 - 206,5^2} = 122 \text{ мм}.$$

Стандартная ширина этой доски составляет 125 мм с учетом допускаемого обзола. Таким образом, объем боковых досок первого прохода будет

$$V_2 = 0,022 \cdot 0,125 \cdot 5 \cdot 2 = 0,0275 \text{ м}^3.$$

Во II проходе ширина досок, которые выпиливают из пласти бруса, будет равна толщине бруса – 150 мм. С учетом того, что  $E_3 > B_{бр}$ , они будут иметь небольшой обзол, который допускается в первом сорте обрезных досок. Допускается обзол шириной 5 мм и длиной до 20% длины доски. В нашем примере ширина обзола составит  $(192,8 - 184) / 2 = 4,4$  мм, т. е. удовлетворяет требованиям стандарта.

Крайние доски в I и во II проходах будут укорочены. Определим их оптимальную ширину и длину в I проходе:

$$b_3 = \sqrt{\frac{D^2 - E_3^2}{3}} = \sqrt{\frac{283^2 - 246,9^2}{3}} = 79,9 \text{ мм}.$$

Стандартная ширина  $b_3 = 75$  мм, с учетом усушки получаем  $b_{3(p)} = 75 + 2,3 = 77,3$  мм.

$$d_p = \sqrt{b_{3(p)}^2 + E_3^2} = \sqrt{77,3^2 + 246,9^2} = 258,7 \text{ мм.}$$

Длина этих досок:

$$l_p = (D - d_p) / c = (28,3 - 25,87) / 0,86 = 2,82 \text{ м.}$$

Стандартная длина – 2,75 м.

Во II проходе размеры крайних досок толщиной 22 мм (также укороченных) определяются аналогично первому проходу. Их ширина составит 75 мм, а длина – 3 м.

Таким образом, в результате расчета постова получили следующие размеры досок (в метрах) и их объем:

I проход	$0,022 \cdot 0,125 \cdot 5,00 \cdot 2 = 0,0275 \text{ м}^3$
	$0,016 \cdot 0,075 \cdot 2,75 \cdot 2 = 0,0066 \text{ м}^3$
II проход	$0,060 \cdot 0,150 \cdot 5,00 \cdot 3 = 0,1350 \text{ м}^3$
	$0,022 \cdot 0,075 \cdot 3,00 \cdot 2 = 0,0099 \text{ м}^3$
	<u>0,1790 м<sup>3</sup></u>

Объемный выход пиломатериалов из бревна составит

$$\eta_n = \frac{100 \cdot 0,179}{0,27} = 66,3\%.$$

### 2.3. Расчет поставов на выпилку необрезных досок

Особенностью этого расчета является то, что ширину необрезной доски определяют как полусумму ширины двух пластей, измеренных на середине ее длины:

$$b_{н(i)} = \frac{b_i + B_i}{2}.$$

Для того чтобы определить ширину внутренней пласти доски  $B_i$  и ширину наружной пласти доски  $b_i$ , необходимо знать расстояние между симметричными внутренними  $E_{вн}$  и наружными  $E_{н}$  пластями (рис. 3).

Ширину пластей определяют по формулам:

$$B_i = \sqrt{d_c^2 - E_{вн(i)}^2};$$

$$b_i = \sqrt{d_c^2 - E_{н(i)}^2}.$$

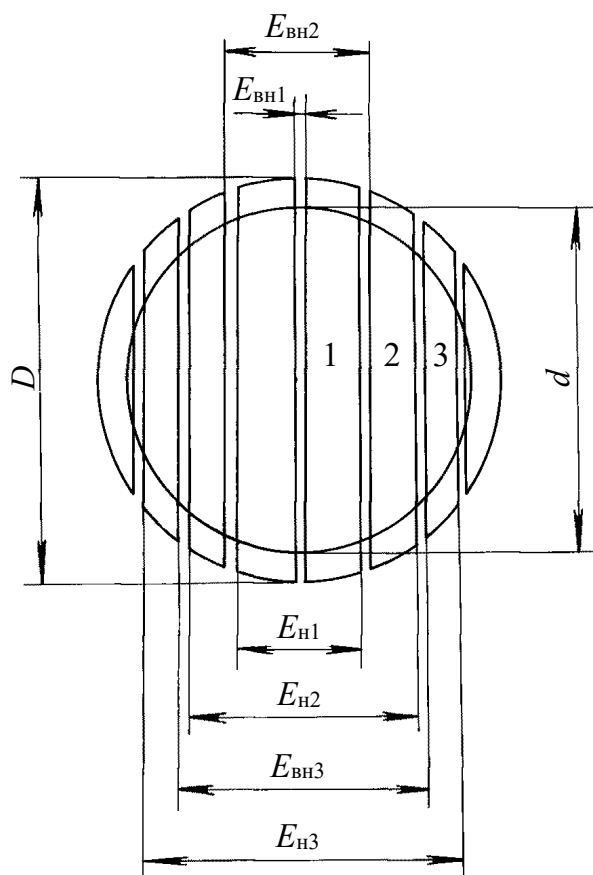


Рис. 3. Схема раскря бревен вразвал на необрезные доски

Расстояние между наружными пластами кромок находят по формулам. Расстояние между внутренними пластами досок вычисляют по формуле

$$E_{вн(i)} = E_{н(i-1)} + 2 \cdot s.$$

Диаметр бревна по середине длины доски:

$$d_c = \frac{D + d}{2} = d + c \cdot \frac{L}{2},$$

где  $D, d$  – диаметр бревна соответственно в комлевом и вершинном торцах, см;  $c$  – сбеги бревна, см/м;  $L$  – длина бревна, м.

При распиловке бревен может получиться так, что ширина наружной пласти доски в вершинном торце не будет соответствовать минимальной стандартной ширине. В этом случае доски необходимо укорачивать. Это случится тогда, когда

$$E_{н(i)} > E_{н(кр)} = \sqrt{d^2 - (b_{\min} + y)^2},$$

где  $E_{н(кр)}$  – наибольшее (критическое) расстояние между симметричными пропилами, в пределах которого обеспечивается минимальная ширина наружной пласти необрезной доски ( $b_{\min} + y$ ) в вершинном торце бревна, диаметр которого равен  $d$ .

Расчетную длину необрезной доски определяют по формуле

$$l_{н} = \frac{D - d_p}{c}.$$

Расчетный диаметр бревна в том сечении, в котором получается минимальная ширина доски:

$$d_p = \sqrt{(b_{\min} + y)^2 + E_{н}^2}.$$

Ширину обеих пластей укороченной доски определяют по диаметру бревна в том сечении, где находится середина этой доски по длине, а именно

$$d_{с(ук)} = D - c \frac{l_{н(ст)}}{2},$$

где  $l_{н(ст)}$  – стандартная длина укороченной доски.

После определения ширины и длины необрезных досок находят их объем и объемный выход из бревна. Отметим, что расчетный объемный выход необрезных пиломатериалов будет больше по сравнению с объемным выходом обрезных досок при одинаковых условиях распиловки.

Рассмотрим на примере порядок расчета поставов.



**Пример 7.** Хвойные бревна диаметрам 20 см и длиной 5 м распиливают вразвал на необрезные доски по поставу

$$\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Ширина пропила составляет 3,6 мм. Выполнить расчет этого постава, т. е. определить размеры, объем и объемный выход необрезных досок.

**Решение.** Сначала определяем расстояние между симметричными пластинами досок в поставе (рис. 3):

$$E_{вн(1)} = 3,6 \text{ мм}; E_{н(1)} = 94,4 \text{ мм (пример 5)};$$

$$E_{\text{вн}(2)} = 94,4 + 2 \cdot 3,6 = 101,6 \text{ мм}; E_{\text{н}(2)} = 153,2 \text{ мм (пример 5)};$$

$$E_{\text{вн}(3)} = 153,2 + 2 \cdot 3,6 = 160,4 \text{ мм}; E_{\text{н}(3)} = 199,6 \text{ мм (пример 5)}.$$

Определяем

$$E_{\text{н(кр)}} = \sqrt{d^2 - (b_{\text{min}} + y)^2} = \sqrt{200^2 - (50 + 1,5)^2} = 193 \text{ мм}.$$

Ширину зоны бревна  $E_{\text{н(кр)}}$ , в пределах которой получают необрезные доски, где ширина узкой пласти в вершинном торце не меньше допустимой стандартной ( $b_{\text{min}} = 50 \text{ мм}$ ), можно определить по табл. ПЗ.

Из расчетов видно, что первая и вторая необрезные доски в поставе будут иметь длину, равную длине бревна, т. е. 5 м, а третья доска должна быть укорочена. Ширину первой и второй досок определяют по диаметру, который соответствует диаметру на середине длины бревна:

$$d_{\text{cp}} = \frac{D + d}{2} = \frac{238 + 200}{2} = 219 \text{ мм}.$$

Соответственно ширина внутренней и наружной пластей первой доски будет:

$$B_1 = \sqrt{d_{\text{cp}}^2 - E_{\text{вн}(1)}^2} = \sqrt{219^2 - 3,6^2} = 219 \text{ мм};$$

$$b_1 = \sqrt{d_{\text{cp}}^2 - E_{\text{н}(1)}^2} = \sqrt{219^2 - 94,4^2} = 198 \text{ мм}.$$

Расчетная ширина первой необрезной доски:

$$b_{\text{ф}} = \frac{B_1 + b_1}{2} = \frac{219 + 198}{2} = 208,5 \text{ мм}.$$

Стандартная ширина этой доски  $b_{\text{ст}(1)} = 210 \text{ мм}$ .

Ширину второй доски поставы определяем аналогично:

$$B_2 = \sqrt{219 - 101,6^2} = 194 \text{ мм}; b_2 = \sqrt{219 - 153,2^2} = 156 \text{ мм};$$

$$b_{\text{н}(2)} = (194 + 156) / 2 = 175 \text{ мм}; b_{\text{ст}(2)} = 180 \text{ мм}.$$

Затем определяем размеры третьей доски, которая должна быть укорочена, потому что  $E_{\text{н}(3)} > E_{\text{н(кр)}}$ .

Расчетный диаметр бревна в том сечении, в котором обеспечивается  $b_{\min} = 50$  мм, будет

$$d_p = \sqrt{(b_{\min} + y)^2 + E_{н(3)}^2} = \sqrt{(50 + 1,5)^2 + 199,6^2} = 206 \text{ мм.}$$

Тогда расчетная длина укороченной доски составит

$$l_{п(3)} = (D - d_p) / c = (23,8 - 20,6) / 0,76 = 4,21 \text{ м.}$$

Стандартная длина этой доски  $l_{ст(3)} = 4$  м. Диаметр бревна в сечении, в котором находится середина этой доски, определяем по формуле

$$d_{с(ук)} = D - \frac{c \cdot l_{ст(3)}}{2} = 23,8 - \frac{0,76 \cdot 4}{2} = 22,3 \text{ см}$$

Затем находим ширину внутренней и наружной пластей укороченной доски:

$$B_3 = \sqrt{223^2 - 160,4^2} = 154,9 \text{ мм;}$$

$$b_3 = \sqrt{223^2 - 199,6^2} = 99,5 \text{ мм.}$$

Расчетная ширина доски составит

$$b_{н(3)} = (154,9 + 99,5) / 2 = 127,2 \text{ мм.}$$

Тогда стандартная ширина доски  $b_{ст(3)} = 130$  мм.

Таким образом, в результате расчета поставка получили следующие размеры необрезных досок (в метрах) и их объем:

$$0,044 \cdot 0,21 \cdot 5 \cdot 2 = 0,0924 \text{ м}^3$$

$$0,025 \cdot 0,18 \cdot 5 \cdot 2 = 0,0450 \text{ м}^3$$

$$0,019 \cdot 0,13 \cdot 4 \cdot 2 = 0,0198 \text{ м}^3$$

$$0,1572 \text{ м}^3$$

При расчетах принимали фактическую ширину необрезных досок, поэтому необходимо учесть потери на усушку досок по ширине. Для этого суммарный объем досок умножаем на коэффициент  $K_y = 0,96$  (для хвойных досок), который учитывает усушку по ширине. Тогда общий объем необрезных досок составит  $V_d = 0,1572 \cdot 0,96 = 0,1509 \text{ м}^3$ .

Объемный выход необрезных пиломатериалов из бревна:

$$\eta_n = \frac{100 \cdot V_d}{V_6} = \frac{100 \cdot 0,1509}{0,19} = 79,4\%.$$

## 2.4. Составление плана раскроя бревен

При составлении плана раскроя в первую очередь предусматривают выпилку широких и толстых досок из крупных бревен, а также досок тех размеров, которые необходимы в большом количестве. Одновременно с такими основными пиломатериалами в поставки включают доски тонкие и узкие. Их выпиливают из периферийной зоны бревна или бруса.

Затем постепенно переходят к распиловке средних бревен на пиломатериалы, которые еще не выпилены. Таким образом, последовательно выпиливают заданные пиломатериалы при распиловке всего сырья по спецификации.

Отметим, что при составлении поставов необходимо стремиться выполнить заданную спецификацию пиломатериалов. Перевыполнение или невыполнение может быть в пределах  $\pm 5\%$ . При этом бревна одного диаметра могут быть распилены по нескольким поставам.

Результаты составления и расчета поставов приводят в сводной ведомости (см. пример 8).

После этого определяют количество бревен, которые необходимо распилить с учетом необходимого количества пиломатериалов по спецификации, т. е.  $1000 \text{ м}^3$ . Объем бревен  $B$  для выпиливания  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов определяют по формуле

$$B = \frac{1000}{\eta_{\text{cp}}} \cdot 100, \text{ м}^3;$$
$$\eta_{\text{cp}} = \frac{\eta_1 \cdot P_1 + \eta_2 \cdot P_2 + \dots + \eta_i \cdot P_i}{100},$$

где  $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_i$  – объемный выход досок по каждому поставу, %;  $P_1, P_2, \dots, P_i$  – доля бревен соответствующих диаметров по спецификации, %.

Общее количество бревен распределяют по диаметрам с учетом спецификации сырья. Сначала находят объем бревен каждого диаметра:

$$B_i = \frac{B \cdot P_i}{100}, \text{ м}^3,$$

где  $B_i$  – объем бревен  $i$ -го диаметра;  $P_i$  – доля бревен  $i$ -го диаметра в общем объеме сырья по спецификации, %.

Затем определяют количество таких бревен с учетом объема одного бревна соответствующего диаметра:

$$N_i = \frac{B_i}{V_i}, \text{ шт.},$$

где  $N_i$  – количество бревен  $i$ -го диаметра;  $V_i$  – объем одного бревна  $i$ -го диаметра, м<sup>3</sup>.

✓ **Пример 8.** Составить план раскроя бревен по спецификации сырья (табл. 8) на пиломатериалы по спецификации (табл. 9).

Таблица 8

**Спецификация сырья**

Диаметр, см	Процент по объему	Процент по сортам			Всего
		I	II	III	
20	65	10	60	30	100
24	35	40	40	20	100
<i>Всего</i>	100	Длина бревен 5 м			

Таблица 9

**Спецификация пиломатериалов**

Толщина, мм	Ширина, мм				Всего, м <sup>3</sup>
	75	125	150	175	
	Объем досок, м <sup>3</sup>				
16	14	–	–	–	14
19	46	–	–	–	46
22	20	57	–	–	77
25	–	169	–	–	169
44	–	–	–	417	417
60	–	–	277	–	277
				<i>Всего</i>	1000

Раньше были составлены и рассчитаны поставки с учетом заданных спецификаций (примеры 3–6).

Результаты составления и расчета поставок для выполнения заданной спецификации пиломатериалов при раскрое бревен диаметрам 20 и 24 см приведены в табл. 10.



Таблица 10

## Ведомость расчета поставов

Параметры бревен	Постав	Расстояние между пластинами досок, мм	Размеры досок стандартные			Количество досок	Объем досок, м <sup>3</sup>	Объемный выход досок η, %
			a, мм	b, мм	l, м			
d = 20 см L = 5 м V = 0,19 м <sup>3</sup>	$\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$	94,4	44	175	5	2	0,07700	–
		153,2	25	125	5	2	0,03125	–
		199,6	19	75	3	2	0,00855	–
<i>Всего</i>							0,11680	61,5
d = 24 см L = 5 м V = 0,27 м <sup>3</sup>	$\frac{150}{2} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}$	153,9	150	184	–	–	–	–
		206,9	22	125	5	2	0,0275	–
		246,9	16	75	2,75	2	0,066	–
	$\frac{60}{3} - \frac{22}{2}$	61,8	60	150	5	1	0,0450	–
		192,8	60	150	5	2	0,0900	–
		245,5	22	75	3	2	0,0099	–
<i>Всего</i>							0,1790	66,3

**Решение.** Для составления плана раскроя сначала определяем объем сырья, необходимого для выпиливания 1000 м<sup>3</sup> пиломатериалов.

Средний выход обрезных досок при раскросе бревен диаметрам 20 и 24 см определяем по вышеприведенной формуле:

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{61,47 \cdot 65 + 66,3 \cdot 35}{100} = 63,16\%.$$

Тогда общий объем сырья для выпиливания 1000 м<sup>3</sup> досок составит

$$B = \frac{1000}{63,16} \cdot 100 = 1583,3 \text{ м}^3.$$

Затем определяем объем и количество бревен каждого диаметра и результаты распределения бревен приводим в табл. 11.

Таблица 11

## Распределение бревен

Характеристика бревен			Доля бревен в общем объеме, %	Количество бревен	
d, см	L, м	V, м <sup>3</sup>		м <sup>3</sup>	шт.
20	5	0,19	65	1029,1	5416
24	5	0,27	35	554,2	2052
<i>Всего</i>			100	1583,3	7468

После расчета количества бревен, которые распиливают по каждому поставу, составляем план раскроя бревен (табл. 12).

В таблицу записываем все составленные поставки. При этом чтобы определить общий объем досок каждого размера поперечного сечения, необходимо объем досок этого размера, выпиленных из одного бревна (табл. 10), умножить на количество бревен, распиленных по данному поставу. Общее количество выпиленных досок  $A_{пл.р}$  будет примерно равным  $1000 \text{ м}^3$ , отклонения объема могут составлять  $\pm 5\%$ .

Таблица 12

План раскроя бревен

Номер поставы	Диаметр бревен, см	Количество бревен, распиливаемых по поставу		Размеры выпиливаемых досок, мм							Всего досок, $\text{м}^3$
				16×75	19×75	22×75	22×125	25×125	44×175	60×150	
		шт.	$\text{м}^3$	Объем досок, выпиленных из всех бревен, $\text{м}^3$							
1	20	5416	1029,1	–	46,31	–	–	169,25	417,03	–	632,59
2	24	2052	554,2	13,54	–	20,31	56,43	–	–	277,02	367,30
<i>Всего</i>			1583,3	13,54	46,31	20,31	56,43	169,25	417,03	277,02	999,89

Фактический объемный выход досок по плану раскроя определяем по формуле

$$\eta_{пл.р} = \frac{A_{пл.р}}{B} \cdot 100 = \frac{999,89}{1583,3} \cdot 100 = 63,15\%.$$

## 2.5. Баланс древесины при распиловке бревен

При распиловке бревен получают обрезные пиломатериалы, кусковые отходы (горбыли, рейки и обрезки) и опилки. Кроме того, часть древесины теряется на усушку и распыл.

Баланс древесины – это распределение древесины при распиловке бревен на пилопродукцию, отходы и потери. На структуру баланса древесины оказывают влияние размерно-качественная характеристика сырья и пилопродукции, способы и схемы распиловки, оборудование, которое применяют, режущие инструменты и др. Отметим, что от структуры баланса древесины зависит эффективность

лесопильного производства в целом, потому что в себестоимости продукции лесопиления доля стоимости сырья составляет 70–80%. Если принять объем сырья за 100%, то баланс древесины можно показать в следующем виде (в процентах от объема бревна):

$$\eta_{\text{пм}} + \eta_{\text{к.отх}} + \eta_{\text{оп}} + \eta_{\text{пот}} = 100,$$

где  $\eta_{\text{пм}}$  – объемный выход пиломатериалов, %;  $\eta_{\text{к.отх}} = \eta_{\text{г}} + \eta_{\text{от}} + \eta_{\text{р}}$  – количество кусковых отходов (горбылей, отрезков, реек), %;  $\eta_{\text{оп}}$  – количество опилок, %;  $\eta_{\text{пот}} = \eta_{\text{ус}} + \eta_{\text{расп}}$  – безвозвратные потери (усушка, распыл), %.

Например, при распиловке бревен с брусочкой на обрезные доски в зависимости от размеров бревен и пиломатериалов, структуры поставов можно получить 53–65% пиломатериалов, 18–26% кусковых отходов, 11–15% опилок. Кроме того, безвозвратные потери составляют 4–6% от объема сырья.

Баланс древесины нужно знать для того, чтобы запланировать направления использования отходов, которые неизбежно получают при распиловке бревен. Для каждого конкретного случая можно сделать расчет баланса древесины. В курсовом проекте баланс древесины определяют для одного постава.

Объемный выход пиломатериалов находят в результате расчета постава. Объем опилок  $V_{\text{оп}}$  при распиловке бревна на обрезные доски определяют по формуле

$$V_{\text{оп}} = V_{\text{оп(р)}} + V_{\text{оп(обр)}}, \text{ м}^3,$$

где  $V_{\text{оп(р)}}$  – объем опилок, полученных при распиловке бревна,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{оп(обр)}}$  – объем опилок, полученного при обрезке досок,  $\text{м}^3$ .

Объем опилок при распиловке бревна с брусочкой:

$$V_{\text{оп(р)}} = (0,65 \cdot d_{\text{ср}} \cdot z_1 + 0,95 \cdot h_{\text{бр}} \cdot z_2) \cdot s \cdot L, \text{ м}^3,$$

где  $d_{\text{ср}}$  – диаметр бревна на середине его длины, м;  $z_1, z_2$  – количество пропилов соответственно в I и II проходах;  $h_{\text{бр}}$  – толщина бруса с припуском на усушку, м;  $s$  – ширина пропила, м;  $L$  – длина бревна, м.

При распиловке вразвал объем опилок составит

$$V_{\text{оп(р)}} = 0,75 \cdot d_{\text{ср}} \cdot z \cdot L \cdot s, \text{ м}^3.$$

Объем опилок при обрезке досок:

$$V_{\text{оп(обр)}} = 2 \cdot (a'_1 \cdot l_1 \cdot n_1 + a'_2 \cdot l_2 \cdot n_2 + \dots + a'_m \cdot l_m \cdot n_m) \cdot s_{\text{обр}}, \text{ м}^3,$$

где  $a'_1, a'_2, \dots, a'_m$  – толщина доски с припуском на усушку, м;  $l_1, l_2, \dots, l_m$  – длина доски, м;  $n_1, n_2, \dots, n_m$  – количество досок заданной толщины и длины;  $s_{обр}$  – ширина пропила на обрезном станке, м.

Доля опилок от объема бревна:

$$\eta_{оп} = 100 \cdot V_{оп} / V_{б}, \%$$

где  $V_{б}$  – объем бревна, м<sup>3</sup>.

Объем усушки (в процентах от объема бревна) можно определить по формуле

$$\eta_{ус} = 100 \cdot \left( \sum V_{д(сыр)} - \sum V_{д(сух)} \right) / V_{б}, \%$$

где  $\sum V_{д.сыр}$ ,  $\sum V_{д.сух}$  – объем выпиленных досок соответственно в сыром и сухом виде, м.

Потери древесины на распыл составляют 1–2% от объема бревна.

Объем кусковых отходов укрупненно можно определить, если от объема бревна вычесть объем выпиленных пиломатериалов, объем опилок и потерь на усушку и распыл:

$$\eta_{к.отх} = 100 - (\eta_{пм} + \eta_{оп} + \eta_{ус} + \eta_{расп}).$$

На лесопильных заводах кусковые отходы чаще всего перерабатывают на технологическую щепу, которую используют в качестве сырья для производства целлюлозы или древесных плит. Коэффициент выхода технологической щепы из кусковых отходов составляет 0,85–0,95 в зависимости от типа рубильных машин, применяемых для измельчения отходов.

Для расчета баланса древесины выбирают один постав, объемный выход досок в котором близок к среднему выходу досок по плану раскроя, а диаметр бревна – к среднему диаметру бревен по спецификации.

Отметим, что объемный выход досок по расчетному поставу не всегда совпадает со средним выходом по плану раскроя. В этом случае необходимо скорректировать баланс древесины для плана раскроя, т. е. умножить необходимые данные на коэффициент

$$K = \frac{100 - (\eta_{пл.р} + \eta_{ус} + \eta_{расп})}{100 - (\eta_{пм} + \eta_{ус} + \eta_{расп})},$$

где  $\eta_{пл.р}$  – средний объемный выход досок по плану раскроя, %;  $\eta_{пм}$  – объемный выход по расчетному поставу, %.

После этого составляют баланс древесины по плану раскроя, а если нужно, то и баланс на годовую программу цеха по распиленному сырью.

Затем выполняют анализ баланса древесины и определяют направления использования отходов.

✓ **Пример 9.** Определить баланс древесины при распиловке хвойных бревен диаметром 20 см, длиной 5 м вразвал на обрезные доски по поставу  $\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$  на лесопильных рамах. Ширина пропила составляет 3,6 мм. Расчет поставы – см. пример 5.

**Решение.** При распиловке вразвал объем опилок от лесопильных рам определяем по формуле

$$V_{\text{оп(р)}} = 0,75 \cdot d_{\text{ср}} \cdot z \cdot s \cdot L, \text{ м}^3,$$

где  $z$  – количество пропилов;  $s = 3,6$  мм – ширина пропила;

Тогда

$$V_{\text{оп(р)}} = 0,75 \cdot 0,219 \cdot 7 \cdot 0,0036 \cdot 5 = 0,0207 \text{ м}^3.$$

Это составляет от объема бревна

$$\eta_{\text{yc}} = \frac{100 \cdot V_{\text{оп}}}{V_{\text{б}}} = \frac{100 \cdot 0,0207}{0,19} = 10,9\%.$$

При обрезке необрезных досок объем опилок составляет

$$V_{\text{оп(обр)}} = 2 \cdot (a'_1 \cdot l_1 \cdot n_1 + a'_2 \cdot l_2 \cdot n_2 + \dots + a'_m \cdot l_m \cdot n_m) \cdot s_{\text{обр}}, \text{ м}^3,$$

где  $a'_1 = 44 + 1,4 = 45,4$  мм;  $a'_2 = 25 + 1,2 = 26,2$  мм;  $a'_3 = 19 + 0,6 = 19,6$  мм – толщина досок с припусками на усушку;  $l_1 = l_2 = 5$  м,  $l_3 = 3$  м – длина досок (по результатам расчета поставы, пример 3);  $n_1 = n_2 = n_3 = 2$  – количество досок;  $s_{\text{обр}} = 3,5$  мм – ширина пропила на обрезном станке.

Тогда

$$V_{\text{оп(обр)}} = 2 \cdot (0,0454 \cdot 5 \cdot 4 + 0,0262 \cdot 5 \cdot 2 + 0,0196 \cdot 3 \cdot 2) \cdot 0,0035 = 0,0058 \text{ м}^3.$$

Это составляет от объема бревна

$$\eta_{\text{оп(обр)}} = 0,0058 \cdot 100 / 0,19 = 3,05\%.$$

Значит, общий процент опилок составляет

$$\eta_{\text{оп}} = 10,9 + 3,05 = 13,95\%.$$

Затем определяем объем усушки (табл. 13).

Таблица 13

Объем усушки

Размеры сырых досок			Количество	Объем сырых досок, м <sup>3</sup>	Объем сухих досок, м <sup>3</sup>	Объем усушки, м <sup>3</sup>
Толщина $a + y$ , мм	Ширина $b + y$ , мм	Длина $l$ , м				
45,4	179,4	5	2	0,08145	–	–
25,8	128,4	5	2	0,03313	–	–
19,6	77	3	2	0,00909	–	–
<i>Всего</i>				0,12367	0,11680	0,00687

*Примечания:* 1) величина усушки по толщине и ширине приведена в табл. П1;  
2) объем сухих досок принят по табл. 10 (с. 41).

Процент усушки от объема бревна составляет

$$\eta_{\text{ус}} = 0,00687 \cdot 100 / 0,019 = 3,62\%.$$

Потери древесины на распыл принимаем  $\eta_{\text{расп}} = 1,5\%$ .

Объем кусковых отходов (горбылей, отрезков, реек) определяем укрупненно:

$$\begin{aligned} \eta_{\text{к.отх}} &= 100 - (\eta_{\text{пм}} + \eta_{\text{оп}} + \eta_{\text{ус}} + \eta_{\text{расп}}) = \\ &= 100 - (61,47 + 13,95 + 3,62 + 1,5) = 19,46\%. \end{aligned}$$

Отметим, что объемный выход обрезных досок  $\eta_{\text{пм}} = 61,47\%$  принят по табл. 10 (по примеру 5).

Баланс древесины по расчетному поставу приведен в табл. 14. Однако средний объемный выход досок по плану раскроя  $\eta_{\text{пл.р}}$  отличается от объемного выхода по расчетному поставу  $\eta_{\text{пм}}$ .

Поэтому необходимо скорректировать баланс древесины с учетом коэффициента

$$\begin{aligned} K &= \frac{100 - (\eta_{\text{пл.р}} + \eta_{\text{ус}} + \eta_{\text{расп}})}{100 - (\eta_{\text{пм}} + \eta_{\text{ус}} + \eta_{\text{расп}})} = \\ &= \frac{100 - (63,15 + 3,62 + 1,5)}{100 - (61,47 + 3,62 + 1,5)} = 0,95. \end{aligned}$$

Таблица 14

## Баланс древесины по поставу

Название продукции, отходов и потерь	Количество	
	м <sup>3</sup>	%
Продукция – обрезные доски	0,11680	61,47
Отходы, всего	0,06348	33,41
В том числе:		
опилки	0,02650	13,95
кусковые отходы	0,03698	19,46
Потери, всего	0,00972	5,12
В том числе:		
усушка	0,00687	3,62
распыл	0,00285	1,50
<i>Всего (объем бревна)</i>	0,19000	100,00

Баланс древесины по плану раскроя можно определить, если умножить на этот коэффициент процент кусковых отходов и процент опилок:

$$\eta_o = 13,95 \cdot 0,95 = 13,24\%;$$

$$\eta_{к.отх} = 19,46 \cdot 0,95 = 18,49\%.$$

Кусковые отходы перерабатывают на технологическую щепу, выход которой составляет в среднем 90% от объема отходов, и ее используют в качестве сырья для производства древесных плит. Остальные 10% составляет мелкая щепка, которая присоединяется к опилкам.

Таким образом, кондиционная технологическая щепка составляет

$$\eta_{т.щ} = \frac{18,49 \cdot 90}{100} = 16,64\%.$$

Мелкая щепка:

$$\eta_{т.щ} = \frac{18,49 \cdot 10}{100} = 1,85\%.$$

Результаты расчета баланса древесины по плану раскроя с учетом переработки кусковых отходов на технологическую щепку приведены в табл. 15.

Таблица 15

## Баланс древесины по плану раскроя

Название продукции, отходов и потерь	Количество	
	м <sup>3</sup>	%
Продукция, всего	1263,3	79,79
В том числе:		
обрезные доски	999,9	63,15
технологическая щепка	263,4	16,64
Отходы, всего	238,9	15,09
В том числе:		
опилки	209,6	13,24
мелкая щепка	29,3	1,85
Потери, всего	81,1	5,12
В том числе:		
усушка	57,3	3,62
распыл	23,8	1,5
<i>Всего (объем бревен)</i>	1583,3	100

После расчета баланса древесины следует наметить направления использования отходов лесопиления.

## 2.6. Нормирование расхода сырья на пиломатериалы


Норму расхода сырья определяют на основе расчета поставов или по нормативам выхода пиломатериалов с учетом размерно-качественной характеристики бревен и планируемых к выпуску пиломатериалов. Нормативный выход пиломатериалов определяют по формуле

$$\eta_n = \sum_{i=1}^n (K_o \cdot \eta_{p(i)} \cdot P_i) / 100,$$

где  $K_o$  – коэффициент, учитывающий отклонение фактического объемного выхода от расчетного,  $K_o = 0,97$  для бревен хвойных и  $K_o = 0,95$  для бревен лиственных пород;  $\eta_{p(i)}$  – расчетный выход пиломатериалов из бревен  $i$ -й размерно-качественной группы, %;  $P_i$  – доля бревен  $i$ -й размерно-качественной группы в общем объеме сырья по спецификации, %.

Норма расхода сырья составит

$$H = 100 / \eta_n, \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ пиломатериалов.}$$

 **Пример 10.** По спецификации сырья хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 5 м составляют 60%, бревна диаметром 24 см и



длиной 5 м – 40%. Эти бревна распиливают на обрезные пиломатериалы. Расчетный выход досок составляет соответственно 61,47 и 66,3%. Определить норму расхода сырья на 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов.

*Решение.* Определим нормативный выход досок:

$$\eta_n = 0,97 \cdot \frac{61,47 \cdot 60 + 66,3 \cdot 40}{100} = 61,5\%.$$

Тогда норма расхода сырья составляет

$$H = \frac{100}{61,5} = 1,63 \text{ м}^3/\text{м}^3 \text{ пиломатериалов.}$$

### Контрольные вопросы

24. Назовите основные способы распиловки бревен и охарактеризуйте их.

25. Какие требования предъявляются к рациональному раскрою бревен?

26. От каких факторов зависит объемный выход досок, сортовой состав пиломатериалов?

27. Что называют поставом? Дайте классификацию поставов.

28. Какие требования предъявляются к составлению рациональных поставов?

29. Как определял оптимальную толщину досок Н. А. Батин?

30. От чего зависит выбор толщины бруса при составлении постава?

31. Назовите основные способы расчета поставов и дайте их характеристику.

32. По каким причинам фактический объемный выход досок не совпадает с расчетным?

33. Последовательность расчета поставов на обрезные доски.

34. Последовательность расчета поставов на необрезные доски.

35. Как определяют норму расхода сырья?

36. От каких факторов зависит структура баланса древесины?

37. Как определяют количество опилок при распиловке вразвал и с брусовкой?

38. Назовите основные направления использования отходов лесопиления.

### Задачи

20. Бревна хвойных пород диаметром 22 см и длиной 5 м необходимо распилить на необрезные доски на лесопильных рамах. Ширина пропила – 3,6 см. Составить постав на распиловку этих бревен вразвал. Определить пифагорическую зону бревна.

21. Еловые бревна диаметром 40 см и длиной 5 м необходимо распилить на обрезные доски, наиболее распространенная ширина их – 250 мм. Выбрать способ распиловки и составить постав. Ширина пропила – 3,6 мм.

22. Выбрать способ и составить постав на распиловку березовых бревен диаметром 22 см и длиной 5 м на необрезные доски. Ширина пропила – 3,6 мм. Результаты сравнить с задачей 20.

23. Выбрать способ и составить постав на распиловку дубовых бревен диаметром 30 см и длиной 4 м на необрезные доски. Наиболее распространенная толщина досок по спецификации – 60 мм. Ширина пропила – 3,6 мм.

24. Выбрать способ и составить постав на распиловку хвойных бревен диаметром 36 см и длиной 5 м, если наиболее распространенная ширина обрезных досок по спецификации – 175 мм. Ширина пропила – 3,6 мм.

25. Составить поставки на распиловку бревен, размеры которых указаны в табл. 16. Ширина пропила – 3,6 мм.

Таблица 16

Размеры бревен

Вариант	Размер бревен		Порода	Постав	Толщина сердцевинной доски или бруса, мм		
	$d$ , см	$l$ , м			$H_1$	$H_2$	$H_3$
1	2	3	4	5	6	7	8
Способ распиловки бревен – вразвал							
1	14	6	Сосна	Четный	–	–	–
2	14	4	Береза	Нечетный	40	50	–
3	16	6	Елка	Четный	–	–	–
4	16	4	Осина	Нечетный	40	50	60
5	18	6	Сосна	Четный	–	–	–
6	18	4	Дуб	Нечетный	40	50	60
7	20	6	Сосна	Четный	–	–	–
8	20	4	Дуб	Нечетный	50	60	75
9	22	6	Елка	Четный	–	–	–

Окончание табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8
10	22	4	Осина	Нечетный	50	60	75
11	24	6	Сосна	Четный	–	–	–
12	24	6	Сосна	Нечетный	50	60	75
Способ распиловки бревен – с брусковкой							
13	18	6	Сосна	–	100	125	–
14	20	4	Сосна	–	100	125	150
15	22	5	Сосна	–	100	125	150
16	24	6	Сосна	–	125	150	175
17	26	5	Сосна	–	125	150	175
18	28	4	Сосна	–	150	175	200
19	30	6	Сосна	–	175	200	225
20	32	4	Сосна	–	175	200	225
21	34	6	Сосна	–	200	225	250
22	36	5	Сосна	–	200	225	250
23	38	4	Сосна	–	200	225	250
24	40	5	Сосна	–	200	225	250
25	42	5	Сосна	–	225	250	275

26. Хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 6 м распиливают вразвал на обрезные доски. Определить оптимальные размеры и объем крайних досок поставка толщиной 19 мм, если расстояние между их внешними пластами составляет 205,6 мм.

27. Хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м распиливают вразвал на необрезные доски. Определить размеры и объем двух досок, симметрично расположенных в поставке, если расстояние между их внутренними пластами составляет 93,2 мм, а между внешними – 159,2 мм.

28. Еловые бревна диаметром 20 см и длиной 6 м распиливают вразвал на необрезные доски. Определить размеры и объем крайних досок поставка, если расстояние между их внутренними пластами составляет 166,4 мм, а между внешними – 205,6 мм.

29. Березовые бревна диаметром 18 см и длиной 4 м распиливают на необрезные доски по поставку  $\frac{40}{2} - \frac{19}{2}$ . Ширина пропила составляет 3,6 мм. Определить объемный выход досок из бревна.

30. Определить, изменится ли объемный выход необрезных досок, если по условию задачи 29 будут распиливать еловые бревна.

31. Бревна дубовые диаметром 24 см и длиной 4 м распиливают на необрезные доски по четному поставу  $\frac{50}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}$ .

Ширина пропила составляет 3,6 мм. Определить, как изменится объемный выход досок, если эти бревна будут распиливать по нечетному поставу  $\frac{75}{1} - \frac{40}{2} - \frac{25}{2}$ .

32. Хвойные бревна диаметром 26 см распиливают на обрезные доски по поставу  $\frac{60}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}$ . Ширина пропила – 3,6 мм.

Определить, как будет изменяться объемный выход досок, если длина этих бревен будет равна 4, 5, 6 м.

33. Хвойные бревна диаметром 14 см и длиной 4 м распиливают на обрезные доски по поставу  $\frac{50}{1} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}$ . Определить, как изменится объемный выход, если ширина пропила будет составлять 2,4; 3,6; 4,8 мм.

34. Хвойные бревна диаметром 26 см и длиной 5 м распиливают с брусочкой. Составить постав и определить объемный выход обрезных досок. Ширину пропила принять равной 3,6 мм.

35. Для условий задачи 34 определить объемный выход обрезных (из бруса) и необрезных досок. Сравнить результаты расчетов.

36. Определить, как будет меняться объемный выход обрезных досок, если по поставу  $\frac{50}{1} - \frac{32}{2} - \frac{19}{2}$  будут распиливать без сортировки хвойные бревна диаметром 16, 18, 20 и 22 см. Длина бревен одинаковая – 5 м, а ширина пропила – 3,6 мм.

37. Для условия задачи 36 определить объемный выход необрезных досок для каждого диаметра, если бревна будут распиливать по этому поставу без сортировки. Сравнить результаты расчетов.

38. Выполнить расчет поставов на распиловку бревен вразвал на обрезные доски. Размеры бревен приведены в табл. 16. Схемы распиловки (поставы) принять по результатам выполнения задачи 25.

39. Определить объемный выход необрезных досок при распиловке вразвал бревен, размеры которых приведены в табл. 16. Схемы распиловки (поставы) принять по результатам составления поставов в задаче 25. Результаты расчетов сравнить с результатами задачи 38.

40. Определить объемный выход обрезных досок при распиловке с брусочкой бревен, размеры которых приведены в табл. 16. Схемы распиловки принять по результатам составления поставов в задаче 25.

41. Определить, как изменится объемный выход досок при распиловке бревен с брусочкой, если только из пласти бруса выпиливают обрезные доски, а остальные доски выпускают необрезными. Размеры бревен и схемы распиловки принять по условиям и результатам задачи 25. Результаты расчетов сравнить с результатами расчетов в задаче 40.

42. Определить объем и процент опилок при распиловке на обрезные доски хвойных бревен диаметром 24 см и длиной 5 м с брусочкой по поставу:

$$\text{I проход} - \frac{150}{1} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}; \text{ II проход} - \frac{60}{3} - \frac{22}{2}.$$

Ширина пропила составляет 3,6 мм.

43. Определить объем и процент опилок для условий задачи 29.

44. Определить, как будет изменяться объем и процент опилок для условий задачи 33.

45. Хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 4, 5 и 6 м распиливают на обрезные доски по поставу: 22–22–50–22–22. Ширина пропила составляет 3,6 мм. Определить, как будет изменяться объемный выход досок, процент опилок и процент кусковых отходов при распиловке бревен разной длины. Принять, что усушка составляет 4%, а распыл – 1,5%.

46. Хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 5 м распиливают на обрезные доски вразвал по поставу 22–60–60–60–22. Определить объем и процент кусковых отходов, если ширина пропила составляет 3,6 мм. Принять, что усушка составляет 4,5%, а распыл – 1,5%.

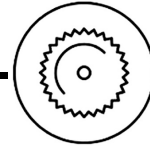
47. Определить объем, процент опилок и кусковых отходов при распиловке бревен, размеры которых приведены в табл. 16. Схемы распиловки принять по результатам составления составов в задаче 25. Принять, что усушка составляет 4,5%, а распыл – 1,5%.

48. По спецификации сырья установлен средний диаметр хвойных бревен 20 см и длина 5 м. При расчете поставов на распиловку этих бревен оказалось, что объемный выход пиломатериалов

составляет 59,3%. Определить для этого случая норму расхода сырья на выпиливание 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов.

49. В четырехрамном лесопильном цехе распиливают хвойные бревна диаметром 22, 26 и 32 см. Длина бревен одинаковая и составляет 6 м. Определить норму расхода сырья на 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов, если по спецификации эти бревна составляют соответственно 40, 35 и 25%, а расчетный объемный выход досок равен соответственно 59,8, 61,2 и 62,9%.

50. Дубовые бревна диаметром 26 и 30 см распиливают на необрезные доски. Определить норму расхода сырья на 1 м<sup>3</sup> досок, если доля этих бревен по спецификации составляет соответственно 60 и 40%, а расчетный объемный выход досок равен соответственно 72,4 и 74,3%.



Основными технологическими операциями в лесопильном цехе являются: продольная распиловка бревен и брусьев на пиломатериалы; продольный раскрой (обрезка) необрезных досок; поперечный раскрой (торцовка) досок. Кроме этого, в лесопильном цехе организуется переработка кусковых отходов на технологическую щепу. Распиловка бревен и брусьев осуществляется на лесопильных рамах, на круглопильных и ленточнопильных станках и на агрегатных (фрезернопильных) линиях.

**Выбор** оборудования для переработки бревен на пиломатериалы осуществляется в зависимости:

- от размерно-качественной характеристики сырья;
- назначения, размеров и качества пиломатериалов;
- особенностей принятого способа распиловки бревен;
- технической характеристики и экономической эффективности использования того или другого оборудования;
- объемов переработки сырья и выпуска пиломатериалов;
- других конкретных условий лесопильного предприятия (размеров цеха, наличия квалифицированных специалистов и т. д.).

При **расчете** оборудования определяют его производительность с учетом технической характеристики и количество станков для обеспечения синхронной работы в лесопильном потоке и выполнения производственного задания по переработке сырья или по выпуску пилопродукции.

Рассмотрим особенности выбора и применения оборудования для переработки бревен на пилопродукцию, а также вспомогательного и транспортного оборудования лесопильных цехов и методику его расчета.

### 3.1. Лесопильные рамы

**Основные технические показатели лесопильных рам:**  $B$  – пролет пильной рамки – расстояние между стойками пильной рамки;  $H$  – высота хода пильной рамки – размах возвратно-поступательного

перемещения пильной рамки;  $n$  – частота вращения коленчатого вала;  $\Delta$  – посылка – перемещение бревна (бруса) в раме за один оборот коленчатого вала; производительность. Эти показатели приведены в табл. П8.

Модель лесопильной рамы выбирают по величине просвета пильной рамки в зависимости от наибольших размеров бревен, которые будут на ней распиливать.

**Ширину просвета лесопильной рамы** определяют по формуле

$$B = d_{\max} + c \cdot L + 2 \cdot e, \text{ см,}$$

где  $d_{\max}$  – диаметр наиболее толстого бревна по спецификации, см;  $c$  – сбеги бревна, см/м;  $L$  – длина бревна, м;  $e$  – зазор между стойками пильной рамки и бревном с каждой стороны,  $e = 5$  см.

Лесопильные рамы в зависимости от модели имеют ширину просвета 500, 630, 750 мм и т. д.

**Высота хода пильной рамки  $H$ , мм, и частота вращения коленчатого вала  $n$ , мин<sup>-1</sup>**, являются важными конструкционными и эксплуатационными характеристиками лесопильной рамы.

Двухэтажные лесорамы имеют высоту хода пильной рамки 600 или 700 мм, а одноэтажные – 400 мм (тарные – 250 мм). Частота вращения коленчатого вала для двухэтажных лесорам составляет 325–360 мин<sup>-1</sup>, а у одноэтажных – 250–285 мин<sup>-1</sup> (у тарных – 480 мин<sup>-1</sup>) в зависимости от модели лесорамы.

**Посылка** (величина подачи бревна за один ход пильной рамки) – основной показатель, который определяет производительность лесорамы. Величина посылки определяется работоспособностью пил; необходимым качеством распиловки (шероховатостью поверхности досок); мощностью приводов резания и подачи в лесораме; наибольшей конструктивной посылкой, которую может обеспечить механизм подачи. За расчетную принимается наименьшая из указанных.

Расчетные посылки приведены в табл. П9–П11. Они выбираются в зависимости от размеров бревен, поставка, модели лесорамы. В указанных таблицах приведены величины посылок для распиловки хвойных бревен вразвал или с брусочкой на двухэтажных лесопильных рамах с ходом пильной рамки 600 мм. В табл. П12 указаны посылки для одноэтажных лесорам.

Если распиливают бревна других пород, величина посылки принимается с учетом поправочного коэффициента: для осины – 1,0, ольхи – 0,95, березы – 0,85, дуба – 0,65.



Фактическая посылка обычно бывает меньше расчетной, потому что между бревном и подающими вальцами возникает скольжение за счет износа или загрязнения вальцов, а также при распиловке мокрых неокоренных бревен. Скольжение приводит к уменьшению производительности лесорамы в среднем на 8–10%, поэтому перед распиловкой необходимо чистить или заменять вальцы, окаривать бревна.

Фактическую посылку  $\Delta_{\phi}$ , мм, можно определить по рискам, что остаются на досках, или по формуле

$$\Delta_{\phi} = 1000 \cdot \frac{60 \cdot L}{t_p \cdot n},$$

где  $L$  – длина бревна, м;  $t_p$  – продолжительность распиловки бревна, с (определяется хронометражем);  $n$  – частота вращения вала рамы,  $\text{мин}^{-1}$ .

*Сменную производительность лесорамы* определяют по формуле

$$\Pi = \frac{\Delta_i \cdot n \cdot T \cdot q_i \cdot K_T \cdot K_i}{1000 \cdot L_i}, \text{ м}^3,$$

где  $\Delta_i$  – посылка при распиловке бревен  $i$ -го диаметра, мм;  $n$  – частота вращения коленчатого вала рамы,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $q_i$  – объем  $i$ -го бревна,  $\text{м}^3$ ;  $L_i$  – длина  $i$ -го бревна, м;  $K_T$  – коэффициент использования рабочего времени;  $K_i$  – коэффициент использования лесопильного потока при распиловке бревен  $i$ -го диаметра.

Коэффициент использования рабочего времени:

$$K_T = \frac{(T - (T_1 + T_2)) \cdot K_c \cdot K_m}{T},$$

где  $T_1$ ,  $T_2$  – соответственно продолжительность обслуживания рабочего места и продолжительность отдыха и использования личных нужд, мин;  $K_c$  – коэффициент, который учитывает влияние участка подготовки сырья к распиловке (при наличии запаса сырья  $K_c = 0,94$ , при отсутствии –  $K_c = 0,83$ );  $K_m$  – коэффициент, который учитывает механизацию дополнительных операций (для потока с двухэтажными лесорамами  $K_m = 1$ , с одноэтажными при наличии околорамной механизации  $K_m = 1$ , а при отсутствии ее  $K_m = 0,89$ ).

Регламентированные потери рабочего времени для двухэтажных рам –  $T_1 = 10,9$  мин;  $T_2 = 19,0$  мин и для одноэтажных –  $T_1 = 28,0$  мин;  $T_2 = 45,0$  мин.

Коэффициент использования лесопильного потока  $K_i$  зависит от способа и продолжительности распиловки бревна. Его определяют по формуле

$$K_i = \frac{t_p}{t_p + t_b + \sum t \cdot n_1 + \delta \sum t \cdot n_2},$$

где  $t_p$  – продолжительность распиловки бревна, с;  $t_b = 1,9$  с – продолжительность межторцового разрыва при подаче бревен, с (при распиловке на одноэтажных рамах  $t_b = 2,5$  с);  $\sum t \cdot n_1$ ,  $\sum t \cdot n_2$  – суммарные внешнецикловые потери соответственно лесорама первого и второго рядов;  $\delta$  – коэффициент, который учитывает взаимное влияние внешнецикловых потерь лесорама первого и второго рядов.

Продолжительность распиловки бревна  $t_p$  определяют по формуле

$$t_p = 1000 \cdot \frac{60 \cdot L_i}{\Delta_i \cdot n},$$

где  $L_i$  – длина бревна  $i$ -го диаметра, м;  $\Delta_i$  – посылка, мм (отметим, что при распиловке с брусковкой за расчетную принимают меньшую из двух посылок, которые определены по таблицам для I и II проходов);  $n$  – частота вращения вала рамы, мин<sup>-1</sup>.

Суммарные внешнецикловые потери для двухэтажных лесорам при распиловке вразвал  $\sum t \cdot n_1 = 3,01$  с, при распиловке с брусковкой  $\sum t \cdot n_1 = 2,72$  с,  $\sum t \cdot n_2 = 2,96$  с; для одноэтажных рам  $\sum t \cdot n_1 = \sum t \cdot n_2 = 2,5$  с. Коэффициент  $\delta = 1$ , когда нет накопителей брусков между лесорамами первого и второго рядов, т. е. потери времени на этих рамах суммируются полностью.

Отметим, что по формуле производительности определяется количество сырья, которое могло быть пропущено через лесораму за определенный промежуток времени (например, за смену), т. е. производительность по пропущенному сырью  $\Pi_{пр}$ . При распиловке бревен вразвал такое же количество сырья будет распилено одной рамой, т. е. производительность рамы по распиленному сырью  $\Pi_p = \Pi_{пр}$ . Когда бревна распиливают с брусковкой, тогда их пропускают через две рамы и производительность одной лесорама по распиленному сырью будет  $\Pi_p = \Pi_{пр} / 2$ .

✓ **Пример 11.** Выбрать лесопильную раму для распиловки бревен, если наибольший диаметр по спецификации составляет 32 см, длина – 6 м.

*Решение.* Модель лесопильной рамы выбираем по величине просвета пильной рамки. Ширина просвета пильной рамки составляет

$$B = 32 + 1,03 \cdot 6 + 2 \cdot 5 = 48,18 \text{ см.}$$

По технической характеристике (табл. П8) для двухэтажных цехов принимаем лесопильную раму 2P50, ширина просвета которой составляет 500 мм. При этом для распиловки бревен в первом проходе выбирается лесопильная рама 2P50-1, а для распиловки брусьев во втором проходе – 2P50-2.

Для одноэтажных лесопильных цехов в этих условиях выбираем лесопильную раму P63-4Б (табл. П8) с шириной просвета 630 мм.

✓ **Пример 12.** Определить расчетную посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 22 см и длиной 6 м вразвал на 6 досок на лесопильной раме 2P75-1. Как изменится величина посылки, если на распиловку подадут березовые бревна?

*Решение.* Расчетная посылка выбирается по табл. П9 с учетом диаметра бревен и количества пил в поставе. Она составляет для хвойных бревен 31 мм. При распиловке березовых бревен необходимо учитывать поправочный коэффициент (примечание к табл. П11). Для березы этот коэффициент составляет 0,85. Тогда величина посылки для распиловки березовых бревен:  $31 \cdot 0,85 = 26,4$  мм.

✓ **Пример 13.** Хвойные бревна диаметром 34 см и длиной 6 м распиливают на лесопильных рамах 2P75-1 и 2P75-2 с брусровкой. Определить расчетную посылку, если из бревна выпиливают брус толщиной 200 мм и 4 доски, а из бруса – 9 досок.

*Решение.* Величину посылки для первого прохода выбираем по табл. П10 в зависимости от диаметра бревна и количества досок. Она составляет 26,5 мм. Для второго прохода в зависимости от толщины бруса и количества досок по табл. П11 посылка может быть 39 мм. Однако для обеспечения синхронной работы лесопильного потока за расчетную посылку принимаем меньшую, т. е. 26,5 мм.

✓ **Пример 14.** Бревна хвойных пород диаметром 18 см и длиной 5 м распиливают на лесопильной раме 2Р50-1 вразвал на 6 досок. Определить сменную производительность лесопильной рамы.

*Решение.* Производительность лесопильной рамы определяем по вышеприведенной формуле. Сначала с учетом диаметра бревен и количества пил в поставе по табл. П9 выбираем посылку. Она составляет 37 мм. После этого определяют коэффициент использования рабочего времени:

$$K_T = (480 - (10,9 + 19)) \cdot 0,94 \cdot 1 / 480 = 0,881.$$

Коэффициент использования лесопильного потока  $K_i$  с учетом продолжительности распиловки бревна принимаем для двухэтажных лесопильных рам по табл. П13.

Продолжительность распиловки бревна определяем по приведенной выше формуле (см. с. 58):

$$t_p = 1000 \cdot 60 \cdot 5 / (37 \cdot 360) = 22,5 \text{ с.}$$

По табл. П13 для условий распиловки вразвал принимаем  $K_i = 0,821$ .

Тогда сменная производительность лесопильной рамы за смену составляет

$$П = \frac{37 \cdot 360 \cdot 480}{1000 \cdot 5} \cdot 0,881 \cdot 0,821 = 924 \text{ бревна.}$$

Объем одного бревна диаметром 18 см и длиной 5 м равен  $0,156 \text{ м}^3$ .

Значит,  $П = 924 \cdot 0,156 = 144,1 \text{ м}^3$ .

✓ **Пример 15.** Хвойные бревна диаметром 30 см и длиной 5 м распиливают на лесопильных рамах 2Р75-1 и 2Р75-2 с брусочкой по поставу:

$$\text{I проход} - \frac{175}{1} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}; \text{ II проход} - \frac{50}{3} - \frac{32}{2} - \frac{25}{2}.$$

Вычислить сменную производительность лесопильной рамы по пропущенному и по распиленному сырью.

*Решение.* По табл. П10 с учетом диаметра бревна выбираем посылку для I прохода – 30 мм, а по табл. П11 с учетом толщины бруса и количества пил в поставе – посылку для II прохода – 41 мм.

Для обеспечения синхронной работы лесопильного потока за расчетную посылку принимаем меньшую, т. е. 30 мм. При этом продолжительность распиловки бревна составляет

$$t_p = 1000 \cdot 60 \cdot 5 / 30 \cdot 325 = 30,8 \text{ с.}$$

По табл. П13 для условий распиловки с брусковкой выбираем  $K_i = 0,823$ . Коэффициент:

$$K_T = (480 - (10,9 + 19)) \cdot 0,94 \cdot 1 / 480 = 0,881.$$

Тогда сменная производительность лесопильной рамы по пропущенному сырью составляет

$$П_{пр} = \frac{30 \cdot 325 \cdot 480 \cdot 0,42}{1000 \cdot 5} \cdot 0,881 \cdot 0,823 = 285 \text{ м}^3.$$

При распиловке с брусковкой в потоке установлены две лесопильные рамы. Значит, производительность одной лесопильной рамы по распиленному сырью составляет

$$П_p = П_{пр} / 2 = 285 / 2 = 142,5 \text{ м}^3.$$

Напомним, что при распиловке бревен вразвал производительность лесопильной рамы  $П_p = П_{пр}$ .

### 3.2. Круглопильные станки

Преимуществом круглопильных станков является их сравнительно высокая производительность, простота конструкции, при установке они не требуют громоздких фундаментов, надежны в эксплуатации.

Но они имеют и недостатки. Во-первых, это большая ширина пропила по сравнению с лесорамами. При этом увеличивается количество опилок и снижается объемный выход пилопродукции. Во-вторых, точность распиловки более низкая, потому что пилы менее устойчивы, чем в лесорамах, где их зажимают с двух концов и натягивают. На круглопильных станках распиливают бревна и брусья ограниченных размеров по толщине, что обусловлено размерами пил.

Круглопильные станки используют на лесопильных предприятиях для распиловки бревен, а чаще – для распиловки брусьев, которые можно выпилить на лесорамах или получить на фрезерно-брусующих станках. Технические характеристики круглопильных станков приведены в табл. П14, П15.

По классификации круглопильные станки делятся:

– на станки для распиловки бревен и станки для распиловки брусьев;

– однопильные и многопильные;

– одновальные и двухвальные;

– станки с угловым расположением пил.

Сменная производительность круглопильных станков  $\Pi$  определяется по формулам:

– для многопильных станков

$$\Pi = \frac{U \cdot T \cdot q}{L} \cdot K_p \cdot K_m, \text{ м}^3;$$

– однопильных станков

$$\Pi = \frac{U \cdot T \cdot q}{L \cdot z} \cdot K_p \cdot K_m, \text{ м}^3,$$

где  $U$  – скорость подачи, м/мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $q$  – объем бревна, м<sup>3</sup>;  $L$  – длина бревна, м;  $z$  – количество проходов при распиловке одного бревна;  $K_p$  и  $K_m$  – коэффициенты использования соответственно рабочего и машинного времени.

Отметим, что  $K_p$  учитывает регламентированные потери времени на обслуживание рабочего места, продолжительность отдыха и использование личных надобностей рабочих. В среднем принимают  $K_p = 0,75–0,85$ .

Коэффициент  $K_m$  учитывает потери времени на выполнение дополнительных операций при распиловке бревна. Для многопильных станков можно принять  $K_m = 0,80–0,85$ . При распиловке бревен на однопильных станках увеличиваются потери времени на дополнительные операции (установка и закрепление бревна, холостой ход тележки и др.). При этом принимают коэффициент  $K_m = 0,4–0,6$  в зависимости от размеров бревен, наличия приспособлений для механизации дополнительных операций, квалификации рабочих и др. Отметим, что производительность однопильных станков можно определить также по формуле

$$\Pi = \frac{T}{t_{\text{ц}}} \cdot q \cdot K_p, \text{ м}^3,$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла переработки одного бревна, мин.

Продолжительность цикла переработки одного бревна определяют расчетами или хронометражем всех операций.

По этой формуле находят также производительность станков с угловым расположением пил. Пильный механизм таких станков имеет два пильных вала, расположенных под прямым углом друг к другу. На этих станках осуществляется индивидуальный способ распиловки бревна на пиломатериалы (заготовки) заданного размера в поперечном сечении за один проход. Они применяются для распиловки бревен на радиальные доски.

✓ **Пример 16.** Определить производительность круглопильного станка типа «Кага», который распиливает хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 5 м на 6 досок, для чего выполняет 8 пропилов.

**Решение.** По технической характеристике (табл. П14) скорость подачи  $U = 20$  м/мин. Тогда сменная производительность составляет

$$П = \frac{U \cdot T}{L \cdot z} \cdot q \cdot K_p \cdot K_m = \frac{20 \cdot 480}{5 \cdot 8} \cdot 0,19 \cdot 0,75 \cdot 0,4 = 13,68 \text{ м}^3.$$

✓ **Пример 17.** Выбрать многопильные станки для распиловки хвойных бревен диаметром 18 см и длиной 4 м на обрезные доски шириной 125 мм. В I проходе выпиливают брус и 2 доски. Брус распиливают на 5 досок. Определить: 1) сменную производительность лесопильного потока по распиленному сырью; 2) количество станко-смен, необходимых для выпилки 1000 м<sup>3</sup> пиломатериалов, если объемный выход образных досок составляет 55,55%.

**Решение.** По табл. П14 для распиловки бревна выбираем станок Ц-32, который может распиливать бревна диаметром до 32 см в комле и длиной до 4 м. Скорость подачи станка – 6–20 м/мин. По табл. П15а для распиловки бруса выбираем станок Ц8Д-11, который может распиливать брусья толщиной до 130 мм, количество пил – до 8 шт. Скорость подачи станка – 5,7–16,8 м/мин. Для синхронной работы станков в потоке с учетом размеров бревна и бруса определяем производительность при скорости подачи 8,4 м/мин:

$$П = \frac{U \cdot T}{L} \cdot q \cdot K_p \cdot K_m = \frac{8,4 \cdot 480}{4} \cdot 0,120 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 72,6 \text{ м}^3.$$

Таким образом, в потоке из двух многопильных станков в смену будет распилено  $72,6 \text{ м}^3$  бревен. Тогда производительность одной станко-смены составит  $P_{\text{ст.см}} = 72,6 / 2 = 36,3 \text{ м}^3$ .

Определим количество сырья для выпилки  $1000 \text{ м}^3$  досок:

$$B = \frac{1000}{55,55} \cdot 100 = 1800 \text{ м}^3.$$

При производительности одной станко-смены  $36,3 \text{ м}^3$  для распиловки этого сырья необходимо будет  $1800 / 36,3 = 49,6$  станко-смен.

### 3.3. Ленточнопильные станки

Ленточнопильные станки имеют следующие преимущества по сравнению с другими станками для распиловки бревен:

1) возможность выбора и обеспечение индивидуальной схемы распиловки бревна с учетом качества сырья и пиломатериала;

2) возможность выпилки досок с заданным размещением годичных слоев относительно пласти (радиальные или тангенциальные пиломатериалы);

3) возможность распиловки крупных бревен, в том числе бревен, которые имеют ядровую гниль (круговым способом);

4) сравнительно меньшая ширина пропила и более низкая шероховатость поверхности досок;

5) отсутствие необходимости выполнять тщательную сортировку бревен по диаметрам или по качеству перед распиловкой такими станками, так как индивидуальный подход дает возможность учитывать размеры и качество сырья в процессе распиловки.

Ленточнопильные станки бывают:

- вертикальные и горизонтальные;
- однопильные и многопильные;
- с подачей бревна на тележках;
- с конвейерной подачей бревна;
- с перемещением бревна относительно пил;
- с перемещением пильного суппорта относительно стационарно закрепленного бревна.

Расчет сменной производительности ленточнопильных станков ведут по методике расчета круглопильных станков, которая приведена выше. Технические характеристики ленточнопильных станков приведены в табл. П16.



✓ **Пример 18.** В лесопильном цехе распиливают хвойные бревна диаметром 32 см и длиной 5 м на радиальные доски комбинированным развально-сегментным способом по поставу:

$$\text{I проход} - \frac{32}{2} - \frac{95}{2} - \frac{19}{2}; \quad \text{II проход} - \frac{32}{5} - \frac{19}{2}.$$

Выбрать оборудование для распиловки бревен и брусьев и определить количество станков с учетом обеспечения синхронной работы в потоке.

**Решение.** Анализируя размеры бревен и постав на распиловку, выбираем для распиловки бревна двухпильный ленточнопильный станок с тандемным расположением пил ЛЛК-2. На станке можно распиливать бревна диаметром до 60 см со скоростью подачи до 80 м/мин. Станок обеспечивает высокую производительность и качество пилопродукции. Применение тонких пил (1,0–1,2 мм) способствует уменьшению расхода сырья в опилки по сравнению с лесорамой.

Для распиловки брусьев можно выбрать двухвальный круглопильный станок Ц8Д-10 со скоростью подачи до 24 м/мин. Толщина пил – 2,5 мм, установленная мощность – 49,7 кВт, что обеспечивает снижение расхода сырья в опилки и невысокие энергозатраты.

Производительность станка ЛЛК-2 определим по формуле

$$П_{л} = \frac{U \cdot T \cdot K_p \cdot K_m}{L \cdot z}, \text{ бревен,}$$

станка Ц8Д-10 – по формуле

$$П_{к} = \frac{U \cdot T \cdot K_p \cdot K_m}{L}, \text{ брусьев,}$$

где  $U$  – скорость подачи, м/мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $K_p$  и  $K_m$  – коэффициенты использования рабочего и машинного времени;  $L$  – длина бревна, м;  $z$  – количество проходов при распиловке одного бревна, шт.

С учетом технической характеристики станка, размера бревна, постав на распиловку выбираем скорость подачи и коэффициенты  $K_p$  и  $K_m$ . Например, для станка ЛЛК-2 позиционно-проходного типа с возвратно-поступательным перемещением бревен  $K_m = 0,4–0,6$ , а для многопильного станка проходного типа Ц8Д-10  $K_m = 0,80–0,85$ .

Производительность станка ЛЛК-2 составит

$$П_{л} = \frac{30 \cdot 480 \cdot 0,75 \cdot 0,6}{5 \cdot 4} = 324 \text{ бревна};$$

станка Ц8Д-10:

$$П_{к} = \frac{12 \cdot 480 \cdot 0,75 \cdot 0,8}{5} = 691 \text{ брус.}$$

Учитывая, что по поставу из одного бревна выпиливается два бруса, на станок Ц8Д-10 поступит  $324 \cdot 2 = 648$  брусев.

Таким образом, в лесопильном потоке с учетом синхронной работы можно установить один станок ЛЛК-2 и один станок Ц8Д-10.

### 3.4. Фрезернопильное оборудование

В основу агрегатного способа переработки сырья положен принцип совмещения нескольких технологических операций в одном агрегате. Это способствует созданию малооперационной технологии, обеспечивает повышение производительности труда в 1,5–2,5 раза и комплексное использование древесины до 86–92%.

Фрезернопильное оборудование предусматривает последовательное выполнение следующих операций:

- 1) обработку бревна до формы бруса фрезерованием с получением технологической щепы;
- 2) распиловку бруса на пиломатериалы круглыми или ленточными пилами.

Преимуществом таких агрегатных линий является их высокая производительность по сравнению с другим оборудованием, а также возможность комплексной переработки бревен с одновременным получением пилопродукции и технологической щепы.

Однако есть и недостатки: высокое энергопотребление фрезернопильных агрегатов и сравнительно низкий объемный выход пилопродукции, потому что сбеговая зона бревна перерабатывается в щепу. Подчеркнем, что увеличение выхода технологических щепы при переработке круглых лесоматериалов является целесообразным на предприятиях, которые используют щепу в качестве сырья для целлюлозы или древесных плит.

Необходимо отметить, что одним из решающих условий обеспечения бесперебойной работы высокопроизводительных линий на

базе агрегатного оборудования является наличие необходимых объемов сырья определенных размеров и качества.

В зависимости от типа оборудования технологические потоки на основе агрегатного способа обработки делят:

- на линии с фрезерованием профильного бруса и его распиловкой в одном агрегате развальным способом (ЛАПБ-2М, NewSaw R200 и R250);

- линии с фрезерованием двух- или четырехкантных брусьев и их распиловкой за два прохода круглыми или ленточными пилами (ЛФП-2, ЛФП-3, Giga 02B и др.);

- линии на базе фрезерно-брусующих станков для выработки бруса и круглопильных многопильных станков для распиловки бруса (ФБС-750М, ФБЛ-16М и др.). Техническая характеристика линий приведена в табл. П17.


Сменную производительность линий ЛАПБ, ЛФП или ФБЛ определяют по формуле

$$\Pi = \frac{U \cdot T \cdot q_i \cdot K_T \cdot K_i}{L_i}, \text{ м}^3,$$

где  $U$  – скорость подачи, м/мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $q_i$  – объем  $i$ -го бревна, м<sup>3</sup>;  $K_T$  – коэффициент использования рабочего времени;  $K_i$  – коэффициент использования лесопильного потока при распиловке бревен  $i$ -го диаметра;  $L_i$  – длина  $i$ -го бревна, м.

Отметим, что коэффициенты  $K_T$  и  $K_i$  можно определить соответственно по вышеприведенным формулам для лесопильных рам. В этих формулах при расчете коэффициента  $K_i$  для линий ЛАПБ принимают  $\sum t \cdot n_1 = 5,1$  с,  $\sum t \cdot n_2 = 0$ ; для линий ЛФП –  $\sum t \cdot n_1 = 2,89$  с,  $\sum t \cdot n_2 = 3,69$  с; для линий ЛФБ –  $\sum t \cdot n_1 + \sum t \cdot n_2 = 3,1$  с; для всех линий  $\delta = 1$ .

При расчете коэффициента  $K_T$  для линий принимают  $T_1 = 8$  мин,  $T_2 = 40$  мин.

 **Пример 19.** На ОАО «Борисовский ДОК» в г. Борисове имеется производство древесноволокнистых плит. В лесопильном цехе планируется установить поток по переработке тонкомерных бревен диаметром 10–16 см (средний диаметр 14 см), длиной 4 м. Необходимо выбрать оборудование, которое может обеспечить переработку 60 000 м<sup>3</sup> сырья в год.

**Решение.** Учитывая размеры перерабатываемых бревен, и то, что на предприятии имеется цех ДВП, сырьем для которого является технологическая щепка, выбираем фрезернопильную линию, которая включает фрезерно-брусующую линию ФБЛ-16М и многопильный круглопильный станок Ц8Д-130 (табл. П17 и П15а).

Определим производительность станков.

Для линии ФБЛ-16М выбираем  $U = 24$  м/мин. Тогда:

$$П_1 = \frac{U \cdot T \cdot q \cdot K_T \cdot K_i}{L} = \frac{24 \cdot 480 \cdot 0,073 \cdot 0,9 \cdot 0,67}{4} = 126,8 \text{ м}^3;$$

$$K_T = \frac{T \cdot (T_1 - T_2)}{L} = \frac{480 - (8 + 40)}{480} = 0,9;$$

$$K_i = \frac{t_p}{t_p + t_b + \sum t \cdot n_1 + \delta \sum t \cdot n_2} = \frac{10}{10 + 1,9 + 3,1} = 0,67;$$

$$t_p = \frac{60 \cdot L}{U} = \frac{60 \cdot 4}{24} = 10 \text{ с.}$$

Для станка Ц8Д-130  $U = 25$  м/мин. Тогда

$$П_2 = \frac{U \cdot T \cdot q \cdot K_T \cdot K_i}{L} = \frac{25 \cdot 480 \cdot 0,073 \cdot 0,75 \cdot 0,8}{4} = 131,4 \text{ м}^3.$$

Таким образом, учитывая производительность обоих станков, можно заключить, что они обеспечивают синхронную работу линии.

Годовая производительность цеха (см. с. 80) при работе линии в две смены 250 дней в год составит

$$П_{г} = П \cdot М \cdot Z \cdot K_{г} = 126,8 \cdot 250 \cdot 2 \cdot 0,96 = 60\,846 \text{ м}^3.$$

Это значит, что условие задачи выполнено.

В последнее время широко применяются фрезеропильные линии с рециркуляцией брусьев, принцип работы которых заключается в раскрое бревна путем последовательного пропускания его через единственный фрезернопильный агрегат необходимое количество раз. На первом проходе выпиливается брус, который по возвратному конвейеру поступает на этот же агрегат, и цикл раскроя повторяется (рис. 4).

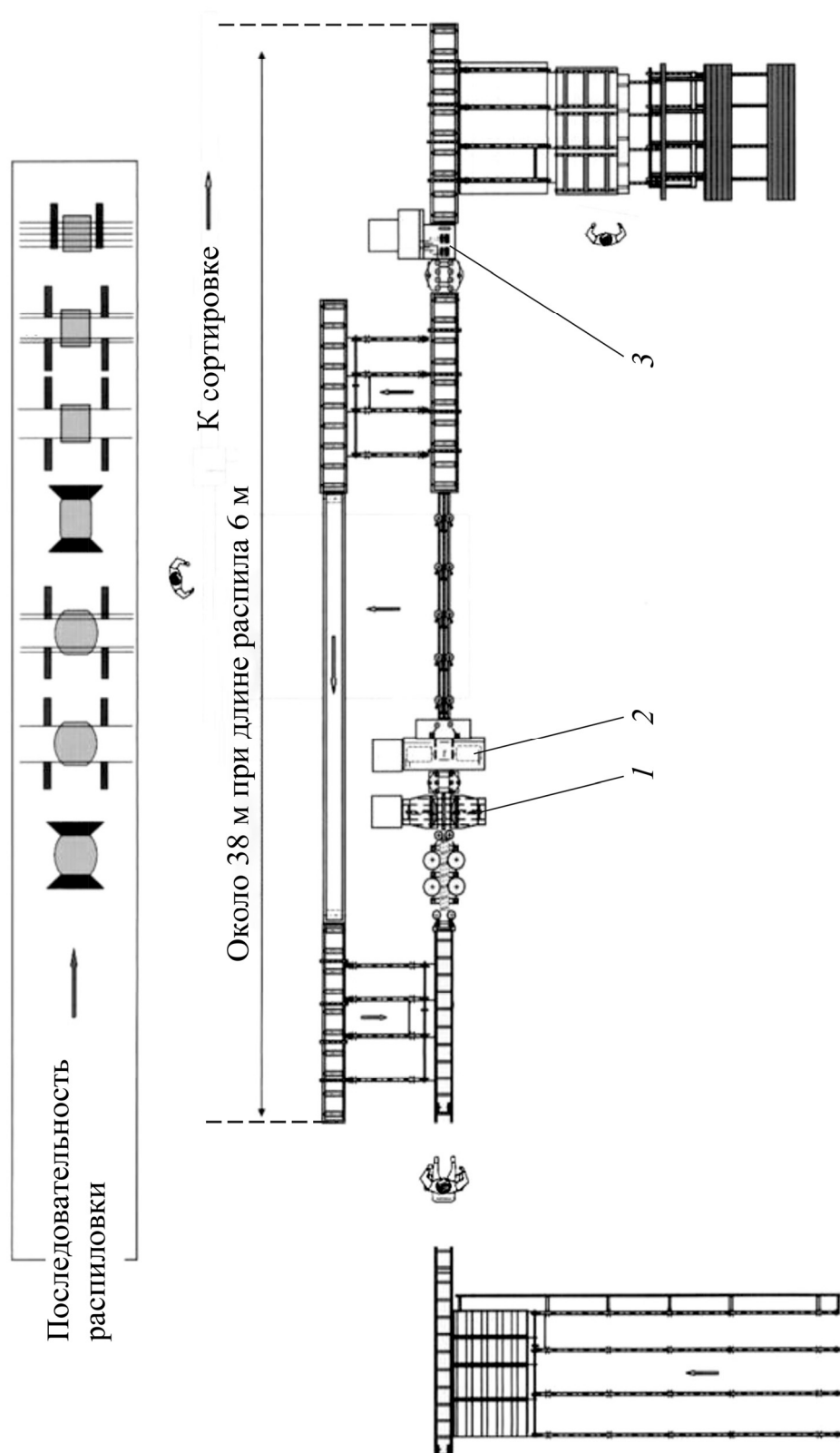


Рис. 4. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпиндельным многопильным делительным круглопильным станком для раскряга бруса производительностью 35–110 тыс. м<sup>3</sup> бревен в год:  
 1 – фрезерно-брусующий станок; 2 – двухшпиндельный круглопильный станок;  
 3 – многопильный делительный станок для раскряга бруса

Производительность такой линии определяется по формуле

$$П_2 = \frac{U \cdot T \cdot q \cdot K_T \cdot K_i}{L_i \cdot Z_{пр}}, \text{ м}^3.$$

Обозначения соответствуют обозначениям в приведенной выше формуле,  $Z_{пр}$  – количество пропусков бревна через фрезерный агрегат.

### 3.5. Станки для торцовки и обрезки досок

В лесопильном цехе выполняют предварительную торцовку досок. При этом вырезают дефектные места (гнили, горбыльные части, крупные сучки и т. д.).

Для предварительной торцовки досок применяют педальные торцовочные станки, например ЦКБ40-01 (табл. П18).

Сменную производительность торцовочных установок определяют по формуле

$$П_T = N_{пр} \cdot T \cdot K, \text{ досок},$$

где  $N_{пр}$  – пропускная способность установки или педального станка, шт./мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $K$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K = 0,70–0,75$ ).

Необрезные доски после лесопильных рам или после предварительной торцовки поступают на участок обрезки. Для обрезки необрезных досок применяют круглопильные обрезные или фрезерно-обрезные станки, например Ц2Д-7А или Ц2Д-1Ф.

Сменная производительность станка определяется по формуле

$$П_{обр} = U \cdot T \cdot K / l, \text{ досок},$$

где  $U$  – скорость подачи, м/мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $K$  – коэффициент использования станка ( $K = 0,55–0,65$ );  $l$  – длина доски, м.

Техническая характеристика обрезных станков приведена в табл. П19.

При расчете необходимого количества станков для каждого лесопильного потока определяют наибольшее количество досок, которые поступают на торцовку и обрезку от лесопильных рам. При этом производительность лесорамы определяют при условии их непрерывной работы, т. е. при  $K_i \cdot K_T = 0,98–1,00$ .

Количество станков для каждого потока определяют по формуле

$$n = \frac{N}{\Pi}, \text{ шт.},$$

где  $N$  – наибольшее количество досок, которые поступают на торцовку или обрезку от лесорам за смену, шт.;  $\Pi$  – сменная производительность торцовочного или обрезного станка, шт.

✓ **Пример 20.** Хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м распиливают вразвал на 6 необрезных досок на лесопильной раме 2Р75. Выбрать станок для обрезки необрезных досок и определить их количество для потока из двух таких лесопильных рам.

**Решение.** Определяем количество досок, которые поступают на обрезку от лесопильных рам за смену. Для этого рассчитываем производительность лесопильной рамы:

$$\Pi_{\text{др}} = \frac{31 \cdot 325 \cdot 480}{1000 \cdot 6} \cdot 0,98 = 790 \text{ шт.}$$

Если из каждого бревна выпиливать по 6 необрезных досок и в потоке одновременно работают две лесопильные рамы, то на обрезной станок за смену поступит

$$N = 790 \cdot 6 \cdot 2 = 9480 \text{ досок.}$$

Определяем производительность обрезного станка Ц2Д-7А:

$$\Pi_{\text{обр}} = \frac{100 \cdot 480 \cdot 0,6}{6} = 4800 \text{ досок.}$$

Определяем необходимое количество станков в потоке:

$$n = 9480 / 4800 = 1,98 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке в потоке два обрезных станка с коэффициентом загрузки  $K = 1,98 / 2 = 0,99$ .

✓ **Пример 21.** Для условий примера 20 определить количество торцовочных станков для предварительной торцовки.

**Решение.** На торцовку поступают за смену 9480 досок.

Определяем производительность торцовочного станка ЦКБ-40-01:

$$\Pi_{\text{т}} = 14 \cdot 480 \cdot 0,75 = 5040 \text{ досок.}$$

Находим необходимое количество станков:

$$n = \frac{9480}{5040} = 1,88.$$

Принимаем для установки в потоке два станка с коэффициентом загрузки  $K = 1,88 / 2 = 0,94$ .

### 3.6. Оборудование для переработки отходов

Кусковые отходы (опилки, рейки, обрезки) измельчают на технологическую щепу. Для этого применяют рубительные машины, техническая характеристика которых приведена в табл. П20.

Сортировка технологической щепы осуществляется на сортировочных устройствах (табл. П21).

При расчете необходимого количества оборудования для переработки отходов определяют:


- количество кусковых отходов, которые поступают на переработку;
- производительность рубительной машины или сортировочного устройства.

Количество рубительных машин, которое необходимо установить в лесопильном цехе, рассчитывают по формуле

$$m = \frac{\Pi \cdot P_{\text{к}}}{100 \cdot \Pi_{\text{р.м}}},$$

где  $\Pi$  – наибольшая сменная производительность лесопильного цеха по распиливаемому сырью при  $K_i \cdot K_T = 0,98-1,00 \text{ м}^3$ ;  $P_{\text{к}}$  – количество кусковых отходов по балансу древесины, %;  $\Pi_{\text{р.м}}$  – сменная производительность рубительной машины,  $\text{м}^3$ .

Необходимое количество сортировочных установок определяют с учетом их производительности и общей производительности рубительных машин, которые приняты для установки в лесопильном цехе.

 **Пример 22.** В лесопильном цехе распиливают бревна диаметром 30 см и длиной 5 м с брусочкой на лесопильных рамах 2Р75-1 и 2Р75-2. Производительность потока составляет  $385 \text{ м}^3$ . Выбрать модель и определить необходимое количество рубительных машин



для переработки кусковых отходов и сортировочных установок для щепы, если по балансу древесины отходы составляют 22%.

*Решение.* Учитывая сравнительно небольшое количество кусковых отходов, поступающих из лесоцеха, по табл. П20 выбираем рубительную машину МР2-20 с часовой производительностью 20 пл. м<sup>3</sup>.

Ее сменная производительность составит

$$P_{рм} = 20 \cdot 8 \cdot 0,8 = 128 \text{ м}^3.$$

Количество рубительных машин будет

$$m = \frac{385 \cdot 22}{100 \cdot 128} = 0,66 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке одну рубительную машину.

Учитывая, что часовая производительность рубительной машины составляет в плотном объеме 20 м<sup>3</sup>, т. е. в насыпном объеме –  $20 \cdot 2,7 = 54 \text{ м}^3$  (коэффициент разрыхления для щепы составляет 2,7), по табл. П21 выбираем сортировочную установку для щепы СЩ-70, которая имеет часовую производительность 70 м<sup>3</sup> в насыпном объеме. Значит, для обеспечения непрерывной работы рубительной машины МР2-20 необходимо установить одну сортировочную установку для щепы СЩ-70.

### 3.7. Транспортное оборудование

В лесопильном цехе для перемещения сырья, пилопродукции и отходов используют: продольные и поперечные цепные конвейеры, ленточные и роликовые конвейеры. Техническая характеристика конвейеров приведена в табл. П22–П24.

Продольные цепные конвейеры используют для подачи бревен в цех. Часовая производительность конвейера определяется по формуле

$$P_k = \frac{3600 \cdot V}{L} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ бревен/ч,}$$

где  $V$  – скорость движения цепи конвейера, м/с;  $L$  – средняя длина бревна, м;  $K_1$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_1 = 0,6–0,7$ );  $K_2$  – коэффициент использования тягового органа ( $K_2 = 0,75–0,85$ ).

Поперечные цепные конвейеры используют для перемещения досок и кусковых отходов.

Производительность конвейера определяется по формуле

$$\Pi_{\text{к}} = \frac{3600 \cdot V}{b} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ досок/ч,}$$

где  $V$  – скорость движения цепи конвейера, м/с;  $b$  – средняя ширина досок, м;  $K_1$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_1 = 0,6–0,7$ );  $K_2$  – коэффициент использования тягового органа ( $K_2 = 0,6–0,7$ ).

При расчете необходимого количества конвейеров кроме их производительности надо знать производительность лесопильных рам. В этом случае производительность лесорамы определяют при  $K_T \cdot K_i = 1$ .

Ленточные конвейеры применяют для перемещения штучных материалов (досок, горбылей, реек и др.), а также сыпучих материалов (опилок, щепы).

При перемещении штучных материалов производительность ленточного конвейера определяют так же, как и производительность продольного цепного конвейера.

Производительность ленточного конвейера при перемещении сыпучих материалов рассчитывают по формуле

$$\Pi_{\text{ск}} = 3600 \cdot V \cdot B^2 \cdot (0,0435 + 0,16 \cdot \text{tg}0,35 \cdot \varphi) \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}},$$

где  $V$  – скорость движения цепи конвейера, м/с;  $B$  – ширина ленты, м;  $\varphi$  – угол сыпучести опилок или щепы ( $\varphi = 40^\circ$ );  $K_{\text{н}}$  – коэффициент, который учитывает угол наклона конвейера ( $K_{\text{н}} = 0,85–1,00$ );  $K_{\text{в}}$  – коэффициент использования ленты конвейера ( $K_{\text{в}} = 0,8$ ).

При заданной скорости движения ширину ленты конвейера определяют в зависимости от количества опилок или щепы, которые необходимо удалить из цеха.

Ширину ленты находят по формуле

$$B = \sqrt{\frac{\Pi}{3600 \cdot V \cdot (0,0435 + 0,16 \cdot \text{tg}0,35 \cdot \varphi) \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}}}},$$

где  $\Pi$  – производительность конвейера (количество опилок или щепы, которые необходимо удалить из цеха за час), сып. м<sup>3</sup>.

Количество опилок определяют с учетом баланса древесины при распиловке бревен и производительности лесорамы при  $K_T \cdot K_i = 1$ .

Количество щепы определяют по производительности рубительной машины.

Перевод объема материалов из метров кубических плотных в метры кубические сыпучие производят с учетом коэффициента разрыхления  $K_p$ . Для опилок принимают  $K_p = 3,5$ , для щепы –  $K_p = 2,7$ .

✓ **Пример 23.** Определить, обеспечит ли продольный цепной конвейер для подачи бревен непрерывную работу лесопильной рамы 2Р50-1, которая распиливает хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 5 м вразвал на 6 досок.

**Решение.** Определим часовую производительность конвейера БА-40, если скорость движения цепи составляет 0,8 м/с (табл. П22):

$$P_k = \frac{3600 \cdot 0,8}{5} \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 276 \text{ бревен.}$$

Часовая производительность лесорамы при  $K_T \cdot K_i = 1$  в соответствии с примером 14 составляет

$$P = \frac{37 \cdot 360 \cdot 60}{1000 \cdot 5} \cdot 1 = 160 \text{ бревен.}$$

Таким образом, конвейер обеспечивает непрерывную работу лесорамы.

✓ **Пример 24.** Определить модель ленточного конвейера для удаления щепы от рубительной машины МР2-20.

**Решение.** Производительность этой рубительной машины по технической характеристике составляет 20 пл. м<sup>3</sup>. С учетом коэффициента разрыхления щепы  $K_p = 2,7$  производительность ее будет

$$P_{рм} = 2,7 \cdot 20 = 54 \text{ сып. м}^3.$$

Скорость движения ленты конвейера принимаем  $V = 1,5$  м/с.

Тогда ширина ленты конвейера будет

$$B = \sqrt{\frac{54}{3600 \cdot 1,5 \cdot (0,0435 + 0,16 \cdot \operatorname{tg} 0,35 \cdot 40)} \cdot 1 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ м.}$$

Принимаем ленточный конвейер КСЛ 5040-60 с шириной ленты 500 мм (табл. П24).

### 3.8. Сортировочные установки для пиломатериалов

На лесопильных предприятиях для сортировки досок применяют сортировочные конвейеры ТСП-3 и ТСП-4 с ручной укладкой досок в пакеты, а также полуавтоматические сортировочные установки модели ПСП (например, ПСП-36) и др. Техническая характеристика установок приведена в табл. П25.

Расчет сортировочных установок включает определение:

- дробности сортировки;
- размеров конвейера;
- скорости конвейера и производительности установки;
- модели сортировочной установки и количества установок, необходимых для сортировки выпиленных досок.

Дробность сортировки, т. е. количество групп, на которые распределяют пиломатериалы, находят по формуле

$$m = A \cdot r \cdot s \cdot l \cdot K + R,$$

где  $A$  – коэффициент, который учитывает средний диаметр распиливаемых бревен ( $A = 6$  для диаметра до 24 см,  $A = 8$  для диаметра 26 см и более);  $r$  – количество эффективных лесорам в цехе;  $s$  и  $l$  – количество групп, на которые делят доски соответственно по сортам и по длине;  $K$  – коэффициент повторения размеров ( $K = 1$  для одной эффективной рамы или потока,  $K = 0,9$  для двух потоков);  $R$  – резервные места ( $R = 1-2$  на каждую эффективную раму).

Распределение досок осуществляется в пакеты, которые расположены с одной или двух сторон конвейера ТСП в зависимости от конкретных условий. Длину участка распределения рассчитывают по формулам при расположении пакетов:

$$\text{с одной стороны конвейера} - l_p = m \cdot a;$$

$$\text{с двух сторон конвейера} - l_p = m \cdot a / 2.$$

В этих формулах  $m$  – дробность сортирования;  $a$  – длина участка для расположения одного пакета ( $a = 1,8-2,0$  м).

Скорость сортировочного конвейера находят по формуле

$$V = n \cdot (b + x), \text{ м/мин,}$$

где  $n$  – количество досок, которые поступают на сортировку за 1 мин;  $b$  – средняя ширина досок, м;  $x$  – расстояние между соседними досками конвейера, м.

Для обеспечения нормальных условий труда рабочих, которые снимают доски с конвейера вручную и распределяют их по пакетам, скорость конвейера не должна быть больше 10–12 м/мин.

Количество досок, которые поступают на конвейер за одну минуту, определяют по производительности оборудования для раскря бревен.

Сменную производительность сортировочной установки ПСП можно определить по формуле

$$\Pi = \frac{60 \cdot V \cdot T \cdot K}{a}, \text{ досок,}$$

где  $V$  – скорость распределительного конвейера, м/с;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $K = 0,6–0,7$  – коэффициент использования рабочего времени;  $a$  – расстояние между упорами конвейера, м.

Скорость сортировочной установки составляет 0,21, 0,28 или 0,42 м/с, расстояние между упорами  $a = 0,84$  м.

✓ **Пример 25.** Определить длину участка распределения сортировочного конвейера ТСП-3 для следующих условий:

- бревна, средний диаметр которых по спецификации составляет 24 см, распиливают в четырехрамном лесоцехе;
- в цехе в одном потоке лесорамы работают только с брусковой, а в другом потоке – обе вразвал;
- доски распределяют по размерам поперечного сечения и на две группы по качеству;
- пакеты досок располагают по обе стороны конвейера.

**Решение.** Определим дробность сортировки, т. е. количество сортировальных групп досок:

$$m = A \cdot r \cdot s \cdot l \cdot K + R = 6 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,9 + 2 = 34.$$

Найдем длину участка распределения досок:

$$l_p = \frac{m \cdot a}{2} = 34 \cdot \frac{2}{2} = 34 \text{ м.}$$

✓ **Пример 26.** На лесопильной раме 2Р50 распиливают хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 5 м вразвал на 6 досок. Определить модель сортировочной установки ПСП и количество таких установок, если доски необходимо разделить по размерам поперечного сечения и на две группы по качеству.

**Решение.** Количество сортировочных групп досок составляет  $m = 6 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 + 2 = 26$ .

Таким образом, модель сортировочной установки будет ПСП-30.

Количество досок, которые поступают за смену на сортировку, определим по производительности лесопильной рамы при  $K_T \cdot K_i = 1$  (пример 14):

$$P_{\text{лр}} = 37 \cdot 360 \cdot \frac{480}{1000 \cdot 5} \cdot 1 \cdot 6 = 7672 \text{ доски.}$$

Производительность сортировочной установки рассчитаем по формуле

$$P_{\text{сy}} = 60 \cdot \frac{V \cdot T \cdot K}{a} = 60 \cdot \frac{0,42 \cdot 480 \cdot 0,7}{0,84} = 10\,080 \text{ досок.}$$

Определим количество сортировочных установок:

$$n = \frac{P_{\text{лр}}}{P_{\text{сy}}} = \frac{7672}{10\,080} = 0,76.$$

Принимаем одну установку с загрузкой 76%.

### 3.9. Техничко-экономические показатели лесопильного цеха

Основным оборудованием в лесопильном цехе являются лесопильные рамы, круглопильные или ленточнопильные станки. От производительности этих станков зависит производительность цеха.

Другие станки (обрезные, торцовочные) и дополнительное оборудование (рубительные машины) должны обеспечить максимальное использование производительности основного оборудования.

При расчете лесопильного потока определяют производительность установленного в нем основного оборудования и количество станков, которые должны обеспечить синхронную работу всего потока и выполнить производственное задание.

**Производственным заданием**, которое принимают при расчете потока, является выпилка  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов.

Производительность лесопильных рам, круглопильных и ленточнопильных станков определяют по формулам, приведенным выше.

После определения производительности лесопильных рам рассчитывают количество рамо-смен (станко-смен), необходимых для выполнения производственного задания:

$$P = Q / \Pi;$$

$$Q = \frac{1000}{\eta} \cdot 100, \text{ м}^3,$$

где  $Q$  – количество сырья, которое необходимо для выпилки 1000 м<sup>3</sup> пиломатериалов, м<sup>3</sup>;  $\Pi$  – сменная производительность лесорамы, м<sup>3</sup>;  $\eta$  – объемный выход пиломатериалов, %.

**Рамо-сменой** называют работу одной лесопильной рамы на протяжении одной смены. Если в цехе установлены четыре лесорамы, то за одну смену они независимо от способа распиловки бревен вместе отработают четыре установленные рамо-смены.

**Эффективной рамо-сменой** называют работу на протяжении одной смены одной лесопильной рамы вразвал или двух лесорам с брусковкой.

Таким образом, количество эффективных рам в цехе определяют по формуле

$$N_{\text{эф}} = N_p + N_{\text{бр}} / 2,$$

где  $N_p$  и  $N_{\text{бр}}$  – количество лесорам, которые распиливают бревна соответственно вразвал и с брусковкой.

Общее количество установленных рамо-смен (станко-смен) для определения производственного задания (выпилки 1000 м<sup>3</sup> досок) можно определить по формуле

$$P_y = \sum_{i=1}^n P_{p(i)} + 2 \cdot \sum_{j=1}^m P_{\text{бр}(j)},$$

где  $P_p$  и  $P_{\text{бр}}$  – количество эффективных рамо-смен для распиловки бревен соответственно вразвал и с брусковкой;  $n$  и  $m$  – соответственно количество развальных и брусковочных поставов по плану раскроя бревен.

Среднесменную производительность установленной лесопильной рамы определяют по формулам:

– по количеству распиленного сырья

$$\Pi_p = Q / P_y, \text{ м}^3;$$

– по количеству пропущенного сырья

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{Q_p + 2 \cdot Q_{\text{бр}}}{P_y}, \text{ м}^3;$$

– по количеству выпиленных пиломатериалов:

$$П_{\text{пм}} = Q_{\text{пм}} / P_y, \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{пм}} = Q \cdot \eta / 100, \text{ м}^3,$$

где  $Q$  – общее количество распиленного сырья, необходимого для выпиловки 1000 м<sup>3</sup> досок, м<sup>3</sup>;  $Q_p$  и  $Q_{\text{бр}}$  – количество сырья, которое распилено соответственно вразвал и с брусочкой, м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{пм}}$  – количество пиломатериалов, м<sup>3</sup>, выпиленных из сырья объемом  $Q$  при среднем объемном выходе  $\eta$ .

Годовая производительность лесопильного цеха определяется с учетом количества установленных лесорам и их среднесменной производительности по формулам:

– по количеству распиленного сырья

$$П_{\text{Г(с)}} = P_p \cdot N \cdot M \cdot Z \cdot K_{\text{Г}}, \text{ м}^3;$$

– по количеству выпиленных досок

$$П_{\text{Г(пм)}} = П_{\text{пм}} \cdot N \cdot M \cdot Z \cdot K_{\text{Г}}, \text{ м}^3,$$

где  $N$  – количество лесорам в цехе;  $M$  – количество рабочих дней в году;  $Z$  – сменность работы цеха;  $K_{\text{Г}}$  – коэффициент, зависящий от температурной зоны, в которой размещен цех; для Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей  $K_{\text{Г}} = 0,96$ , для Витебской и Могилевской областей  $K_{\text{Г}} = 0,93$ .

К основным технико-экономическим показателям цеха относят также общую установленную мощность оборудования, которую определяют по технической характеристике станков и механизмов, количество рабочих, занятых в производстве, и выработку продукции на одного рабочего.



**Пример 27.** В двухрамном лесопильном цехе на лесопильных рамах 2Р75-1 и 2Р75-2 распиливают хвойные бревна диаметром 30 см и длиной 5 м с брусочкой по поставу: I – брус 175 мм и 4 доски, II – 7 досок. Определить количество рамо-смен для того, чтобы выполнить расчетное задание – выпиловку 1000 м<sup>3</sup> пиломатериалов, если их объемный выход составляет 62,1%.

**Решение.** Определяем сменную производительность установленных лесопильных рам.



В примере 15 определена сменная производительность лесопильной рамы по распиловке древесины для заданных условий. Она составляет  $\Pi = 142,5 \text{ м}^3$ .

Рассчитаем объем сырья, необходимого для выпилки 1000  $\text{м}^3$  досок:

$$Q = 1000 \cdot 100 / 62,1 = 1610 \text{ м}^3.$$

Определим количество рамо-смен, необходимых для выполнения задания:

$$P = 1610 / 142,5 = 11,3.$$

### Контрольные вопросы

39. Какие технологические операции выполняют в лесопильном цехе?
40. Какие станки принимают для распиловки бревен?
41. В чем преимущества лесопильных рам перед другими станками для распиловки бревен?
42. Дайте классификацию лесопильных рам.
43. Перечислите основные технологические показатели лесопильных рам.
44. От чего зависит выбор модели лесопильной рамы?
45. Какие факторы учитывают при определении величины посылки?
46. Как можно определить величину фактической посылки?
47. От чего зависит скольжение бревен на подающих вальцах и как его уменьшить?
48. Как определить производительность лесопильной рамы?
49. От чего зависит производительность лесопильной рамы?
50. Перечислите характерные дефекты распиловки на лесорамах.
51. Что является причиной дефектов распиловки?
52. Перечислите причины, которые вызывают повышенную шероховатость поверхности досок и их неправильную толщину.
53. Для чего проводится предварительная торцовка досок в лесопильном цехе?
54. Какие станки применяют для предварительной торцовки досок?
55. Как определить производительность и необходимое количество торцовочных станков в потоке?

56. Какие станки применяют для обрезки необрезных досок?
57. В чем преимущества и недостатки круглопильных обрезных и фрезерно-обрезных станков?
58. Как определить производительность и необходимое количество обрезных станков в потоке?
59. Перечислите дополнительное и транспортное оборудование в цехе – передрамное и послерамное, и опишите работу этих механизмов.
60. Как определить производительность продольных и поперечных цепных конвейеров?
61. Для чего предназначены ленточные конвейеры и какие правила их выбора и расчета?
62. Охарактеризуйте оборудование для измельчения кусковых отходов.
63. Какие установки применяют для сортировки технологической щепы?
64. Как определить необходимое количество рубильных машин и сортировочных установок для щепы в лесопильном цехе?
65. Какие преимущества и недостатки имеет распиловка бревен на круглопильных станках?
66. Дайте характеристику круглопильных станков для распиловки сырья.
67. Какие преимущества и недостатки имеют ленточнопильные станки?
68. Дайте характеристику ленточнопильных станков.
69. Как определяют производительность круглопильных и ленточнопильных станков?
70. Дайте характеристику фрезернопильных линий. Их преимущества и недостатки.
71. Как определяют производительность фрезернопильных линий?
72. Как определить дробность сортировки досок?
73. Какие установки применяют для сортировки досок?
74. Дайте характеристику сортировочных конвейеров ТСП.
75. От чего зависит и как определяют длину сортировочного конвейера ТСП?
76. Дайте характеристику полуавтоматической сортировочной установки ПСП. Как определяют ее производительность?

77. Что называется рамо-сменой и как определяют количество рамо-смен, необходимых для распиловки бревен?

78. Что называется эффективной рамо-сменой?

79. Как определить среднесменную производительность установленной лесопильной рамы?

80. Как рассчитывают годовую производительность лесопильного цеха?

### Задачи

51. Хвойные бревна диаметром 26 см и длиной 6 м распиливают вразвал на 6 досок на лесопильных рамах 2Р75-1 и Р63-4Б. Определить продолжительность распиловки бревна на каждой лесопильной раме и сравнить результаты.

52. Выбрать посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 20 см и длиной 4 м на лесопильной раме 2Р75-1 вразвал на 6 досок. Как изменится посылка, если лесопильная рама будет распиливать дубовые бревна таких же размеров?

53. Определить расчетную посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 30 см и длиной 5 м с брусочкой на лесопильных рамах 2Р75-1 и 2Р75-2, если в I проходе выпиливают брус толщиной 175 мм и 4 доски, а во II – брус распиливают на 8 досок.

54. Для условий задачи 52 определить сменную производительность лесопильной рамы при распиловке хвойных и дубовых бревен и сравнить результаты. Производительность определить в штуках бревен и в метрах кубических.

55. Для условий задачи 53 определить сменную производительность лесопильной рамы по распиленному сырью.

56. Для условий задачи 51 определить производительность лесопильных рам и сравнить результаты.

57. На фрезернопильной линии NewSaw R250 сначала распиливают хвойные бревна диаметром 22 см на 6 досок, а потом диаметром 30 см на 8 досок. Длина бревен одинаковая и составляет 6 м. Определить производительность линии в штуках бревен и в метрах кубических и сравнить результаты.

58. Для условий задачи 57 определить, как изменится производительность фрезернопильной линии в штуках бревен и в метрах кубических, если она станет распиливать более короткие бревна длиной 3 м.

59. Бревна хвойные диаметром 30 см и длиной 6 м распиливают на фрезернопильной линии. Выбрать модель и определить годовую производительность лесопильного цеха по распиленному сырью с учетом того, что цех работает 250 дней в 2 смены. Цех находится в г. Бобруйске.

60. В связи с необходимостью увеличения производственной мощности цеха по распилу сырья принято решение вместо двух лесопильных рам Р63-4Б, которые распиливают хвойные бревна со средним диаметром 20 см и длиной 6 м по поставу: I проход – брус 125 мм и 2 доски, II проход – 6 досок, установить фрезерно-пильную линию Giga 02В. Определить годовую производительность цеха после реконструкции и сравнить с производительностью до реконструкции. Цех находится в г. Борисове и работает 250 дней в 2 смены.

61. Выбрать модель сначала одноэтажной, а затем двухэтажной лесопильной рамы, определить сменную производительность каждой из них по распиленному сырью для условий распиловки, которые приведены в табл. 17, и сделать анализ результатов по типу лесопильных рам, длине бревен и способу распиловки.

Таблица 17

## Размеры бревен и схемы распиловки

Вариант	Порода	Размеры бревен				Количество досок в поставе
		Диаметр, см	Длина, м, по варианту			
			А	Б	В	
1	2	3	4	5	6	7
Распиловка вразвал						
1	Сосна	14	4	5	6	5
2	Ольха	14	4	5	6	6
3	Береза	14	4	5	6	5
4	Сосна	16	4	5	6	6
5	Ольха	16	4	5	6	5
6	Береза	16	4	5	6	6
7	Сосна	18	4	5	6	6
8	Ольха	18	4	5	6	7
9	Береза	18	4	5	6	5
10	Сосна	20	4	5	6	6
11	Осина	20	4	5	6	5
12	Ольха	20	4	5	6	7
13	Сосна	22	4	5	6	6

Окончание табл. 17

1	2	3	4	5	6	7
14	Дуб	22	4	5	6	6
15	Осина	22	4	5	6	7
16	Сосна	24	4	5	6	7
17	Дуб	24	4	5	6	6
18	Сосна	26	4	5	6	7
19	Дуб	26	4	5	6	7
20	Дуб	28	4	5	6	8
21	Дуб	30	4	5	6	9
22	Дуб	32	4	5	6	8
23	Ясень	34	4	5	6	9
24	Ясень	36	4	5	6	10
25	Дуб	20	4	5	6	6
Распиловка с брусочкой						
26	Сосна	18	4	5	6	I – брус 100 и 2 доски; II – 6
27	Сосна	18	4	5	6	I – брус 100 и 4 доски; II – 7
28	Ель	20	4	5	6	I – брус 125 и 2 доски; II – 7
29	Сосна	20	4	5	6	I – брус 125 и 2 доски; II – 6
30	Ель	22	4	5	6	I – брус 125 и 4 доски; II – 6
31	Сосна	22	4	5	6	I – брус 150 и 2 доски; II – 7
32	Сосна	24	4	5	6	I – брус 150 и 4 доски; II – 7
33	Сосна	24	4	5	6	I – брус 175 и 2 доски; II – 6
34	Ель	26	4	5	6	I – брус 150 и 4 доски; II – 7
35	Ель	26	4	5	6	I – брус 175 и 2 доски; II – 8
36	Сосна	28	4	5	6	I – брус 175 и 2 доски; II – 8
37	Сосна	28	4	5	6	I – брус 150 и 4 доски; II – 9
38	Сосна	30	4	5	6	I – брус 175 и 4 доски; II – 9
39	Сосна	30	4	5	6	I – брус 200 и 4 доски; II – 9
40	Сосна	32	4	5	6	I – брус 200 и 6 досок; II – 10
41	Сосна	32	4	5	6	I – брус 225 и 4 доски; II – 10
42	Сосна	34	4	5	6	I – брус 200 и 4 доски; II – 10
43	Сосна	34	4	5	6	I – брус 225 и 4 доски; II – 10
44	Сосна	36	4	5	6	I – брус 225 и 4 доски; II – 11
45	Сосна	36	4	5	6	I – брус 250 и 4 доски; II – 10

62. В четырехрамном лесопильном цехе в одном потоке на двух лесопильных рамах распиливают хвойные бревна с брусочкой, а на остальных двух – дубовые бревна вразвал. Диаметр бревен одинаковый – 30 см, а длина – 4 м. Распиловка с брусочкой ведется по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 7 досок, а распиловка в развал – на 7 досок. Выбрать двухэтажную лесопильную

раму и определить: 1) в каком потоке сменная производительность лесорам по распиленному сырью будет больше; 2) сменную производительность цеха.

63. Для условий задачи 62 определить, как изменяется сменная производительность цеха по распиленному сырью, если на двух потоках бревна будут распиливать вразвал на 7 необрезных досок каждое.

64. Для условий задачи 62 определить, как изменится сменная производительность цеха по распиленному сырью, если распиловку хвойных бревен с брусочкой будут осуществлять на фрезернопильной линии GiGa 02B.

65. Хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 3 м распиливают на круглопильных многопильных станках с брусочкой. Постав I прохода – брус 100 мм и 2 доски, II прохода – 5 досок. Выбрать модели станков и определить сменную производительность станка по распиленному сырью.

66. В лесопильном цехе хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 5 м распиливают на круглопильных станках с брусочкой. Постав I прохода – брус 175 мм и 2 доски, II прохода – 6 досок. Выбрать модели станков и определить сменную производительность цеха по распиленному сырью.

67. На двухпильном ленточнопильном станке распиливают бревна диаметром 36 см и длиной 5 м. Из каждого бревна выпиливают два бруса толщиной 100 мм и 4 необрезные доски. Брусья распиливают на круглопильном многопильном станке на 4 обрезные и 2 необрезные доски. Выбрать модели станков и определить сменную производительность лесопильного потока.

68. Хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 5 м распиливают на однопильном круглопильном станке. При этом выпиливают брус толщиной 150 мм и 4 доски. Брус распиливают на круглопильном многопильном станке на 7 досок. В связи с увеличением производственной мощности принято решение вместо данного оборудования установить линию на базе фрезерно-брусующих станков для выработки бруса и круглопильных многопильных станков для распиловки бруса. Выбрать подходящую линию и рассчитать годовую производительность цеха после реконструкции с учетом того, что цех работает 250 дней в 2 смены. Цех находится в г. Борисове.

69. На фрезернопильной линии NewSaw распиливают бревна диаметром 18 см и длиной 4 м на обрезные доски. Выбрать модель станка и определить его производительность.

70. На фрезернопильной линии NewSaw распиливают бревна диаметром 30 см и длиной 4 м на обрезные доски. Выбрать модель линии и определить ее производительность.

71. Бревна диаметром 26 см и длиной 5 м перерабатывают на фрезернопильной линии с рециркуляцией брусьев. Выбрать модель линии и определить сменную производительность.

72. Бревна хвойные диаметром 30 см и длиной 6 м распиливают на лесопильных рамах 2P75 с брусовкой по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 5 обрезных и 4 необрезные доски. Выбрать станок для обрезки необрезных досок и определить, обеспечит ли он непрерывную работу лесопильных рам.

73. Определить, сколько обрезных станков необходимо установить в лесопильном цехе, в котором бревна хвойные диаметром 24 см и длиной 6 м распиливают на двух лесопильных рамах 2P50 вразвал на 7 досок.

74. Определить, обеспечит ли фрезерно-обрезной станок переработку необрезных досок, если в потоке на двух многопильных круглопильных станках распиливают с брусовкой хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 4 м по поставу: I проход – брус 100 мм и 2 доски, II проход – 3 обрезные и 2 необрезные доски.

75. В потоке на двух лесопильных рамах 2P50-1 и 2P50-2 распиливают хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 6 м вразвал на 6 необрезных досок. Определить, сколько обрезных станков необходимо установить в потоке.

76. Для условий задачи 61 (варианты 1, 4, 7, 10, 13, 16 и 18) выбрать обрезной станок и определить, сколько станков необходимо установить в потоке из двух лесопильных рам. Проанализировать результаты расчетов по типу лесорам и длине бревен.

77. Для условий задачи 72 определить количество торцовочных станков для предварительной торцовки досок.

78. В потоке на лесопильных рамах 2P50-1 и 2P50-2 распиливают хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м с брусовкой. С каждого бревна по 4 доски поступают на предварительную торцовку. Определить, сколько торцовочных станков необходимо установить в потоке.

79. Для условий задачи 72 выбрать торцовочную установку проходного типа и определить, обеспечит ли она непрерывную работу потока.

80. Для условий задачи 61 (варианты 1, 4, 7, 10, 13, 16 и 18) выбрать торцовочные станки для предварительной торцовки досок и определить их количество в потоке из двух лесорам.

81. Выбрать рубительные машины и определить их количество для измельчения кусковых отходов в четырехрамном лесопильном цехе, в котором распиливают на двух лесопильных рамах 2Р75 с брусковой бревна хвойные диаметром 30 см и длиной 5 м по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 8 досок, а на остальных двух лесопильных рамах 2Р75 – бревна диаметром 24 см и длиной 5 м вразвал на 7 досок. Цех выпускает обрезные доски. Кусковые отходы в балансе древесины составляют в среднем 20,5% от объема бревен.

82. Для условий задачи 81 выбрать и определить количество сортировочных установок для щепы.

83. Определить, обеспечит ли одна рубительная машина МР2-20 измельчение кусковых отходов, полученных в лесопильном цехе, который распиливает 40 м<sup>3</sup> бревен в час, если в балансе древесины кусковые отходы составляют в среднем 21,6%.

84. Определить загрузку рубительной машины МР2-20Н, если в лесопильном цехе, где она установлена, распиливают 160 м<sup>3</sup> бревен в смену. По балансу древесины кусковые отходы составляют 20%.

85. Определить, обеспечит ли продольный цепной конвейер подачу бревен в цех и непрерывную работу лесопильной рамы 2Р75, которая распиливает хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м вразвал на 7 досок.

86. В лесопильном цехе две лесопильные рамы Р63-4Б распиливают хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 5 м вразвал на 6 досок. Определить, обеспечит ли один продольный цепной конвейер непрерывную работу этих лесорам.

87. Для условий задачи 66 определить, обеспечит ли один продольный цепной конвейер подачу бревен и непрерывную работу круглопильных станков.

88. Определить, обеспечит ли продольный цепной конвейер для подачи бревен непрерывную работу лесопильной рамы 2Р50-1, которая распиливает хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 6 м вразвал на 6 досок.



89. На поперечный цепной конвейер ТЦП-20 от лесорам и обрезающих станков поступают 52 доски в минуту. Определить, обеспечит ли конвейер перемещение досок, если средняя ширина их составляет 125 мм.

90. Бревна хвойные диаметром 20 см и длиной 5 м распиливают на лесопильной раме 2Р75 вразвал на 6 досок. Определить, будут ли промежутки между соседними бревнами при подаче их в лесопильную раму впередирамной тележкой, если продолжительность цикла ее работы составляет 11 с.

91. Выбрать ленточный конвейер для удаления опилок из лесопильного цеха, в котором распиливают  $60 \text{ м}^3$  бревен в час. Количество опилок в балансе древесины составляет 14,5%.

92. Выбрать ленточный конвейер для удаления щепы от двух рубильных машин МР2-20Н, которые измельчают кусковые отходы в лесопильном цехе.

93. Определить, обеспечит ли сортировку досок конвейер ТСП-4, если на него за одну минуту поступает в среднем 10 досок из лесопильного цеха, где распиливают бревна на доски, средняя ширина которых составляет 125 мм.

94. В лесопильном цехе на каждой из двух лесопильных рам Р63-4Б распиливают вразвал хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 4 м на 6 досок, средняя ширина которых 120 мм. Выбрать конвейер для сортировки досок по размерам поперечного сечения и определить количество конвейеров для обеспечения работы лесопильных рам.

95. Выбрать сортировочную установку для досок и определить их количество с целью обеспечения работы двухрамного лесопильного потока, который распиливает хвойные бревна, в следующих условиях: диаметр бревен – 32 см, длина – 4 м, тип лесопильных рам – 2Р75, способ распиловки – с брусковкой, I проход – брус 200 мм и 4 доски, II проход – 8 досок. Доски необходимо распределить по размерам поперечного сечения и на две группы по качеству. Средняя ширина досок – 180 мм.

96. На конвейере ТСП-4 распределяют доски по размерам поперечного сечения и на две группы по длине. Определить скорость конвейера, необходимую для обеспечения бесперебойной работы лесопильного цеха, в котором распиливают хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 5 м на двух лесопильных рамах Р63-4Б

с брусом по поставу: I проход – брус 125 мм и 2 доски, II проход – 5 досок. Какой должна быть длина участка распределения досок, если пакеты расположены по обе стороны конвейера?

97. С какой скоростью должна работать каждая из двух сортировочных установок ПСП-36, чтобы обеспечить бесперебойную работу четырехрамного лесопильного цеха, в котором на лесопильных рамах 2Р75 распиливают хвойные бревна диаметром 28 см и длиной 6 м с брусом по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 5 досок?

98. Лесопильный поток из двух лесопильных рам Р63-4Б распиливает бревна хвойные диаметром 24 см и длиной 6 м с брусом по поставу: I проход – брус 150 мм и 4 доски, II проход – 7 досок. Сколько рамо-смен необходимо для выполнения расчетного задания – выпиловки  $1000 \text{ м}^3$  досок, если объемный выход досок составляет 60,9%?

99. В четырехрамном лесопильном цехе две лесопильные рамы 2Р75 распиливают хвойные бревна диаметром 28 см и длиной 5 м с брусом по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 7 досок; и две лесопильные рамы 2Р50 распиливают березовые бревна диаметром 20 см и длиной 4 м вразвал на 6 досок. Определить количество рамо-смен для распиловки в цехе  $1680 \text{ м}^3$  бревен, если березовые бревна составляют 40% от общего объема.

100. Для условия задачи 62 определить количество рамо-смен для выполнения расчетного задания – выпиловки  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов, если средний выход досок из хвойных бревен составляет 62,4%, а из дубовых – 73,1%. В цехе установлены лесопильные рамы 2Р75. Дубовые бревна составляют 20% от общего объема бревен.

101. Определить количество рамо-смен для выполнения расчетного задания – выпиловки  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов для условий, приведенных в табл. 18.

102. Определить годовую производительность лесопильного цеха, в котором распиливают хвойные бревна на двух лесопильных рамах. Цех расположен в г. Борисове и работает в две смены 250 дней. Средняя сменная производительность установленной лесопильной рамы по распиленному сырью составляет  $92 \text{ м}^3$ .

Таблица 18

## Характеристика лесопильных потоков

Вариант	Количество лесорам в цехе	Модель лесорамы	Размеры бревна		Порода	Количество бревен в общем объеме, %	Постав	Средний выход досок, %
			d, см	L, м				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	2P75	30	6	Сосна	100	I – брус 175 и 4 доски, II – 9 досок	62,4
2	2	2P75	32	5	Сосна	70	I – брус 200 и 6 досок, II – 10 досок	64,5
		2P50	20	5	Ольха	30	6 досок	70,4
3	2	P63-4Б	22	5	Сосна	100	6 досок	56,0
4	2	2P75	24	5	Сосна	100	7 досок	62,0
5	2	2P50	20	6	Береза	100	6 досок	71,4
6	2	2P75	32	5	Сосна	80	I – брус 225 и 4 доски, II – 10 досок	64,7
			24	6	Сосна	20	7 досок	62,1
7	2	2P75	28	5	Сосна	70	I – брус 150 и 4 доски, II – 9 досок	65,0
			20	4	Ольха	30	6 досок	70,3
8	2	P63-4Б	20	4	Сосна	100	5 досок	58,1
9	2	2P75	26	6	Сосна	100	I – брус 150 и 4 доски, II – 7 досок	61,4
10	2	2P75	28	4	Ель	60	I – брус 175 и 2 доски, II – 8 досок	60,8
		2P50	18	6	Ольха	40	5 досок	64,6
11	2	P63-4Б	26	5	Сосна	100	I – брус 150 и 4 доски, II – 7 досок	60,4
12	2	2P50	22	6	Сосна	100	6 досок	58,4
13	2	P63-4Б	24	4	Дуб	100	6 досок	73,2
14	2	2P75	32	6	Сосна	80	I – брус 200 и 4 доски, II – 9 досок	62,4
			22	6	Сосна	20	6 досок	58,1
15	2	P63-4Б	18	4	Ольха	100	5 досок	64,1
16	2	2P50	24	5	Ель	60	7 досок	59,4
	2	2P50	18	5	Береза	40	5 досок	66,1
17	2	P63-4Б	26	6	Сосна	100	I – брус 150 и 4 доски, II – 7 досок	62,1
18	2	2P75	30	6	Сосна	70	I – брус 175 и 4 доски, II – 7 досок	61,4
			20	6	Ель	30	6 досок	58,1

Окончание табл. 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	2	2P50	22	6	Береза	100	6 досок	64,5
20	2	2P75	34	5	Сосна	40	I – брус 200 и 4 доски, II – 10 досок	62,9
			22	6	Сосна	60	6 досок	57,4
21	2	2P75	26	4	Дуб	100	6 досок	70,4
22	2	P63-4Б	20	4	Ольха	100	6 досок	64,8
23	2	2P50	22	4	Береза	100	6 досок	66,4
24	2	P63-4Б	22	4	Ольха	100	6 досок	70,5
25	2	2P75	24	4	Сосна	100	7 досок	59,9
26	2	P63-4Б	28	5	Сосна	100	I – брус 150 и 4 доски, II – 7 досок	62,1

103. В четырехрамном лесопильном цехе распиливают бревна хвойные с брусочкой на двух лесопильных рамах, средняя сменная производительность которых по распиленному сырью составляет  $100 \text{ м}^3$ , а на остальных двух – бревна березовые вразвал, и средняя сменная производительность каждой составляет  $50 \text{ м}^3$ . Определить годовую производительность цеха по распиленному сырью, если цех работает в две смены 250 дней и расположен в г. Бобруйске.

104. Для условий, приведенных в табл. 18, определить годовую производительность лесопильных потоков по распиленному сырью для выполнения расчетного задания – выпилки  $1000 \text{ м}^3$  пиломатериалов. Цехи работают 250 дней в две смены. Месторасположение цехов: для четных вариантов – Могилевская область, для нечетных – Минская область.



### 4.1. Грузоподъемное и транспортное оборудование

Для выгрузки бревен и укладки их в штабели, подачи бревен на загрузочные устройства, разгрузки леса в накопительные сортировочные конвейеры на складах сырья применяют краны и лесопогрузчики.

На складах пиломатериалов для укладки и разборки пакетных штабелей, для погрузки пакетов на автомобильный и железнодорожный транспорт также применяют краны или автопогрузчики.

Наибольшее распространение получили краны консольно-козловые и башенные. Техническая характеристика кранов приведена в табл. П26. Для захвата пачки бревен могут применяться канатные стропы или грейферы, например вибромоторные ВМГ-10. Оснащение кранов грейферами позволяет избавиться от трудной и небезопасной работы стропальщиков, уменьшить количество рабочих и повысить производительность кранов. Для подъема и перемещения пакетов досок применяют крановые захваты вилочного ЗВ-3 или портального ЗП-2 типов. Их применение способствует увеличению производительности кранов.

Производительность кранов определяют по формуле

$$\Pi = \frac{G \cdot T}{10 \cdot \rho \cdot t_{\text{ц}}} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ м}^3,$$

где  $G$  – грузоподъемность крана, кН;  $T$  – длительность смены, мин;  $\rho$  – плотность древесины ( $0,7-0,8 \text{ т/м}^3$ );  $t_{\text{ц}}$  – длительность цикла работы крана, мин;  $K_1$  – коэффициент использования рабочего времени крана ( $K_1 = 0,6-0,8$ );  $K_2$  – коэффициент использования грузоподъемности крана ( $K_2 = 0,8-0,9$ ).

Продолжительность цикла работы крана:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot l_{\text{сп}}}{V_1} + \frac{2 \cdot h_{\text{сп}}}{V_2} + \frac{2 \cdot h_{\text{сп}}}{V_3} + t_3, \text{ с},$$

где  $l_p$  – среднее расстояние перемещения тележки с грузом, м;  $h_{cp}$  – средняя высота подъема и опускания груза, м;  $V_1$  – скорость перемещения грузовой тележки, м/мин;  $V_2$  и  $V_3$  – скорость подъема и опускания груза и строп (грейферов), м/мин;  $t_3$  – продолжительность захвата и отцепки пачки (захвата грейфером), мин.

Необходимое количество кранов определяют с учетом объема сырья, которое нужно выгрузить или вложить в штабель либо подать на конвейер, и производительности крана при выполнении той или другой работы.

Для выгрузки бревен из полувагонов либо автомашин, укладки их в штабели, выгрузки леса из накопителей, перевозки бревен на складе могут применяться колесные лесопогрузчики, например лесопогрузчики «Амкодор 352Л» и «Амкодор 352Л1». Применение лесопогрузчиков обеспечивает комплексную механизацию работ, но для их успешной работы обязательным условием является наличие на складе дорог и площадок с твердым покрытием.

Необходимое количество лесопогрузчиков определяют с учетом объемов грузооборота и их производительности при укладке в штабели, выгрузке леса из накопителей, перевозке бревен на складе.

На складах для перемещения бревен применяют продольные или поперечные цепные конвейеры. Порядок их расчета представлен в разделе 3.

На складах пиломатериалов для укладки пакетов в штабели, погрузки на автомобили и разгрузки транспортных средств применяют автопогрузчики с грузозахватным вилочным механизмом. Техническая характеристика лесопогрузчиков представлена в табл. П27.

Пакеты пиломатериалов перевозят автолесовозами. Например, автолесовоз Т-140 М2 применяют для перевозки плотных пакетов досок от сортировочного конвейера на склад, для перевозки сушильных пакетов от пакетоформировочной машины до сушилок.

Производительность лесопогрузчиков, автопогрузчиков и автолесовозов определяют по формуле

$$\Pi = \frac{T}{t_{ц}} \cdot q_{п} \cdot K, \text{ м}^3,$$

где  $T$  – продолжительность смены, мин;  $t_{ц}$  – продолжительность цикла работы с одним пакетом, мин;  $q_{п}$  – емкость пакета, м<sup>3</sup>;  $K$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K = 0,75–0,80$ ).

Продолжительность цикла работы с одним пакетом:

$$t_{\text{ц}} = \frac{S}{V_1} + \frac{S}{V_2} + t_3, \text{ мин},$$

где  $S$  – расстояние перевозки пакета, м;  $V_1$  и  $V_2$  – скорость перемещения лесовоза соответственно с грузом и порожняком, м/мин;  $t_3$  – продолжительность захвата и укладки пакета, мин.

Емкость пакета:

$$q_{\text{п}} = H \cdot B \cdot L \cdot K_{\text{п}}, \text{ м}^3,$$

где  $H, B, L$  – высота, ширина, длина пакета, м;  $K_{\text{п}}$  – коэффициент укладки пакета, для плотных пакетов  $K_{\text{п}} = 0,85-0,90$ ; для сушительных пакетов  $K_{\text{п}} = 0,5-0,7$ .

Необходимое количество лесовозов определяют по формуле

$$n = \frac{Q \cdot K}{\Pi}, \text{ шт.},$$

где  $Q$  – количество пиломатериалов, которые необходимо перевести за смену, м<sup>3</sup>;  $K = 1,25$  – коэффициент неравномерности грузопотока;  $\Pi$  – сменная производительность лесовоза, м<sup>3</sup>.



**Пример 28.** Определить продолжительность выгрузки бревен из полувагонов краном ККЛ-8 с грейфером ВМГ-10. Кран укладывает бревна в штабель в пролете, а железнодорожные рельсы расположены под его консолью. Всего на лесозавод одновременно поступило 450 м<sup>3</sup> хвойных бревен.

**Решение.** Часовую производительность крана определяют по формуле

$$\Pi = \frac{G \cdot T}{10 \cdot \rho \cdot t_{\text{ц}}} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ м}^3.$$

По технической характеристике кран ККЛ-8 имеет грузоподъемность 80 кН, размеры пролета – 40 м, консоли – 2×15 м. Высоту штабеля принимаем равной 10 м. Скорость подъема груза составляет 20 м/мин, скорость перемещения грузовой тележки – 63 м/мин. Таким образом, продолжительность цикла работы крана будет

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot \left( \frac{40}{2} + \frac{15}{2} \right)}{63} + \frac{2 \cdot \frac{10}{2}}{20} + \frac{2 \cdot \frac{10}{2}}{20} + 3 = 4,87 \text{ мин.}$$

Тогда часовая производительность крана:

$$\Pi = \frac{80 \cdot 60}{10 \cdot 0,7 \cdot 4,87} \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 78,9 \text{ м}^3.$$

Продолжительность выгрузки всех бревен составляет

$$t_{\text{в}} = \frac{450}{78,9} = 5,7 \text{ ч.}$$

## 4.2. Оборудование для сортировки бревен

Для обеспечения рационального использования древесины и повышения производительности лесопильного цеха нужно распиливать бревна, предварительно сортированные по породам, размерам и качеству.

Количество размерных групп бревен (дробность сортировки) можно определить по формуле

$$C = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3,$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  – дробность сортировки соответственно по породам, размерам и качеству.

По породам древесины (хвойные и лиственные) бревна поступают на лесопильный завод и в распиловку отдельно.

По качеству бревна рекомендуют распределять на 2–3 группы. Распиловка сортированных бревен по отдельным поставкам позволит получить более высокий выход качественных пиломатериалов.

Наиболее важным является сортировка бревен по диаметрам. Традиционно бревна по размерам их диаметров рекомендуется распределять по группам с точностью  $\pm 1$  см (один четный диаметр). Если доля больших или тонких диаметров в общем объеме невелика (до 3%), их можно распределять с точностью  $\pm 2$  см (два четных диаметра). Например, для спецификации бревен с диапазоном диаметров 14–32 см при распределении их по четным диаметрам дробность сортировки составит 10, это значит, нужно иметь не менее 10 лесонакопителей на сортировочном конвейере.

Наиболее эффективной является сортировка бревен по схемам распиловки. При этом достигается максимальный выход спецификационных пиломатериалов, уменьшается количество сортировочных групп бревен и их необходимый запас. Все это позволяет повысить



эффективность лесопильного производства. Оптимальные сортировочные группы бревен определяют на ЭВМ с учетом индивидуальных особенностей и спецификации досок.

Для сортировки бревен применяют специальные установки с продольным или поперечным перемещением лесоматериалов. Основными операциями сортировочных установок являются: поштучная подача бревен на распределительный конвейер, обмер бревен, определение их качества, выбор лесонакопителя и сбрасывание бревен в соответствующий лесонакопитель.

На складах сырья лесозаводов применяются сортировочные конвейеры ЛТ-86А, ЛСБ-15, РБ2-12 (Россия), Springer (Австрия), Krafter LLS, Nekotek (Финляндия), ЛесМашПроект (Россия) и др. В приложении приведены их технические характеристики (табл. П28).

При выборе сортировочного конвейера нужно учитывать количество сортировочных мест и производительность конвейера.

Часовую производительность сортировочного конвейера с продольным перемещением бревен определяют по формуле

$$П_k = \frac{3600 \cdot V}{L} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $V$  – скорость движения цепи конвейера, м/с;  $L$  – средняя длина бревна, м;  $K_1$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_1 = 0,60–0,70$ );  $K_2$  – коэффициент использования тягового органа ( $K_2 = 0,75–0,85$ ).

Расчет сортировочных установок включает: 1) определение дробности сортировки и выбор модели конвейера; 2) определение производительности конвейера и необходимого количества для сортировки бревен с учетом производительности лесопильного цеха.

✓ **Пример 29.** Лесопильный цех распиливает за год 80 тыс. м<sup>3</sup> хвойных бревен, которые необходимо распределять по размерам (по четным диаметрам). Выбрать тип сортировочного конвейера для бревен и определить их требуемое количество, если бревна, которые поступают на завод, имеют диаметр от 14 до 32 см, средний диаметр составляет 20 см, средняя длина – 5 м. Объем – 0,19 м<sup>3</sup>. Цех работает 250 дней в году в две смены.

**Решение.** Определяем дробность сортировки по четным диаметрам:

$$C = \frac{32 - 14}{2} + 1 = 10.$$

Значит, нужно выбрать сортировочный конвейер с количеством лесонакопителей не менее 10. Таким конвейером является ЛСБ-15.

Производительность конвейера (штук бревен в час):

$$P_c = \frac{3600 \cdot 1,8}{5} \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 582 \text{ бревна/ч.}$$

Расчет необходимого количества сортировочных конвейеров ведут с учетом производительности лесопека. За час цех распиливает:

$$P_{\text{л}} = \frac{80\,000}{8 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 0,19} = 105 \text{ бревен.}$$

Значит, один сортировочный конвейер обеспечит бесперебойную работу лесопильного цеха.

### 4.3. Окорочные станки

Окорка лесоматериалов перед распиловкой создает благоприятные условия для работы режущего инструмента. При этом уменьшается расход пил и увеличивается производительность лесопильного оборудования. При распиловке окоренных бревен увеличивается качество пиломатериалов и технологической щепы, кора собирается в одном месте и ее можно более эффективно использовать.

Окорка бревен, заготовленных в загрязненных радионуклидами зонах, позволяет собрать и захоронить кору, в которой находятся радиоактивные вещества, тем самым предотвратить их распространение.

Выпускаются одно- или двухроторные станки (табл. П29). Двухроторные станки имеют окорочную и зачистную головки и обеспечивают лучшее качество окорки, чем однороторные. Однороторные станки предназначены для грубой окорки свежесрубленной древесины и сплавных бревен, в основном хвойных, двухроторные – для качественной окорки хвойных и лиственных бревен. Станки однороторные (ОК40-2, ОК63-2) или двухроторные (2ОК40-2, 2ОК63-2) имеют ступенчатую скорость подачи бревен, которая составляет 0,2–1,0 м/с, и частоту вращения 250–400 мин<sup>-1</sup>.

Сменную производительность окорочных станков определяют по формуле

$$\Pi = \frac{U \cdot T \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{L}, \text{ м}^3,$$

где  $U$  – скорость подачи, м/мин;  $T$  – продолжительность смены, мин;  $q$  и  $L$  – соответственно объем, м<sup>3</sup>, и длина, м, бревна;  $K_1$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_1 = 0,75–0,80$ );  $K_2$  – коэффициент использования машинного времени ( $K_2 = 0,65–0,80$ );  $K_3$  – коэффициент, который учитывает повторный запуск бревен при некачественной окорке ( $K_3 = 0,5–1,0$ ).

Качество окорки зависит от скорости подачи бревен, частоты вращения ротора, количества и силы прижима короснимателей.

Рациональную скорость подачи бревен можно определить по формуле


$$U = \frac{B \cdot Z \cdot n}{1000 \cdot K}, \text{ м/мин},$$

где  $B$  – длина рабочей грани короснимателя, мм;  $Z$  – количество короснимателей на роторе, шт.;  $n$  – частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup>;  $K$  – коэффициент, который учитывает кратность проходов короснимателей по одному и тому же месту бревна.

Установлено, что качество окорки при  $K = 3$  будет высоким,  $K = 2$  – нормальным,  $K = 1,5$  – удовлетворительным, а при  $K = 1$  – низким.

Скорость подачи бревен выбирается в зависимости от технических характеристик станков и состояния древесины (свежесрубленная, сплавная, подсушенная, оттаявшая и т. д.). Например, летом сплавную и свежесрубленную древесину можно окашивать с большей скоростью подачи, чем подсушенную, а зимой скорость подачи выбирают меньшую, чем летом [1, с. 150].

При окорке лиственных бревен скорость подачи выбирают меньшую, чем при окорке хвойной древесины.

 **Пример 30.** В лесопильном цехе распиливают свежесрубленные хвойные бревна. Средний диаметр бревен по спецификации составляет 22 см, длина – 6 м. Наибольший диаметр бревен – 36 см. Сменная производительность цеха по распиленному сырью составляет 160 м<sup>3</sup>.

Выбрать окорочный станок и определить, обеспечит ли он безостановочную работу лесопильного цеха, когда потребуется высокое качество окорки бревен.

**Решение.** Выбираем модель окорочного станка по наибольшему диаметру с учетом обеспечения необходимого качества окорки бревен. Для условия примера комлевый диаметр бревен:

$$D = 36 + 1,16 \cdot 6 = 42,96 \text{ см.}$$

По техническим характеристикам выбираем станок 2ОК63-2, который имеет диаметр просвета 630 мм и обеспечивает высокое качество окорки.

Определяем рациональную скорость подачи бревен для этих условий:

$$U = \frac{50 \cdot 6 \cdot 200}{1000 \cdot 3} = 20 \text{ м/мин} = 0,33 \text{ м/с.}$$

Принимаем  $U = 0,26 \text{ м/с}$  (табл. П29).

Сменная производительность станка составляет

$$\Pi = \frac{60 \cdot 0,26 \cdot 480 \cdot 0,28}{6} \cdot 0,75 \cdot 0,65 \cdot 1 = 170,3 \text{ м}^3.$$

Значит, окорочный станок обеспечит безостановочную работу цеха.

### Контрольные вопросы

81. Для чего предназначены склады сырья лесопильных производств?

82. Какие технологические операции выполняют на складах сырья?

83. Какое оборудование применяют для разгрузки бревен и укладки штабелей, перемещения бревен, разборки пачек и поштучной подачи бревен на конвейеры?

84. Дайте характеристику кранов и лесопогрузчиков.

85. Какие грузозахватные устройства применяют для бревен?

86. Как определяют производительность грузоподъемного и транспортного оборудования?

87. От чего зависит необходимое количество кранов, лесопогрузчиков на складе?

88. Какое оборудование применяют для укладки пиломатериалов в штабели?

89. Какие грузозахватные устройства применяют для пакетов пиломатериалов?

90. Чем перевозят пакеты пиломатериалов на складе?

91. Как определяют производительность лесовозов?

92. Как определяют емкость пакета пиломатериалов?

93. Как воздействует на рациональное использование сырья наличие или отсутствие сортировки бревен перед распиловкой?

94. Как определяется дробность сортировки бревен?

95. Какие вы знаете способы сортировки сырья?

96. Назовите типы сортировочного оборудования.

97. Охарактеризуйте оборудование, сбрасывающее бревна с конвейера.

98. Дайте характеристику работы сортировочного конвейера БС-60, распределителя бревен РБ2-12, сортировочной линии ЛСБ-15.

99. Как выполняют выбор и расчет производительности сортировочных конвейеров?

100. От чего зависит необходимое количество сортировочных установок для бревен?

101. Для чего выполняют окорку бревен перед распиловкой?

102. Какие станки применяют для окорки бревен? Их характеристика.

103. Как определяют производительность окорочного станка и от чего она зависит?

104. Что влияет на качество окорки бревен?

105. Как определяют скорость подачи бревен в окорочный станок и от каких факторов она зависит?

### Задачи

105. На лесопильный завод одновременно поступили бревна в объеме  $600 \text{ м}^3$ . Определить продолжительность их выгрузки из полувагонов краном ККЛ-8. Кран укладывает бревна в штабели, которые расположены в его пролете. Размеры штабелей: длина – 36 м, высота – 10 м. Железнодорожные рельсы проходят под консолью крана. Бревна выгружают с помощью грейфера ВМГ-10М.

106. Выбрать транспортное оборудование для подачи бревен со склада в бассейн и определить количество таких механизмов, если лесопильный цех перерабатывает за смену 400 м<sup>3</sup> бревен. Средний диаметр бревен составляет 20 см, средняя длина – 4 м.

107. Для выгрузки бревен из воды на склад применяют цепные конвейеры. Определить необходимое количество конвейеров для обеспечения безостановочной работы сортировочного конвейера РБ2-12. Средний диаметр бревен – 22 см, длина – 6 м.

108. Кран КБ-572А, оснащенный грейфером ВМГ-10 м, выгружает бревна из полувагонов в штабели, которые расположены вдоль рельсов. Определить продолжительность выгрузки 300 м<sup>3</sup> бревен, если продолжительность цикла работы крана – 5 мин.

109. Определить продолжительность выгрузки бревен из полувагонов для условий, приведенных в табл. 19. Кран консольно-козловой укладывает штабели бревен в пролете, а железнодорожные рельсы расположены под консолью. Кран башенный укладывает штабели вдоль рельсов. Высота штабеля – 8 м.

Таблица 19

**Объем бревен и оборудование для их выгрузки**

Вариант	Объем бревен в полувагонах, м <sup>3</sup>	Порода древесины	Кран	Грузо-подъемное приспособление	Продолжительность цикла работы крана, мин
1	2	3	4	5	6
1	120	Сосна	КБ-572А	Стропы	7,2
2	120	Дуб	КБ-572А	Стропы	7,2
3	240	Сосна	ККЛ-8	Грейфер	Расчет
4	240	Дуб	ККЛ-8	Грейфер	Расчет
5	300	Сосна	КБ-572А	Грейфер	5,6
6	300	Сосна	КБ-572А	Грейфер	Расчет
7	300	Береза	ККС-10	Грейфер	Расчет
8	360	Дуб	ККС-10	Грейфер	Расчет
9	360	Дуб	ККС-10	Грейфер	Расчет
10	360	Дуб	ККЛ-12,5	Стропы	8,0
11	420	Сосна	КБ-572А	Стропы	7,2
12	420	Сосна	КБ-572А	Грейфер	Расчет

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5	6
13	420	Сосна	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
14	420	Сосна	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
15	480	Береза	КБ-572А	Грейфер	5,6
16	480	Сосна	КБ-572А	Грейфер	5,6
17	480	Сосна	ККЛ-8	Грейфер	Расчет
18	540	Сосна	ККЛ-8	Грейфер	Расчет
19	540	Береза	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
20	540	Сосна	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
21	300	Сосна	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
22	360	Сосна	ККЛ-12,5	Грейфер	Расчет
23	240	Береза	ККС-10	Грейфер	Расчет
24	240	Сосна	КБ-572А	Стропы	7,2

110. Для атмосферной сушки пиломатериалы укладывают в пакетные штабели краном ККЛ-8 с грузоподъемным устройством ЗВ-3. Определить необходимое количество кранов, если из лесопильного цеха на склад поступает за смену  $400 \text{ м}^3$  досок. Продолжительность укладки одного пакета – 4 мин.

111. Выбрать транспортное устройство для перевозки пакетов досок от лесопильного цеха до склада и определить их количество для следующих условий: сменная производительность цеха по выпуску досок –  $200 \text{ м}^3$ , расстояние от цеха до склада – 1,2 км.

112. Определить необходимое количество лесовозов Т-140М для перевозки пакетов досок от сортировочной установки лесоцеха до пакетформирующей машины, если расстояние до нее – 600 м, а лесоцех выпускает  $450 \text{ м}^3$  досок за смену.

113. Погрузку сухих пиломатериалов на железнодорожные платформы выполняют автопогрузчиком 4049 м. Размеры пакета досок –  $1,3 \times 1,3 \times 6$  м. Определить продолжительность погрузки  $350 \text{ м}^3$  пиломатериалов, если один пакет автопогрузчик укладывает за 3,5 мин.

114. Определить количество сортировочных конвейеров, которые необходимо установить на складе сырья, для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха, распиливающего за смену  $400 \text{ м}^3$  бревен. Средний диаметр бревен составляет 20 см, длина – 5 м.

115. Выбрать транспортное устройство для перевозки досок и определить их необходимое количество для условий, приведенных в табл. 20. Размеры поперечного сечения пакета досок принять  $1,3 \times 1,3$  м.

Таблица 20

## Характеристика пакетов досок и расстояние их перевозки

Вариант	Объем перевозки за смену, м <sup>3</sup>	Средние размеры досок			Вид пакета	Расстояние перевозки, км
		a, мм	b, мм	l, м		
1	200	25	110	4	Сушильный	1,5
2	200	25	110	4	Транспортный	1,5
3	300	32	120	6	Сушильный	1,0
4	350	32	100	5	Транспортный	0,6
5	350	32	100	5	Сушильный	0,6
6	400	40	150	6	Транспортный	1,2
7	400	40	150	4	Сушильный	1,2
8	400	25	120	6	Транспортный	1,6
9	400	25	120	6	Сушильный	1,6
10	450	32	100	5	Сушильный	0,6
11	450	32	100	5	Транспортный	0,6
12	100	25	120	6	Транспортный	0,4
13	100	32	120	4	Транспортный	0,4
14	550	40	150	6	Транспортный	1,8
15	500	32	140	5	Сушильный	1,8
16	280	40	120	5	Сушильный	0,4
17	280	32	150	6	Транспортный	1,4
18	320	25	130	4	Сушильный	1,2
19	340	32	120	5	Сушильный	1,2
20	340	25	110	6	Транспортный	1,4
21	120	32	110	4	Транспортный	0,4
22	120	25	110	6	Сушильный	0,4
23	150	32	125	5	Транспортный	0,5
24	150	25	100	4	Сушильный	0,3

116. Выбрать сортировочный конвейер для бревен и определить их необходимое количество, если лесопильный цех распиливает 150 тыс. м<sup>3</sup> хвойных бревен за год. Бревна сортируют по размерам (по четным диаметрам). На лесозавод поступают бревна диаметром 14–36 см, средний диаметр их составляет 22 см, длина – 6 м. Цех работает 500 смен в год.



117. Выбрать сортировочный конвейер для бревен и определить их необходимое количество для условий, которые приведены в табл. 21. Лесопильный цех работает 250 дней в году по две смены.

Таблица 21

**Объем и характеристика бревен для сортирования**

Вариант	Производительность лесоцефа, тыс. м <sup>3</sup> /год	Диапазон диаметров, см	Порода	Средний диаметр, см	Длина, м
1	50	14–32	Хвойные	20	4
2	75	16–34	Хвойные Лиственные	22	5
3	100	18–36	Хвойные	24	6
4	125	20–38	Хвойные Лиственные	26	4
5	150	14–40	Хвойные	22	5
6	175	16–28	Хвойные Лиственные	20	6
7	200	18–30	Хвойные	22	4
8	225	20–32	Хвойные Лиственные	24	5
9	250	14–34	Хвойные	20	6
10	50	16–36	Хвойные Лиственные	22	4
11	75	18–38	Хвойные	24	5
12	100	20–40	Хвойные Лиственные	26	6
13	125	14–28	Хвойные	18	4
14	150	16–30	Хвойные Лиственные	20	5
15	175	18–32	Хвойные	22	6
16	200	20–34	Хвойные Лиственные	24	4
17	225	14–36	Хвойные	20	5
18	250	16–38	Хвойные Лиственные	22	6
19	50	18–40	Хвойные	24	4
20	75	20–28	Хвойные Лиственные	22	5
21	100	14–30	Хвойные	18	6
22	125	16–32	Хвойные Лиственные	20	4
23	150	18–34	Хвойные	22	5
24	175	20–36	Хвойные Лиственные	24	6
25	200	16–38	Хвойные	22	4

118. В лесопильном цехе распиливают без сортировки на лесорамах хвойные бревна диаметром 18, 20, 22 см и длиной 6 м по поставу I –  $\frac{125}{1} - \frac{19}{4}$ ; II –  $\frac{32}{4} - \frac{19}{2}$ . Определить, как изменится общий объемный выход и выход спецификационных обрезных досок толщиной 32 мм, если бревна рассортировать по диаметрам и распиливать их по оптимальным поставам.

119. Для условий задачи 118 определить, как изменится общий объемный выход и выход досок толщиной 32 мм, если длина таких же бревен будет 4 м.

120. Определить, как изменится общий объемный выход и выход спецификационных обрезных пиломатериалов при распиловке хвойных бревен на лесопильных рамах без сортировки по одинаковому поставу и при распиловке их по оптимальным поставам для условий, приведенных в табл. 22. К спецификационным относятся доски толщиной 50 и 32 мм, предназначенные для раскроя на заготовки столярных изделий.

Таблица 22

**Влияние сортировки бревен на объемный выход пиломатериалов**

Вариант	Диаметр бревен, см	Длина, м	Постав	Объемный выход досок, %		Оптимальный постав	Объемный выход досок, %		
				общий	спецификационный		общий	спецификационный	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	16	6	$\frac{50}{1} - \frac{32}{4} - \frac{19}{2}$						
	18	6							
	20	6							
2	16	6	$\frac{32}{3} - \frac{25}{2}$						
	18	6							
	20	6							
3	16	5	$\frac{125}{1} - \frac{19}{2}$						
	18	5							
	20	5		$\frac{50}{1} - \frac{32}{2} - \frac{19}{2}$					
	22	5							
4	18	6	$\frac{125}{1} - \frac{19}{2}$						
	20	6							
	22	6		$\frac{32}{3} - \frac{25}{2}$					
	24	6							

Окончание табл. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	20	6	$\frac{50}{2} \quad \frac{32}{2} \quad \frac{19}{2}$					
	22	6						
	24	6						
6	20	5	$\frac{125}{4} \quad \frac{25}{2} \quad \frac{19}{2}$					
	22	5	$\frac{1}{32} \quad \frac{2}{25} \quad \frac{2}{19}$					
	24	5						
	26	5						
7	20	6	$\frac{125}{4} \quad \frac{19}{4}$					
	22	6	$\frac{1}{32} \quad \frac{4}{19}$					
	24	6						
	26	6						
8	18	5	$\frac{32}{4} \quad \frac{19}{4}$					
	20	5						
	22	5						
9	24	6	$\frac{50}{3} \quad \frac{19}{4}$					
	26	6						
	28	6						
10	24	5	$\frac{150}{4} \quad \frac{25}{2} \quad \frac{19}{2}$					
	26	5	$\frac{1}{50} \quad \frac{2}{32} \quad \frac{2}{19}$					
	28	5	$\frac{50}{4} \quad \frac{19}{2}$					
	30	5						
11	22	6	$\frac{125}{4} \quad \frac{25}{4}$					
	24	6	$\frac{1}{32} \quad \frac{4}{25}$					
	26	6						
12	20	5	$\frac{125}{2} \quad \frac{25}{2}$					
	24	5	$\frac{1}{50} \quad \frac{4}{32} \quad \frac{19}{19}$					
	26	5	$\frac{2}{2} \quad \frac{2}{2} \quad \frac{2}{2}$					
13	24	6	$\frac{150}{4} \quad \frac{25}{2}$					
	26	6	$\frac{1}{50} \quad \frac{4}{25}$					
	28	6	$\frac{50}{4} \quad \frac{25}{2}$					
	30	6	$\frac{4}{4} \quad \frac{2}{2}$					
14	18	5	$\frac{125}{3} \quad \frac{25}{2}$					
	20	5	$\frac{1}{50} \quad \frac{2}{25}$					
	22	5	$\frac{3}{3} \quad \frac{2}{2}$					
15	24	6	$\frac{150}{3} \quad \frac{25}{2}$					
	26	6	$\frac{1}{50} \quad \frac{4}{32} \quad \frac{25}{25}$					
	28	6	$\frac{3}{3} \quad \frac{2}{2} \quad \frac{2}{2}$					

121. Выбрать окорочный станок и определить количество станков для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха, который распиливает свежесрубленные хвойные бревна. По спецификации средний диаметр бревен составляет 20 см, длина – 6 м, наибольший диаметр – 30 см. Сменная производительность цеха по распиленному сырью составляет 120 м<sup>3</sup>. Требуется обеспечить нормальное качество окорки бревен.

122. Выбрать окорочный станок и определить количество станков для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха на базе круглопильных станков для условий задачи 65. Наибольший диаметр бревен – 20 см, качество окорки – высокое.

123. В лесопильном цехе распиливают хвойные и лиственные бревна прошлогодней заготовки. По спецификации средний диаметр хвойных бревен составляет 22 см и длина – 5 м, средний диаметр лиственных бревен – 18 см и длина – 4 м, наибольший диаметр бревен 30 см. Сменная производительность цеха при распиловке хвойных бревен составляет 120 м<sup>3</sup>, при распиловке лиственных – 100 м<sup>3</sup>. Выбрать окорочный станок и определить, сколько станков необходимо для обеспечения непрерывной работы цеха, если лиственные бревна составляют 40% от общего объема сырья.

124. Выбрать окорочный станок и определить, сколько станков необходимо для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха для условий, приведенных в табл. 23.

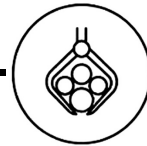
Таблица 23

#### Характеристика бревен для окорки

Вариант	Средние размеры бревна		Наибольший диаметр бревен, см	Порода	Состояние древесины	Сменная производительность цеха, м <sup>3</sup>	Качество окорки
	d, см	L, м					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	18	5	26	Хвойные	Свежесрубленная	120	Высокое
2	18	4	26	Лиственные	Сплавная	100	Удовлетворительное
3	20	5	30	Хвойные	Свежесрубленная	140	Нормальное
4	20	4	32	Лиственные	Свежесрубленная	110	Нормальное
5	22	6	36	Хвойные	Подсушенная	160	Нормальное

Окончание табл. 23

1	2	3	4	5	6	7	8
6	22	4	34	Лиственные	Подсушенная	110	Нормальное
7	22	5	34	Хвойные	Свежесруб- ленная	170	Высокое
8	24	5	38	Хвойные	Свежесруб- ленная	190	Нормальное
9	24	6	40	Хвойные	Подсушенная	200	Высокое
10	20	6	36	Хвойные	Сплавная	140	Нормальное
11	20	5	34	Лиственные	Подсушенная	110	Нормальное
12	20	5	36	Хвойные	Свежесруб- ленная	150	Высокое
13	22	4	38	Хвойные	Свежесруб- ленная	200	Высокое
14	24	5	40	Хвойные	Сплавная	200	Нормальное
15	18	6	24	Хвойные	Подсушенная	130	Нормальное



При разработке технологической схемы необходимо обеспечить:

- рациональное и комплексное использование древесины;
- выполнение производственного задания и полную и эффективную загрузку технологического оборудования;
- комплексную механизацию трудоемких технологических и транспортных операций;
- безопасные условия работы и выполнение правил охраны труда.

Основные принципы проектирования лесопильных потоков следующие:

- технологические операции необходимо выполнять последовательно в направлении потока без пересечения путей перемещения сырья и полуфабрикатов;
- расстояния перемещения лесоматериалов в процессе обработки должны быть кратчайшими с учетом размеров (длины) сортиментов;
- в потоке должно предусматриваться эффективное чередование продольного и поперечного перемещения лесоматериалов с целью лучшего использования площади цеха;
- для облегчения перемещения лесоматериалов необходимо предусматривать снижение уровня пола на участках цеха;
- необходимо обеспечить удаление и переработку отходов в местах их образования;
- технологические и транспортные операции в цехе должны быть синхронизированы.

**Методика разработки технологических схем лесопильных потоков** состоит из нескольких этапов. Начинают разработку схемы с выбора и определения количества технологического оборудования с учетом размеров и качества сырья и пилопродукции, способов и схем переработки лесоматериалов, объемов производства и других требований.

Выбор оборудования выполняют с учетом его технических показателей, а определение количества станков – с учетом их производительности и требований синхронности работы в потоке всех станков. Методика выбора и расчета оборудования лесопильного цеха приведена в разделе 3.

После расчета технологического оборудования выбирают необходимое вспомогательное и транспортное оборудование для установки в потоке. Схемы такого оборудования подробно описаны и приведены в учебнике [1].

Схемы организации работы на лесопильных рамах, на обрезных и торцовочных станках, на круглопильных и ленточнопильных станках даны в учебно-методическом пособии [2].

Приведенные схемы используют как примеры размещения оборудования при разработке технологических планов лесопильных потоков.


При этом на плане цеха показывают также вспомогательное и транспортное оборудование для механизации трудоемких операций (цепные, роликовые, ленточные конвейеры, сбрасыватели бревен, брусоперекладчики и др.).

Техническая характеристика вспомогательного и транспортного оборудования приведена в табл. П30.

На технологической схеме в условных обозначениях показывают расположение технологического и транспортного оборудования. Схема является основой для разработки технологического плана цеха. На чертеже плана цеха показывают в масштабе расположение оборудования, проходов, переходов, лестниц, места складирования сырья и полуфабрикатов и т. п. При этом указывают расстояние оборудования от стен и между станками в продольном и поперечном направлениях, а также при необходимости уровень размещения станков и конвейеров относительно пола цеха.

В учебнике [1] приведены технологические схемы лесопильных цехов на базе лесопильных рам, круглопильных и ленточнопильных станков и фрезернопильных линий (рис. 121–134 [1]).

Порядок разработки технологической схемы лесопильного цеха на базе одноэтажных лесопильных рам рассмотрим на примере.

 **Пример 31.** Хвойные бревна диаметром 30 см и длиной 5 м распиливают на двух лесопильных рамах Р63-4Б с брусковкой по поставу:

I проход – брус 175 мм и 4 доски, II проход – 7 досок. При этом из бревна выпиливают 6 необрезных досок. Выбрать обрезной и торцовый станки, определить необходимое количество станков и разработать технологическую схему лесопильного потока. При этом необходимо предусмотреть возможность распиловки бревен вразвал на обеих лесопильных рамах.

**Решение.** Определим сменную производительность лесопильной рамы при  $K_T \cdot K_i = 0,98$  (при условии полной загрузки, т. е. производительность ее максимальная). По табл. П12 находим посылку  $\Delta = 8$  мм.

$$P_{\text{пр}} = \frac{8 \cdot 285 \cdot 480}{1000 \cdot 5} \cdot 0,98 = 214 \text{ бревен.}$$

Значит, на обрезной станок поступит за смену

$$N = 214 \cdot 6 = 1284 \text{ необрезные доски.}$$

Выберем обрезной станок Ц2Д-7А и определим его сменную производительность:

$$P_{\text{ст}} = \frac{80 \cdot 480 \cdot 0,6}{5} = 4608 \text{ досок.}$$

Рассчитаем необходимое количество обрезных станков:

$$n = \frac{1284}{4608} = 0,27 \text{ шт.}$$

Таким образом, для установки в потоке принимаем один обрезной станок.

Проверим, сможет ли один станок обеспечить непрерывную работу двух лесопильных рам, если они будут распиливать те же самые бревна вразвал на 8 необрезных досок. Посылка  $\Delta = 6$  мм.

В этом случае производительность лесопильной рамы составляет

$$P = \frac{6 \cdot 285 \cdot 480}{1000 \cdot 5} \cdot 0,98 = 161 \text{ бревно.}$$

Значит, на обрезной станок поступит за смену от двух лесопильных рам

$$N = 2 \cdot 161 \cdot 8 = 2576 \text{ досок.}$$

Определим необходимое количество станков для обрезки этих досок:

$$n = \frac{2576}{4608} = 0,56 \text{ шт.}$$



Значит, один обрезающий станок обеспечит переработку необрезных досок, если лесопильные рамы распиливают бревна вразвал и с брусковкой.

Выберем торцовочный станок ЦКБ-40-01 и определим его производительность:

$$П = N_{\text{пр}} \cdot T \cdot K = 14 \cdot 480 \cdot 0,75 = 5040 \text{ досок.}$$

Рассчитаем количество станков, необходимых для торцовки досок, поступающих от двух лесопильных рам при распиловке бревна вразвал:

$$n = \frac{2576}{5040} = 0,51 \text{ шт.}$$

Значит, один торцовочный станок обеспечит переработку необрезных досок, если лесопильные рамы распиливают бревна вразвал и с брусковкой.

При разработке технологической схемы лесопильного потока используем схемы организации работы лесопильной рамы [2], а также установим в потоке продольный цепной конвейер, сбрасыватели бревен, брусоперекладчик, поперечный цепной конвейер, ленточные конвейеры и другое вспомогательное оборудование.

Разработанная технологическая схема лесопильного потока для условий примера приведена на рис. 5а, 5б, 5в.

**Анализ лесопильных потоков** ведется в следующем порядке [3]:

1) дается общая характеристика потока (назначение, вид сырья и вырабатываемой продукции, возможные технологические операции);

2) приводится перечень устанавливаемого технологического и транспортного оборудования;

3) выполняется расчет производительности технологического и транспортного оборудования в потоке и определяется загрузка каждого станка и конвейера, т. е. выясняется возможность синхронной работы потока;

4) анализируется соответствие потока основным принципам проектирования лесопильных потоков;

5) устанавливается соответствие построения потока требованиям охраны труда и организации безопасных условий работы.

В заключение анализа указываются мероприятия по совершенствованию технологического процесса лесопильного потока.

✓ **Пример 32.** Выполнить анализ технологической схемы лесопильного цеха, приведенного на рис. 5. В цехе распиливают хвойные бревна на обрезные пиломатериалы.

*Решение* (анализ ведется по вышеприведенной методике).

1. Лесопильный цех одноэтажный. На лесопильных рамах можно распиливать бревна вразвал и с брусочкой. Предусмотрена предварительная торцовка и обрезка необрезных досок. Продукция – обрезные доски. При необходимости предусмотрен выпуск необрезных досок. Отходы удаляются из цеха ленточным конвейером.

2. В цехе установлены: две одноэтажные лесопильные рамы, позиционные торцовочные станки, круглопильный обрезной станок. Для транспортировки сырья и пилопродукции установлены:

- продольный цепной конвейер для подачи бревен;
- сбрасыватели бревен рычажные;
- впередирамные тележки;
- роликовые конвейеры за лесорамами I и II ряда;
- брусоперекладчик;
- поперечный цепной конвейер для перемещения досок и горбылей;
- ленточные конвейеры для перемещения досок и кусковых отходов.

3. Расчет производительности лесорам торцовочных и обрезных станков ведется в соответствии с примером 31. Приведенные в нем расчеты показывают, что в цехе обеспечивается синхронная работа технологического оборудования.

Определим, обеспечит ли продольный цепной конвейер подачу бревен в цех для непрерывной работы двух лесорам. Часовая производительность конвейера составит

$$P_k = \frac{3600 \cdot 0,8}{5} \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 276 \text{ бревен.}$$

Часовая производительность двух лесорам при распиловке бревен вразвал (по примеру 31) составит

$$P_{\text{лр}} = 2 \cdot \frac{161}{8} = 40 \text{ бревен.}$$

Следовательно, один конвейер обеспечит подачу бревен для распиловки на двух лесорамах.

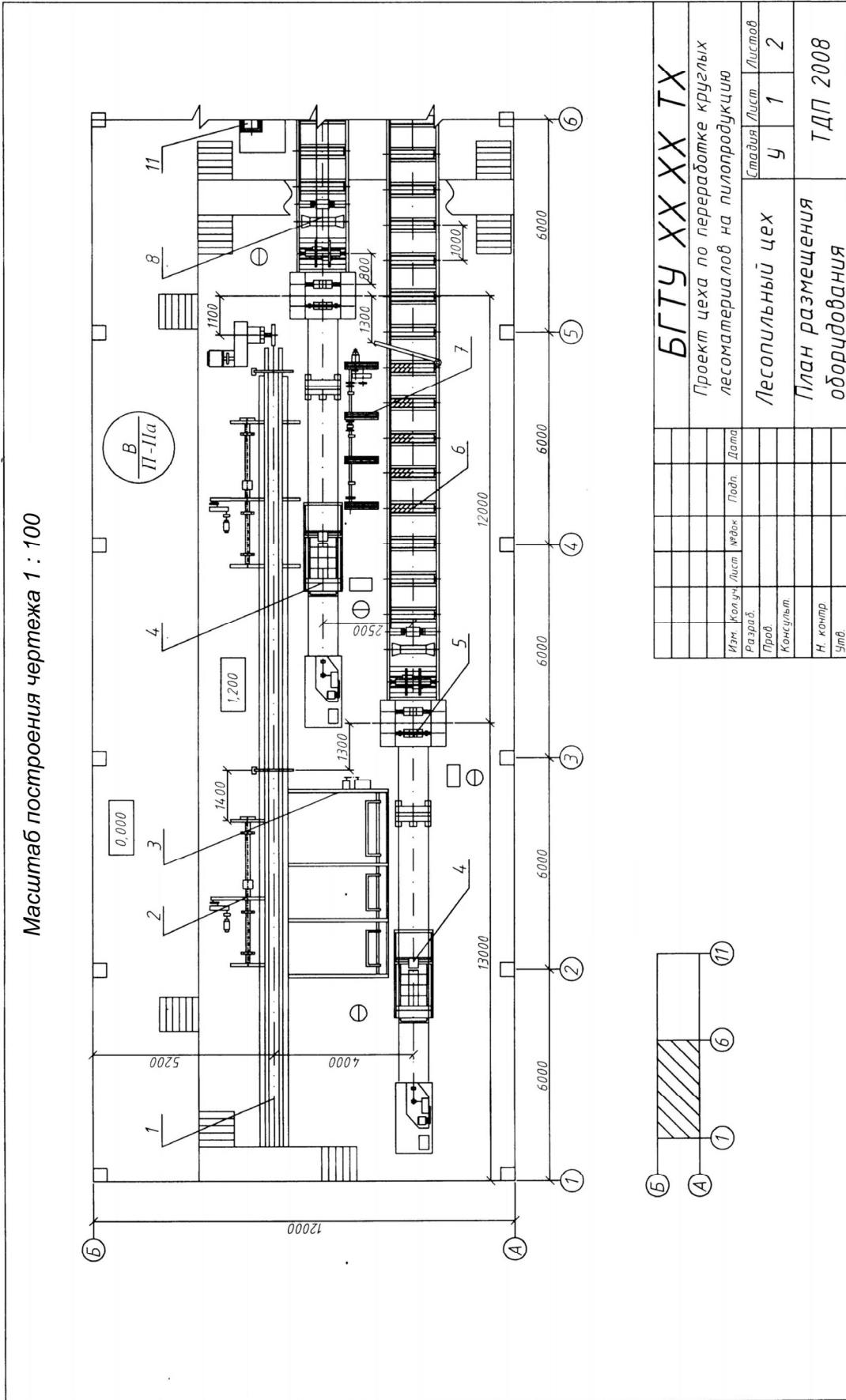


Рис. 5а. Схема одноэтажного лесопильного цеха (участок лесопильных рам)

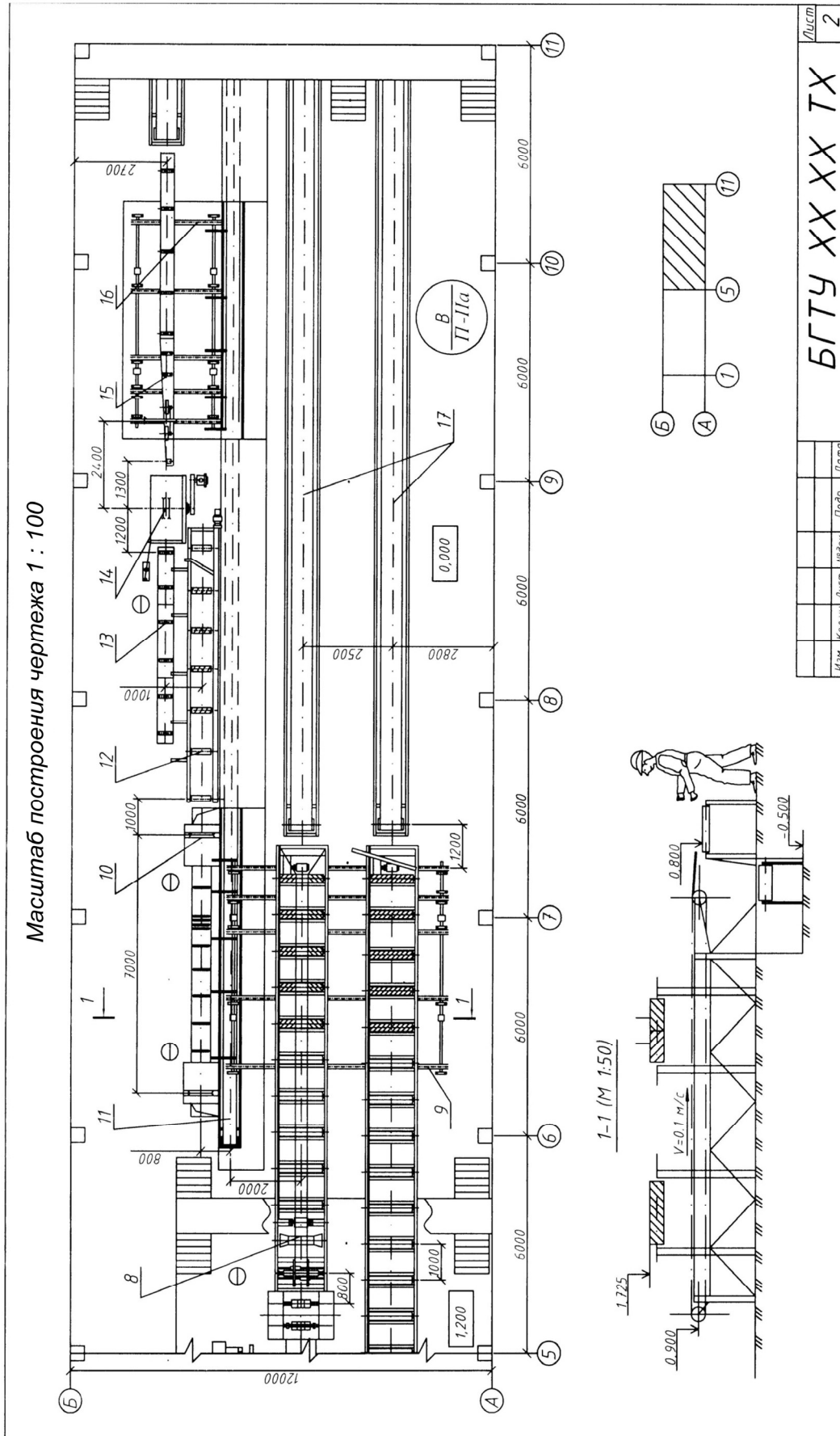


Рис. 5б. Схема одноэтажного лесопильного цеха (участок торцовки и обрезки)



4. Расположение оборудования в потоке обеспечивает выполнение основных принципов проектирования лесопильных потоков, так как:

- технологические операции выполняются последовательно по потоку;
- предусмотрены требуемые расстояния между оборудованием;
- имеется чередование продольного и поперечного перемещения лесоматериалов;
- технологические и транспортные операции в потоке выполняются синхронно;
- предусмотрено удаление отходов в местах их образования (за лесорамой, у торцовочных и обрезных станков).

5. В цехе обеспечиваются безопасные условия работы и требования охраны труда. Имеются переходные мосты, лестницы, ограждение люков. Расстояния между станками и от стен до станков соответствуют требованиям стандартов по безопасности труда.

### Контрольные вопросы

106. Дайте классификацию лесопильных потоков.
107. Назовите основные принципы проектирования лесопильных потоков.
108. Какие особенности размещения оборудования в потоках на базе лесопильных рам?
109. Чем отличается организация работы на лесопильной раме первого ряда в сравнении с лесопильной рамой второго ряда?
110. Чем отличается организация работы на фрезерно-обрезном станке в сравнении с круглопильным обрезным станком?
111. Какие особенности потоков с предварительной торцовкой досок перед обрезкой?
112. Охарактеризуйте лесопильные потоки на базе круглопильных станков.
113. Чем отличается организация работы на однопильном круглопильном станке в сравнении с многопильным станком?
114. Назовите особенности размещения оборудования в потоке на базе ленточнопильных и круглопильных станков с фрезерной приставкой.
115. Какова последовательность разработки и анализа технологических схем лесопильных потоков?

## Задачи

125. Хвойные бревна диаметром 32 см и длиной 5 м распиливают на двух лесорамах 2Р-75 с брусочкой по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски, II – 7 досок. При этом из бревна, кроме обрезных досок, выпиливают 6 необрезных досок. Выбрать станки для предварительной торцовки и обрезки досок, определить их количество и разработать технологическую схему лесопильного потока.

126. Хвойные бревна диаметром 16 см и длиной 4 м распиливают на круглопильных станках Ц-32 и ЦМ-150. При этом из бревна получают 3 обрезные и 4 необрезные доски. Выбрать станки для обрезки необрезных досок, определить их количество и разработать технологическую схему лесопильного потока.

127. Для условий задачи 126 выбрать станки для предварительной торцовки досок перед обрезкой, определить их количество и разработать технологическую схему лесопильного потока.

128. Хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 4 м распиливают на однопильном круглопильном станке на две необрезные доски и трехкантный брус. Для этого нужно сделать 5 пропилов. Этот брус распиливают на многопильном круглопильном станке. Определить, сколько однопильных станков необходимо установить, чтобы обеспечить непрерывную работу многопильного станка и разработать технологическую схему лесопильного потока.

129. Для условий задачи 128 выбрать станки для обрезки и предварительной торцовки необрезных досок и определить их количество, если из каждого бревна выпиливают по 3 необрезные доски. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

130. На двух многопильных круглопильных станках распиливают хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 4 м по поставу: I проход – брус 100 мм и 2 доски, II – 3 обрезные и 2 необрезные доски. Определить, сколько фрезерно-обрезных станков необходимо для переработки необрезных досок в потоке, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

131. Для условий задачи 130 определить, сколько станков необходимо для предварительной торцовки досок перед обрезкой, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

132. Бревна хвойные диаметром 24 см и длиной 4 м перерабатывают в потоке, в котором установлены два двухпильных ленточнопильных станка с фрезерной приставкой и круглопильный многопильный станок с фрезерной приставкой. Определить, обеспечит ли непрерывную работу потока фрезерно-обрезной станок для обрезки досок, если из каждого бревна выпиливают брусок толщиной 175 мм и по 4 необрезные доски. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

133. Для условий задачи 132 определить, сколько необходимо станков для предварительной торцовки досок перед обрезкой, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

134. В лесопильном цехе бревна хвойные диаметром 20 см и длиной 5 м перерабатывают на обрезную пилопродукцию. Выбрать оборудование для переработки бревен, разработать технологическую схему лесопильного потока, чтобы обеспечить годовой выпуск пилопродукции в объеме 55 000 м<sup>3</sup>. Объемный выход пилопродукции составляет 55%. Цех работает 250 дней в две смены и расположен в г. Слуцке.

135. Выбрать оборудование и разработать технологическую схему лесопильного потока, который должен распиливать за год 100 000 м<sup>3</sup> хвойных бревен средним диаметром 20 см и длиной 5 м. Продукцией цеха являются обрезные доски. Цех расположен в г. Солигорске и работает 250 дней в две смены. Объемный выход досок – 55%.

136. Для измельчения кусковых отходов в лесопильном цехе используются рубительные машины МРГ-20Н, а для сортировки технологической щепы – установка СЦ-70. Определить количество рубительных машин и сортировочных установок для обеспечения непрерывной работы цеха, если в нем распиливают 40 м<sup>3</sup> бревен за час, а кусковые отходы в балансе древесины составляют 21,6%. Разработать технологическую схему участка переработки отходов.

137. Выбрать оборудование для обрезки и торцовки досок, которое необходимо установить в лесопильном цехе, определить количество станков и разработать технологическую схему лесопильного потока для условий, приведенных в табл. 24.



Таблица 24

## Характеристика лесопильных потоков для разработки технологических схем

Вариант	Оборудование для распиловки бревен и брусьев	Количество станков	Размеры бревен		Порода	Количество досок (постав)	Наличие станков	
			$d$ , см	$L$ , м			торцовочных	обрезных
1	Р63-4Б	2	24	4	Сосна	7 досок	+	+
2	Р63-4Б	2	24	4	Дуб	5 досок	+	–
3	Р63-4Б Ц8Д-10	2 1	20	4	Сосна	I – брус 125 и 2 доски; II – 4 + 2 доски	+	+
4	Р63-4Б	2	26	6	Сосна	I – брус 150 и 4 доски; II – 5 + 2 доски	+	+
5	Р63-4Б Ц8Д-10	2 1	18	4	Сосна	I – брус 100 и 2 доски; II – 4 + 2 доски	+	+
6	Р63-4Б Ц7ДК	2 1	22	5	Сосна	I – брус 125 и 4 доски; II – 4 + 4 доски	+	+
7	Ц-32 ЦМ-150	1 1	16	4	Сосна	I – брус 100 и 2 доски; II – 3 + 2 доски	+	+
8	ЛЛК-2 Ц8Д-10	1 1	30	4	Сосна	I – два бруса 95 и 3 доски; II – 4 + 2 доски	+	+
9	ЛЛК-2 Ц7Д-К	1 1	36	4	Сосна	I – два бруса 125 и 3 доски; II – 6 + 2 доски	+	+
10	Ц-32 ЦМ-150	1 1	20	4	Сосна	I – брус 125 и 2 доски; II – 4 + 2 доски	+	+
11	2Р75	2	30	6	Сосна	I – брус 175 и 4 доски; II – 5 + 4 доски	+	+
12	2Р75	2	26	5	Сосна	I – брус 150 и 4 доски; II – 3 + 4 доски	+	+
13	2Р75 Ц7ДК	2 1	24	4	Сосна	I – брус 125 и 4 доски; II – 4 + 4 доски	+	+

138. Выполнить анализ технологических схем лесопильных потоков и разработать предложения по их совершенствованию для условий, приведенных в табл. 25.

Таблица 25

## Характеристика лесопильных цехов

Номер варианта	Поток на рисунке	Распиливаемые бревна			Схема распиловки	Вид пилопродукции
		Порода	$d$ , см	$L$ , м		
1	2	3	4	5	6	7
1	6	Лиственные	20	4	$\frac{40}{2} \quad \frac{25}{2} \quad \frac{19}{2}$	Необрезные
2	6	Хвойные	24	4	$\frac{125}{1} \quad \frac{25}{4}$ $\frac{50}{1} \quad \frac{32}{4} \quad \frac{19}{2}$	Обрезные и необрезные
3	7	Хвойные	28	5	$\frac{150}{1} \quad \frac{25}{4}$ $\frac{60}{3} \quad \frac{25}{4}$	Обрезные
4	7	Хвойные	20	5	$\frac{44}{2} \quad \frac{22}{4}$	Обрезные
5	8	Хвойные	24	5	$\frac{150}{1} \quad \frac{22}{2} \quad \frac{16}{2}$ $\frac{60}{3} \quad \frac{22}{2}$	Обрезные
6	9	Хвойные	26	4	$\frac{150}{1} \quad \frac{25}{2} \quad \frac{19}{2}$ $\frac{60}{3} \quad \frac{25}{2} \quad \frac{19}{2}$	Обрезные
7	10	Хвойные	28	4	$\frac{150}{1} \quad \frac{25}{4}$ $\frac{60}{3} \quad \frac{25}{4}$	Обрезные
8	11	Хвойные	24	4	$\frac{150}{1} \quad \frac{19}{4}$ $\frac{60}{3} \quad \frac{19}{4}$	Обрезные

Окончание табл. 25

1	2	3	4	5	6	7
9	12	Хвойные	22	5	Круговой (6 резов) с брусом 150 мм	Обрезные
10	13	Хвойные	28	5	$\frac{150}{1} - \frac{25}{4}$ $\frac{60}{3} - \frac{25}{4}$	Обрезные
11	14	Хвойные	18	2,5	$\frac{125}{1} - \frac{19}{2}$ $\frac{32}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$	Заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м
12	15	Хвойные	16	2,5	$\frac{90}{1} - \frac{19}{2}$ $\frac{32}{3} - \frac{25}{2}$	Заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м
13	16	Хвойные	16	2,5	$\frac{100}{1} - \frac{19}{2}$ $\frac{32}{3} - \frac{19}{2}$	Заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м

139. В лесопильном цехе установлена фрезернопильная линия с рециркуляцией брусьев (см. с. 130). На линии перерабатывают хвойные бревна диаметром 28 см и длиной 5 м на обрезные пиломатериалы по поставу: I –  $\frac{150}{1} - \frac{25}{4}$ ; II –  $\frac{50}{4} - \frac{25}{2}$ .

Определить сменную производительность линии по распиленному сырью.

140. Для условий задачи 139 определить, обеспечит ли непрерывную работу линии фрезерно-обрезной станок для обрезки досок, если из каждого бревна выпиливают по 6 необрезных досок.

141. Выполнить описание технологического процесса лесопильных потоков по схемам, приведенным на рис. 6–21, указать их особенности (по рациональному использованию сырья, по производительности).

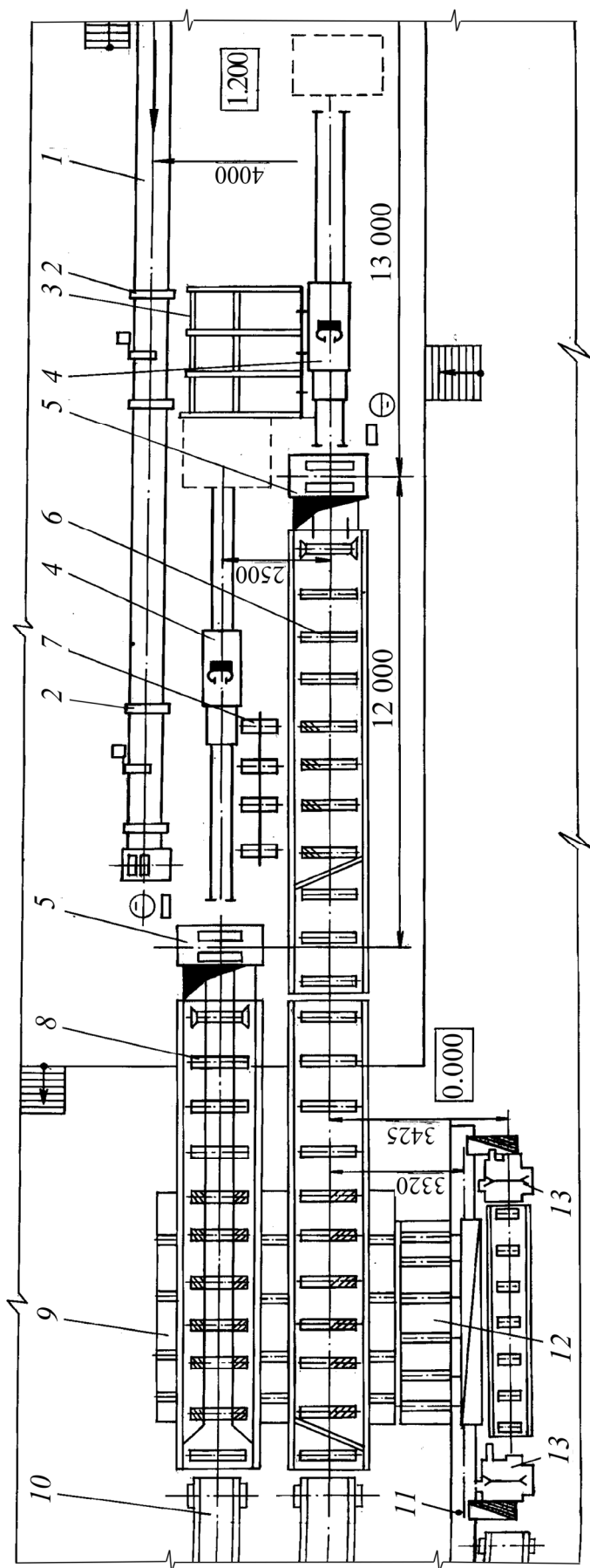


Рис. 6. Схема лесопильного потока с одноэтажными лесопильными рамами:

- 1 – продольный цепной конвейер; 2 – сбрасыватели бревен; 3 – накопительная площадка; 4 – впередирамные тележки;  
 5 – одноэтажная лесопильная рама; 6 – роликковый конвейер за лесорамой I ряда; 7 – брусоперекладчик;  
 8 – роликковый конвейер с разделительными пластинами за лесорамой II ряда; 9 – поперечный цепной конвейер;  
 10 – ленточный конвейер для досок; 11 – ленточный конвейер для горбылей; 12 – механизм поштучной выдачи досок;  
 13 – торцовочный станок

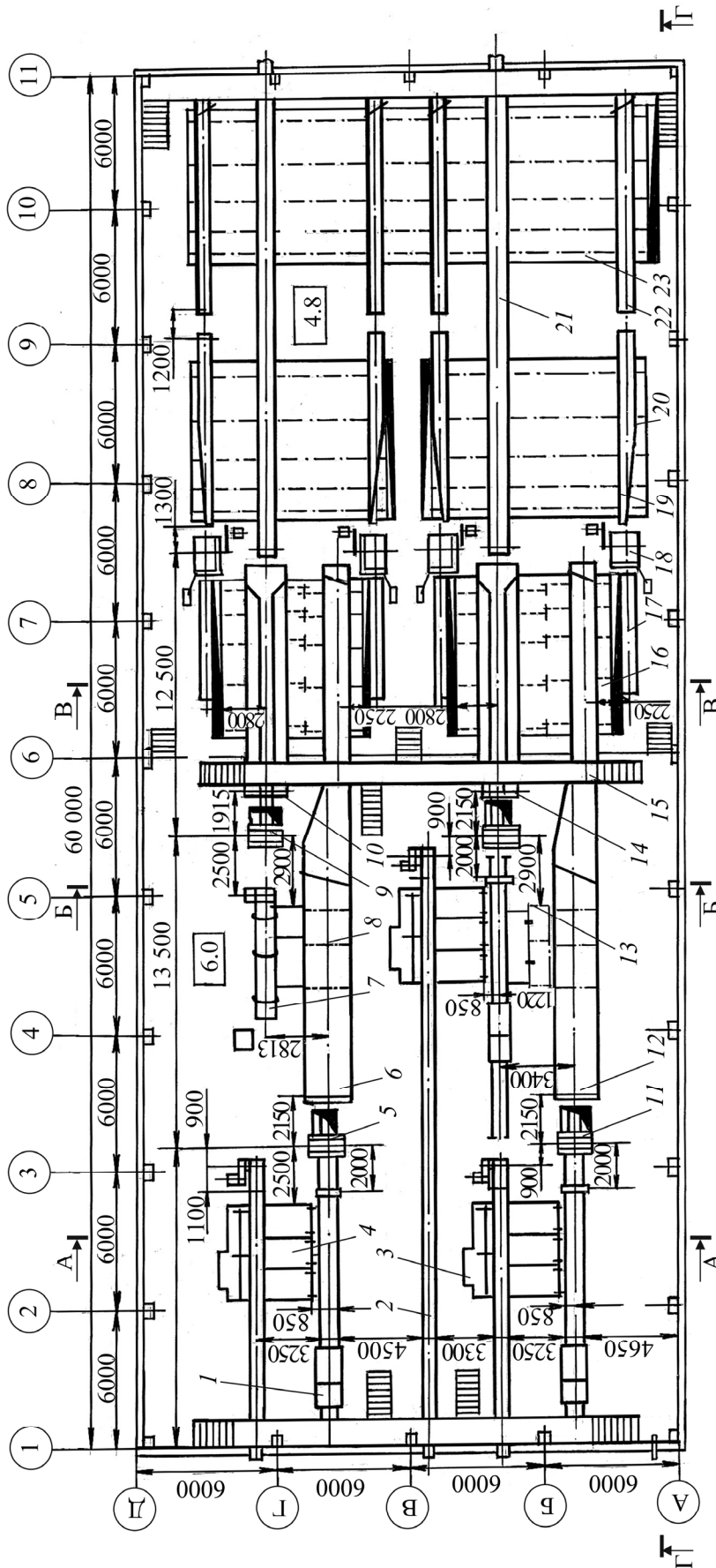


Рис. 7. Схема размещения оборудования на втором этаже в четырехгранном лесопильном цехе:

- 1 – тележка впередирамная; 2 – продольный ленточный конвейер; 3 – сбрасыватель бревен; 4 – накопитель;
- 5 – лесопильная рама среднего просвета первого ряда; 6, 12 – роликовый конвейер за лесорамой первого ряда;
- 7 – устройство для подачи бруса; 8 – брусоперекладчик; 9 – лесорама второго ряда; 10, 14 – роликовый конвейер с разделительными пластинами за лесорамой второго ряда; 11 – лесопильная рама узкого просвета первого ряда;
- 13 – брусоперекладчик с поворотной секцией; 15 – переходный мост; 16 – поперечный цепной конвейер;
- 17 – впередистаночный стол; 18 – обрезной станок; 19 – рейкоотделительное устройство; 20 – поперечный конвейер для перемещения реск; 21 – ленточный конвейер; 22 – навесной роликовый конвейер; 23 – поперечный конвейер для досок

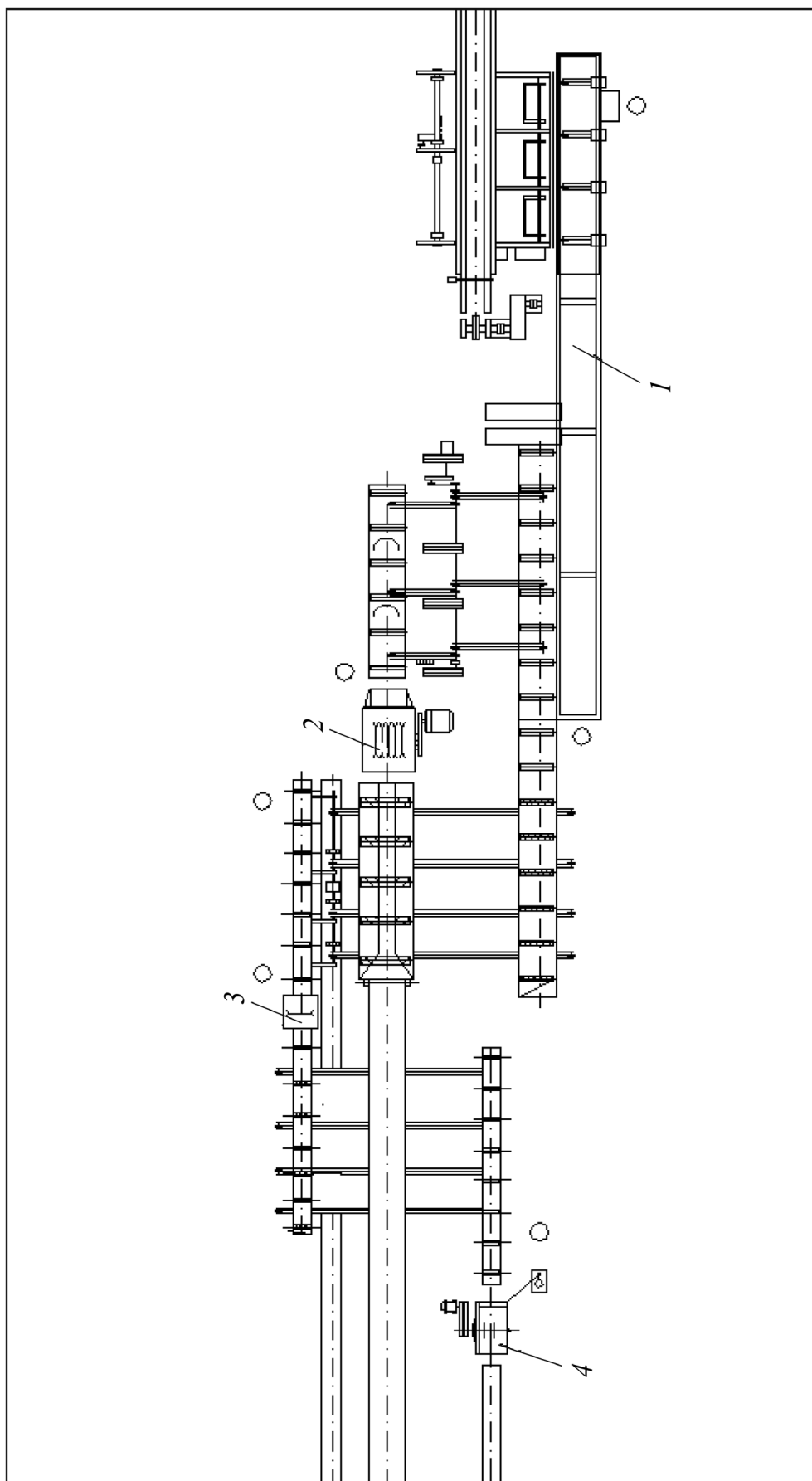


Рис. 8. Схема цеха на базе вертикального ленточнопильного станка ЛЛК-2:

1 – ленточнопильный станок; 2 – многоопильный круглопильный станок;

3 – торцовочный станок; 4 – фрезерно-обрезной станок

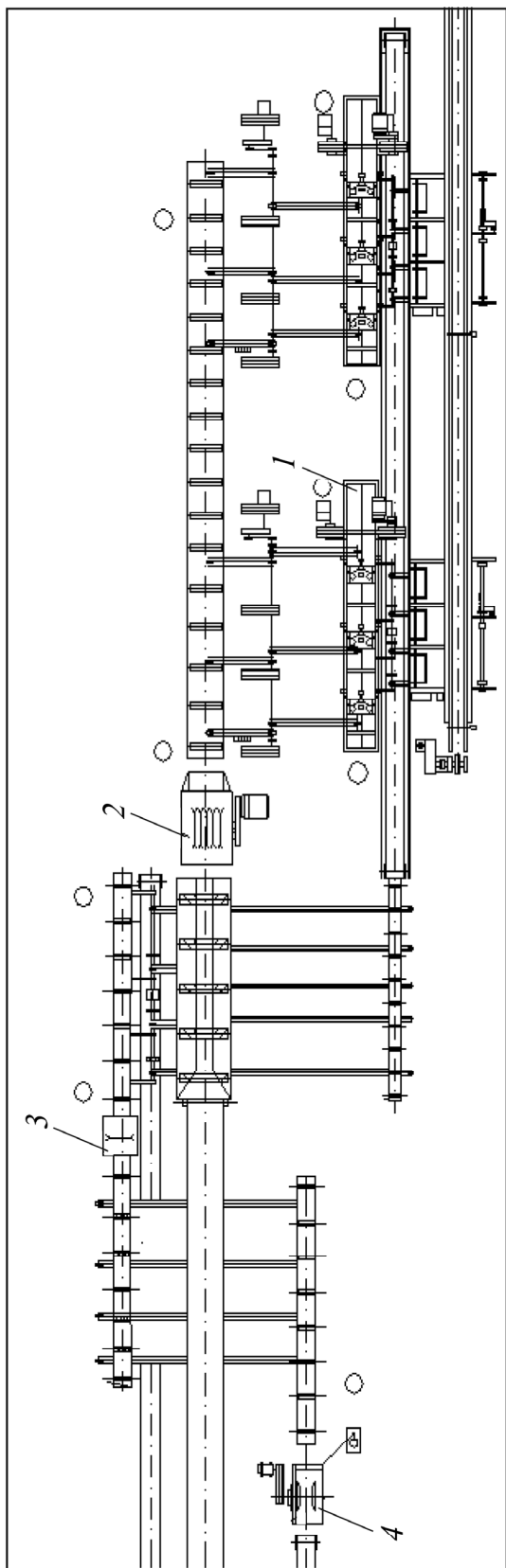


Рис. 9. Схема расположения оборудования в цехе на базе горизонтальных ленточнопильных и круглопильного станков  
 1 – однопильный горизонтальный ленточнопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок;  
 3 – торцовочный станок; 4 – фрезерно-обрезной станок

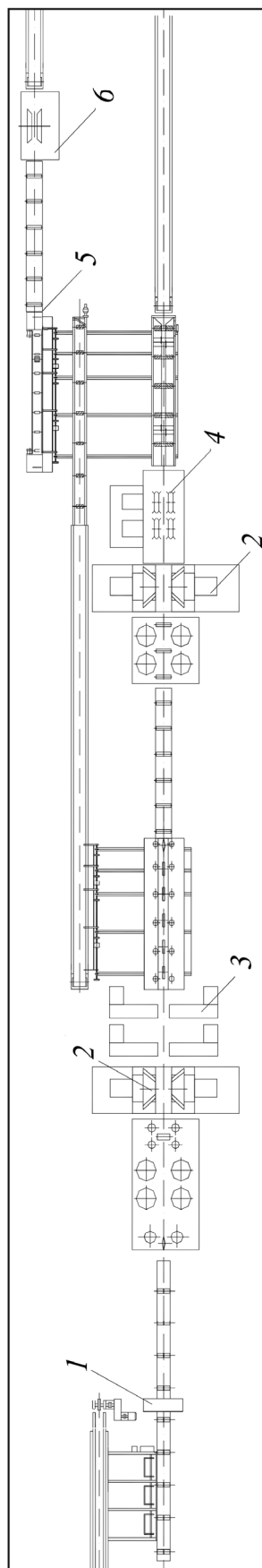


Рис. 10. Схема расположения оборудования в цехе на базе ленточнопильных и круглопильных станков с фрезерными приставками: 1 – измерительное устройство; 2 – фрезерный модуль; 3 – спаренные ленточнопильные станки; 4 – двухвальный многопильный круглопильный станок; 5 – торцовочный станок; 6 – фрезерно-обрезной станок

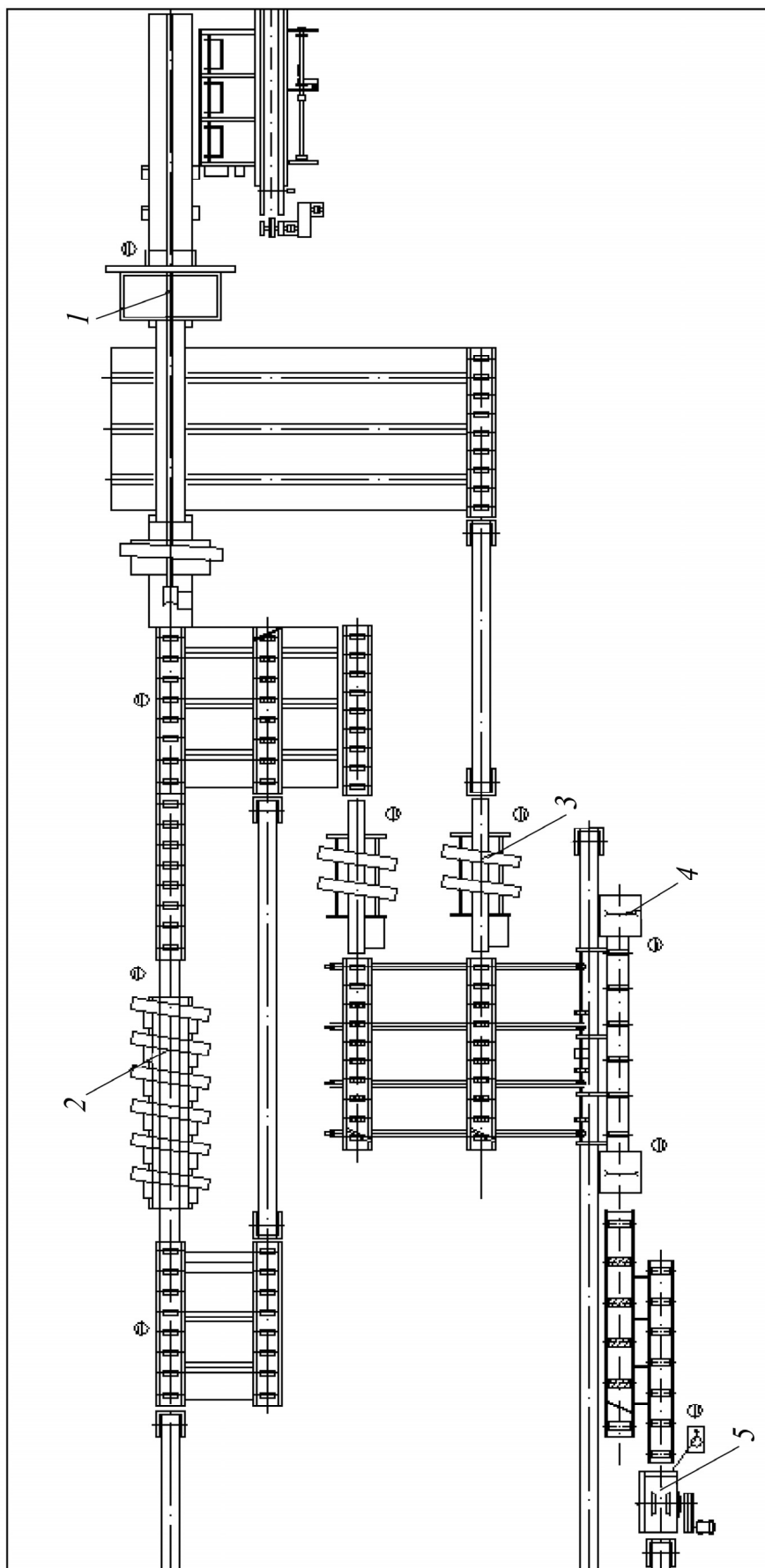


Рис. 11. Схема лесопильного цеха на базе ленточно-конвейерной линии «Гравитон»:

1 – брусующий станок КЛБ; 2 – многотиельный ленточнопильный станок МЛК;

3 – станки для переработки горбылей СПГ; 4 – торцовочные станки; 5 – обрезной станок



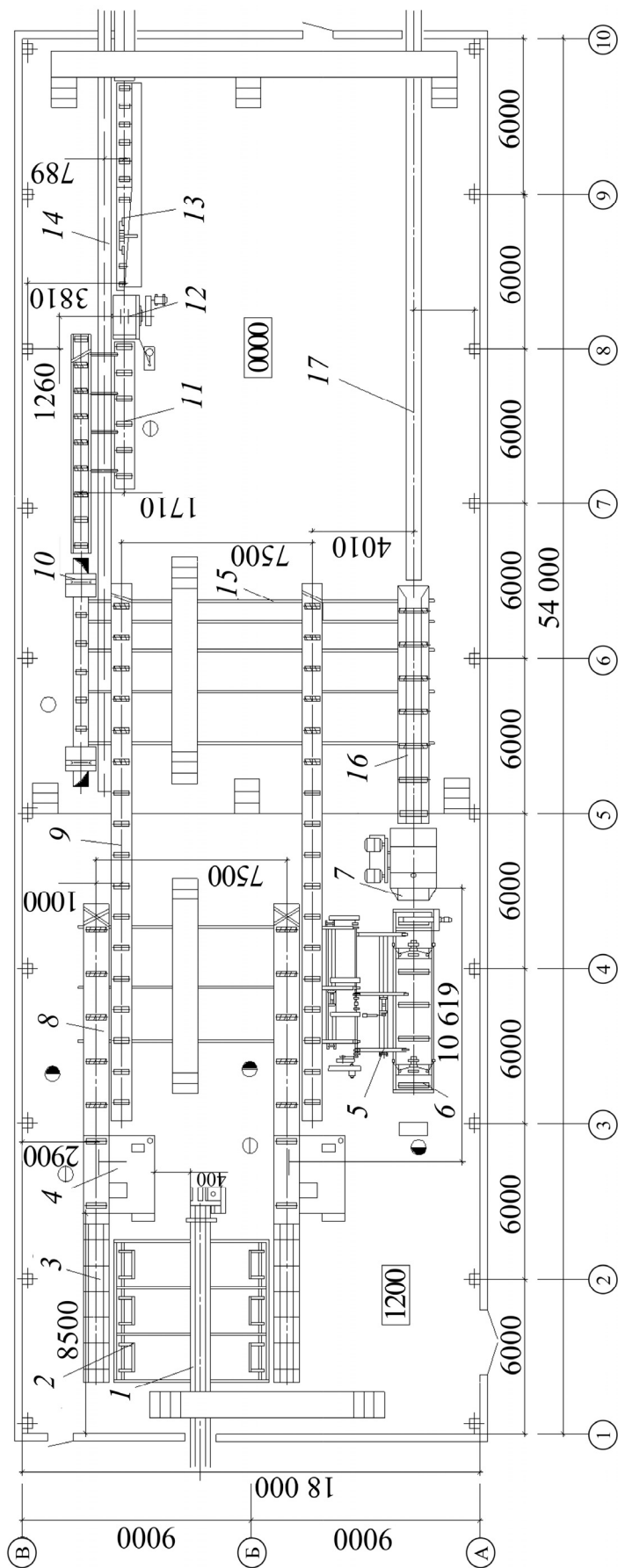


Рис. 12. Схема цеха на базе однопилельных круглопильных станков:  
 1 – загрузочное устройство; 2 – механизм поштучной выдачи; 3 – тележка; 4 – однопилельный круглопильный станок;  
 5 – брусоперекладчик; 6 – центрирующее устройство; 7 – многопилельный круглопильный станок;  
 8, 9 – роликовый конвейер; 10 – торцовочные станки; 11 – впередистаночный стол; 12 – обрезной станок;  
 13 – рейкоотделительное устройство; 14 – ленточный конвейер для отходов; 15 – поперечный цепной конвейер;  
 16 – роликовый конвейер с разделительными пластинами; 17 – ленточный конвейер для досок

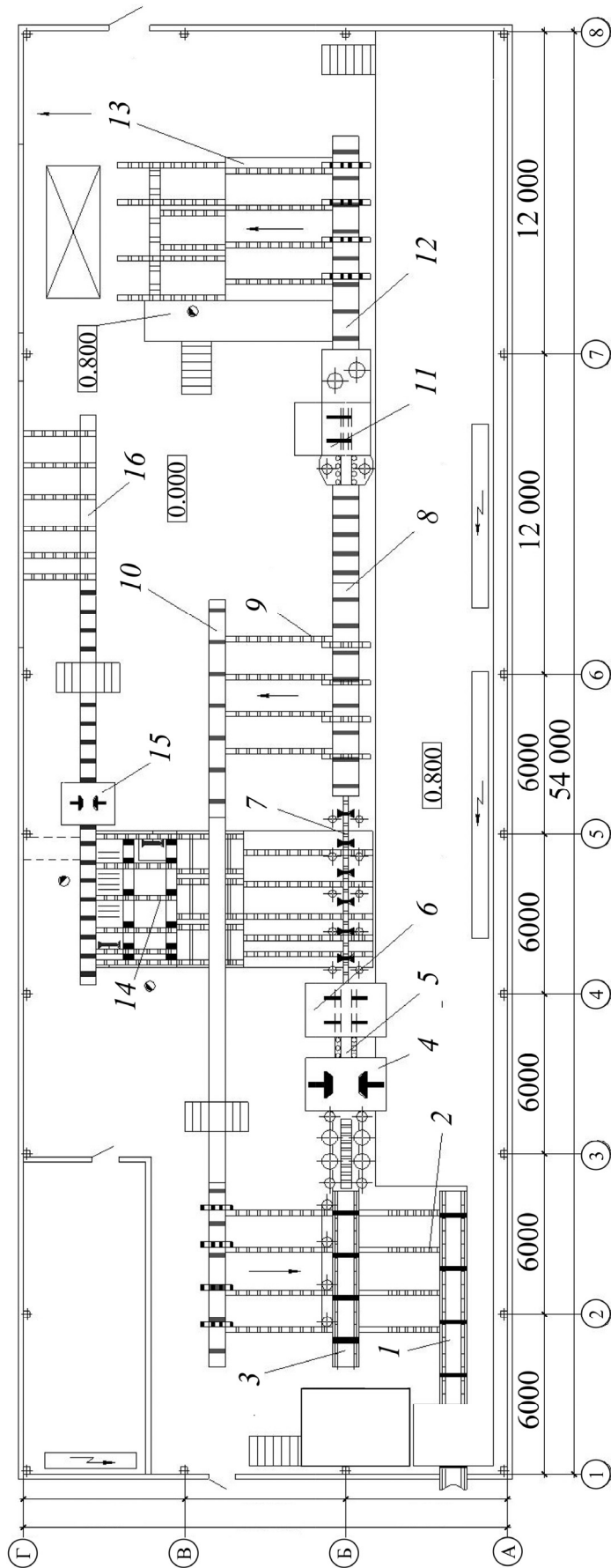


Рис. 13. Схема лесопильного цеха на базе фрезернопильного оборудования с рециркуляцией брусков:

- 1 – продольный цепной конвейер; 2 – поперечный цепной конвейер; 3 – загрузочное устройство;  
 4 – фрезерно-брусующий станок; 5 – центрово-загрузочное устройство; 6 – двухвальный круглопильный станок;  
 7 – отделитель досок; 8, 12 – ролянт; 9 – цепной поперечный конвейер; 10 – система конвейеров для возврата бруса;  
 11 – круглопильный станок; 13 – штабелирующая установка; 14 – торцовочная установка;  
 15 – фрезерно-обрезной станок; 16 – система конвейеров для обрезных досок

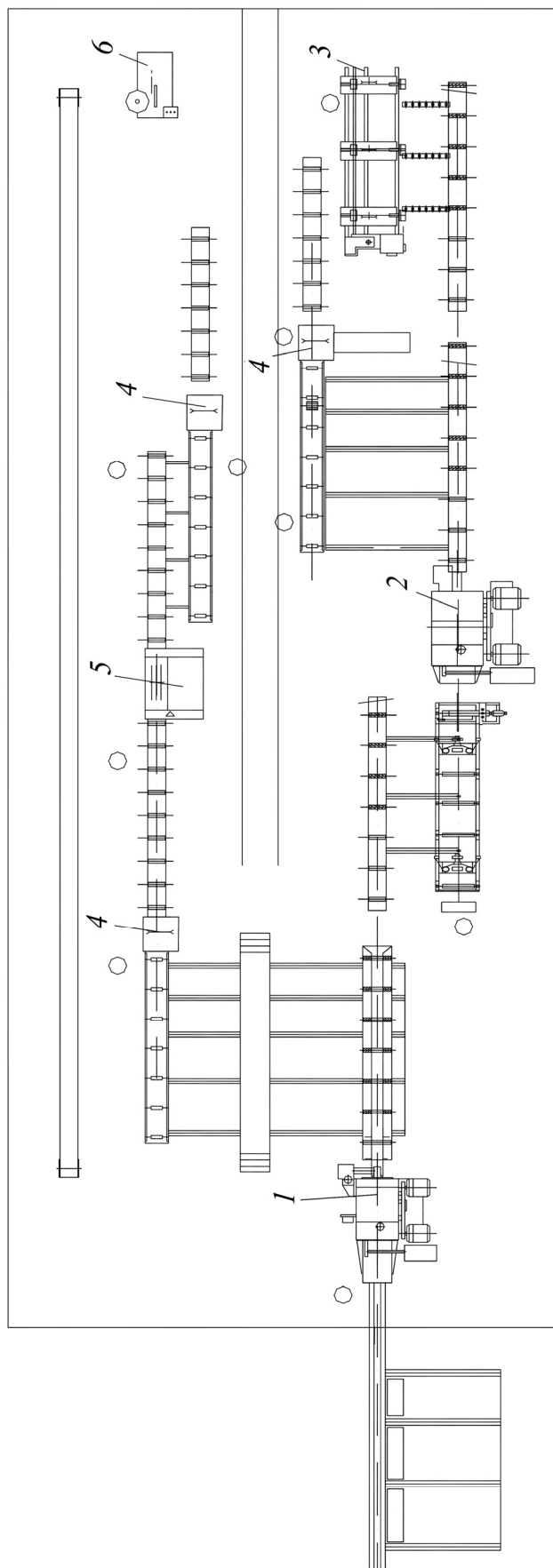


Рис. 14. Схема расположения оборудования в цехе на базе многоопильных круглопильных станков:  
1 – станок для распиловки бревен; 2 – станок для распиловки брусьев; 3 – трехпильный торцовочный станок;  
4 – торцовочный станок; 5 – многоопильный обрезной станок; 6 – станок для переработки горбылей

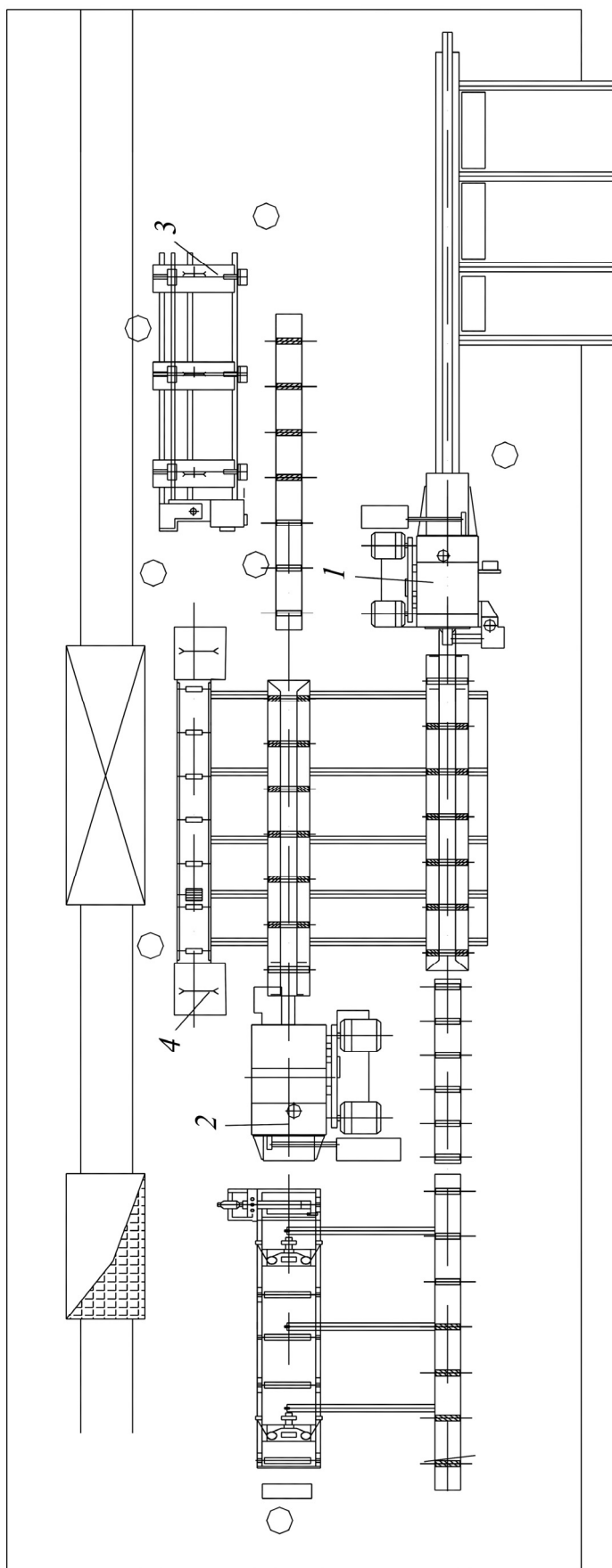


Рис. 15. Схема расположения оборудования в цехе на базе многопильных круглопильных станков:  
1 – станок для распиловки бревен; 2 – станок для распиловки брусьев;  
3 – трехпильный торцовочный станок; 4 – торцовочный станок

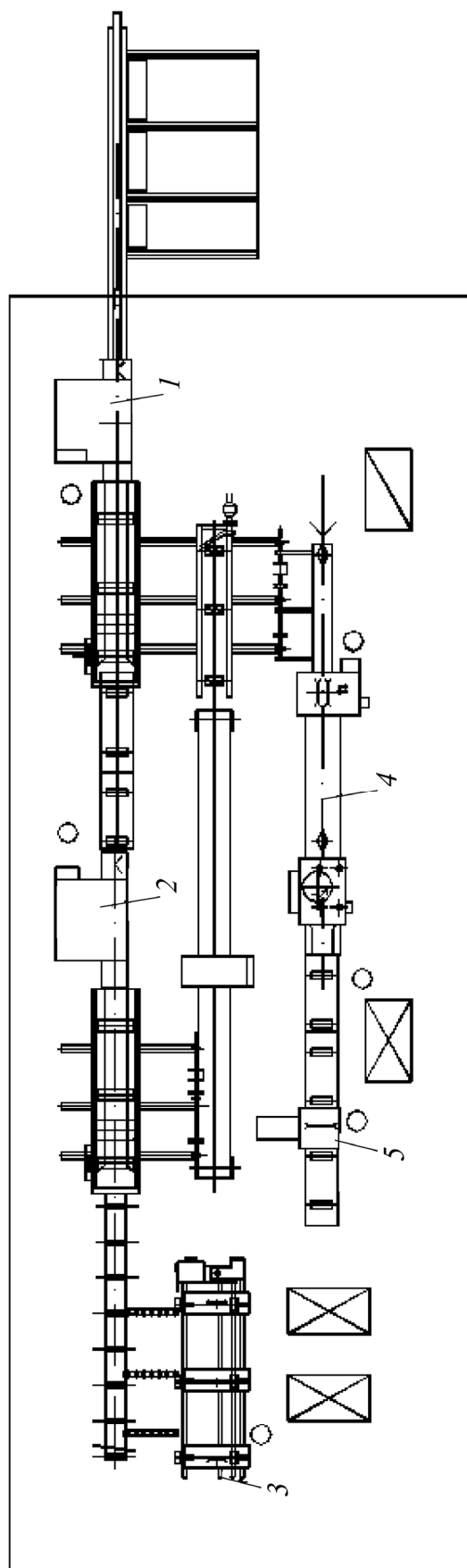


Рис. 16. Схема цеха на базе круглопильных станков:

1 – брусующий круглопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок для распиловки брусьев;  
3 – торцовочный многопильный станок; 4 – линия переработки горбылей; 5 – торцовочный станок

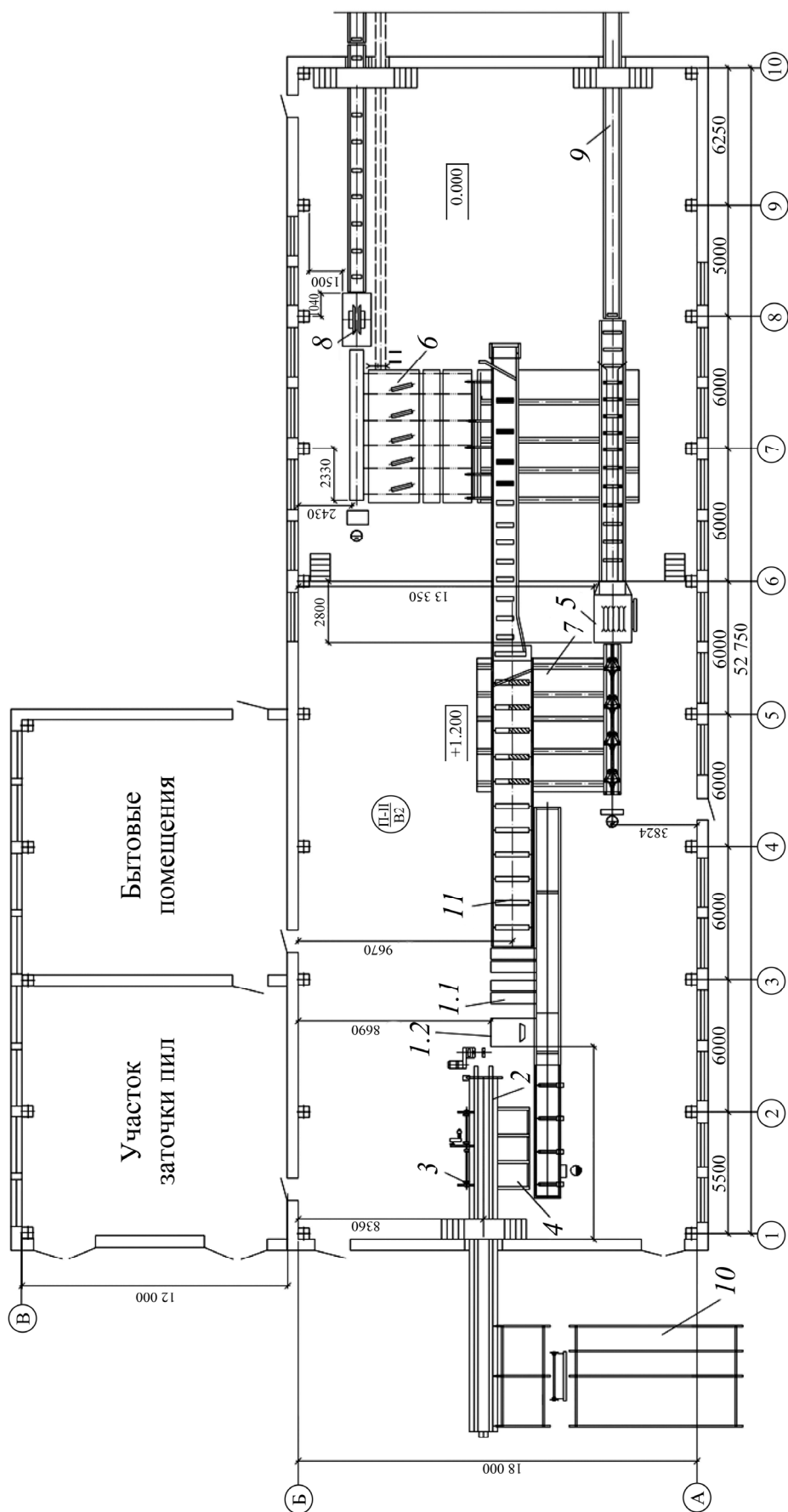


Рис. 17. Схема лесопильного цеха на базе вертикального ленточного станка:

1.1 – вертикальная ленточная пила на базе вертикального ленточного станка; 2 – подающее устройство; 3 – сбрасыватель бревен СБр 75-1; 4 – автоматическая бревнотаска БА-40; 5 – многопильный станок Krafter M/Double; 6 – линия обработки досок ЛОД-III; 7 – поперечно-цепной транспортер для досок; 8 – фрезерно-обрезной станок Ц2Д-1Ф; 9 – ленточный транспортер; 10 – механизм поштучной подачи; 11 – роликовый транспортер

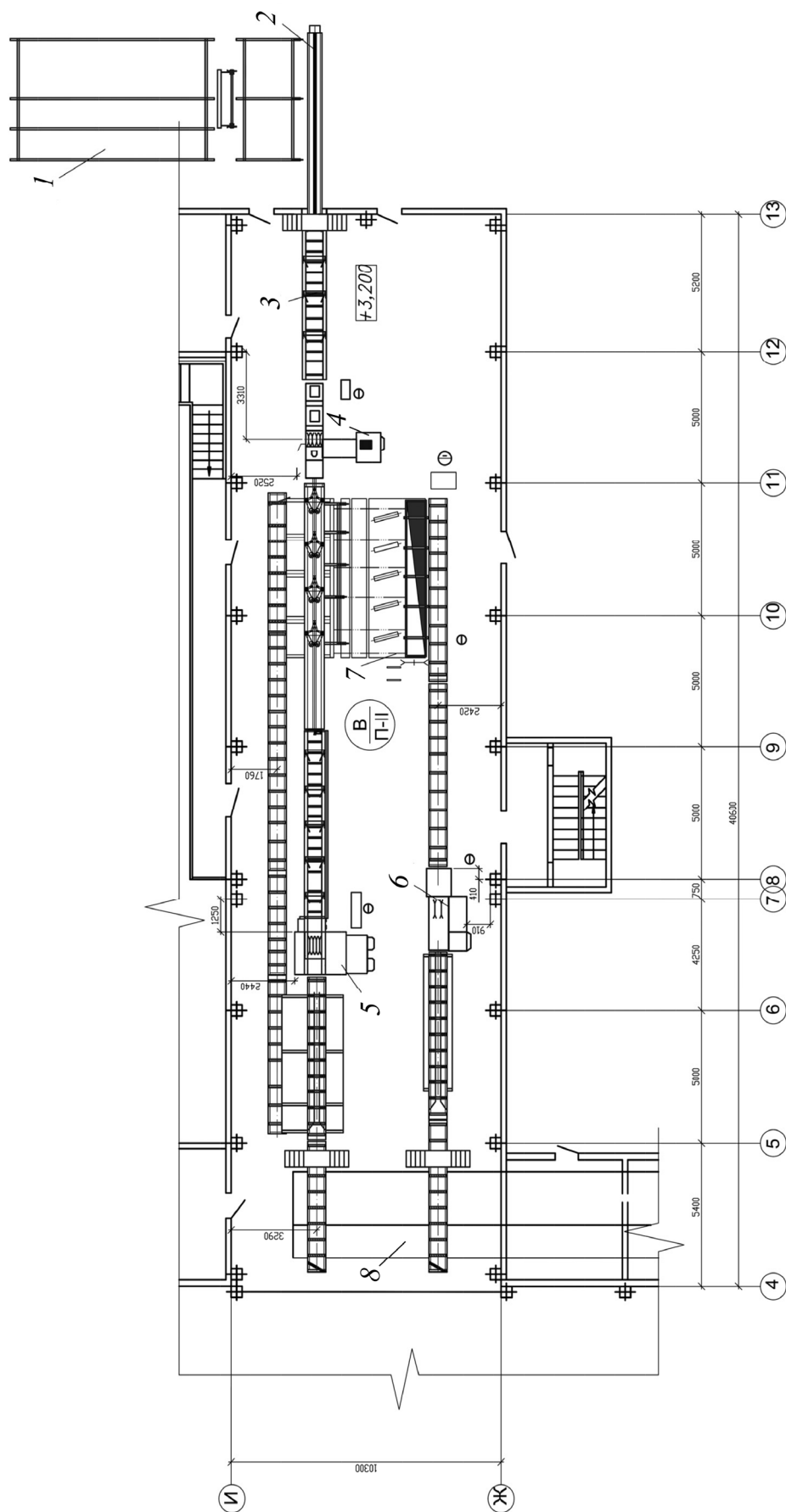


Рис. 18. Схема лесопильного цеха на базе круглопильных станков:  
 1 – механизм поштучной подачи; 2 – приводной роульганг призматический; 3 – подающее устройство;  
 4 – бревнопильный дисковый станок Krafter 2.0; 5 – многопильный станок Krafter M/Double;  
 6 – обрезной станок Ц2Д7; 7 – линия обработки досок ЛЮД-1П; 8 – поперечный конвейер

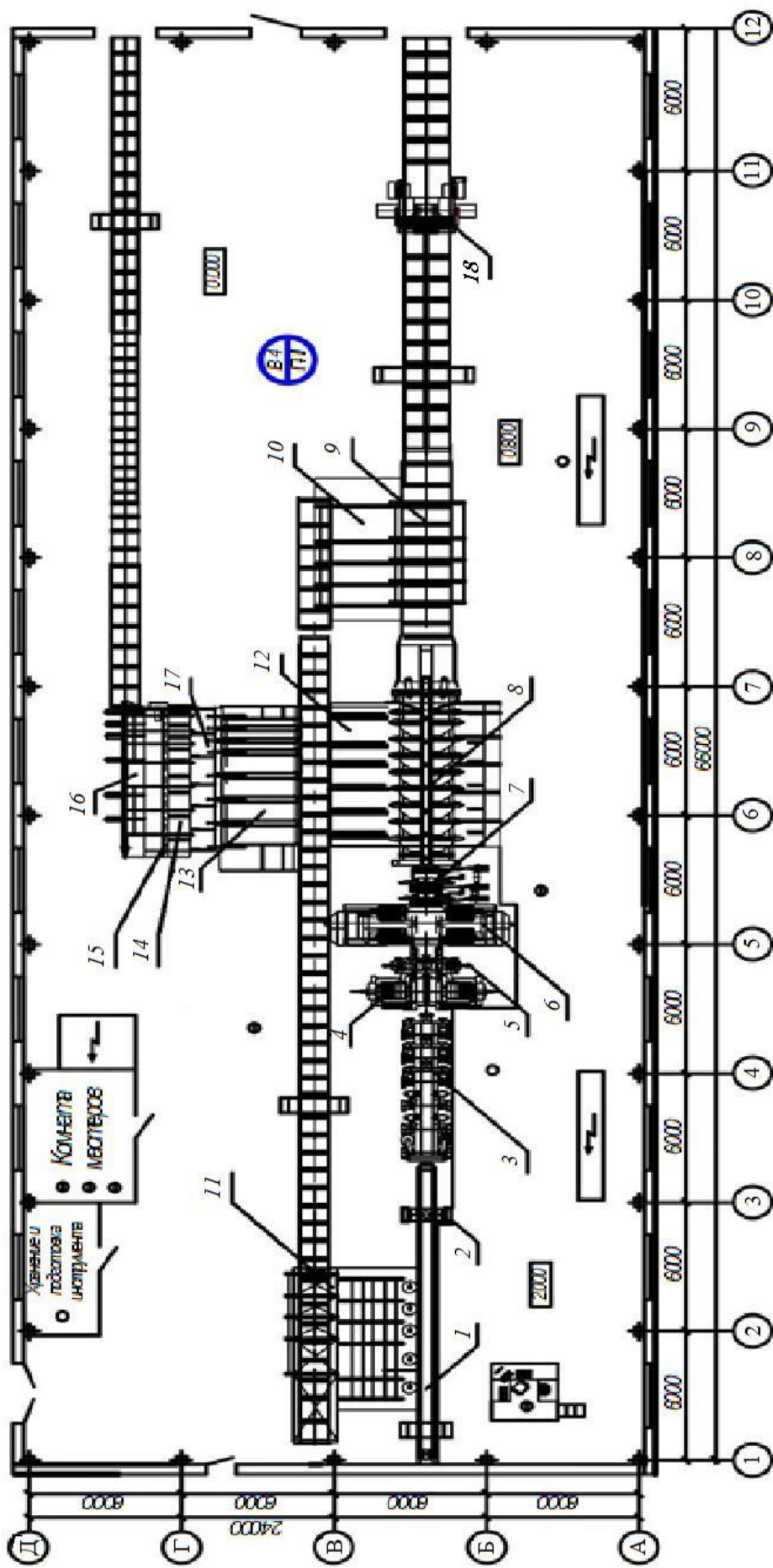


Рис. 19. Схема цеха на базе фрезерно-брусующего и круглопильного оборудования:

- 1 – загрузочный цепной транспортер; 2 – устройство трехмерного сканирования; 3 – центрирующий стол подачи;
- 4 – фрезерно-брусующий станок; 5 – механизм центрирования и подачи; 6 – профилирующий и круглопильный агрегат;
- 7 – вытяжной вальцевый механизм; 8 – доскоотделитель; 9 – рольганг; 10 – цепной транспортер;
- 11 – транспортер-брасыватель; 12 – транспортер-накопитель; 13 – транспортер-разоблицель;
- 14 – транспортер-манипулятор; 15 – вибротранспортер; 16 – автоматический стол подачи;
- 17 – торцовка проходная; 18 – круглопильный станок



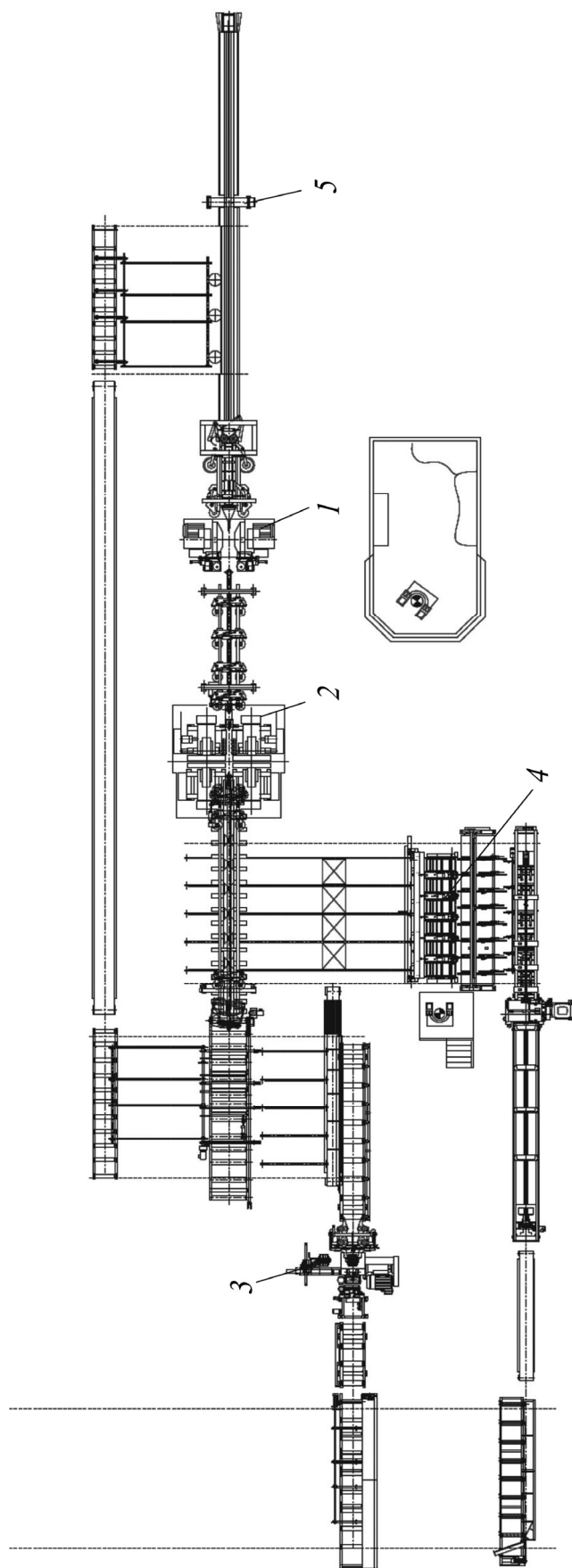


Рис. 20. Схема лесопильной линии на базе фрезерно-ленточнопильного оборудования и делительного станка для бруса:

- 1 – фрезерно-ленточнопильный станок; 2 – 4-пильный ленточнопильный станок;  
3 – делительный станок для бруса; 4 – линия оптимизационной обрезки необрезных досок  
из боковой зоны бревна и бруса; 5 – устройство трехмерного сканирования

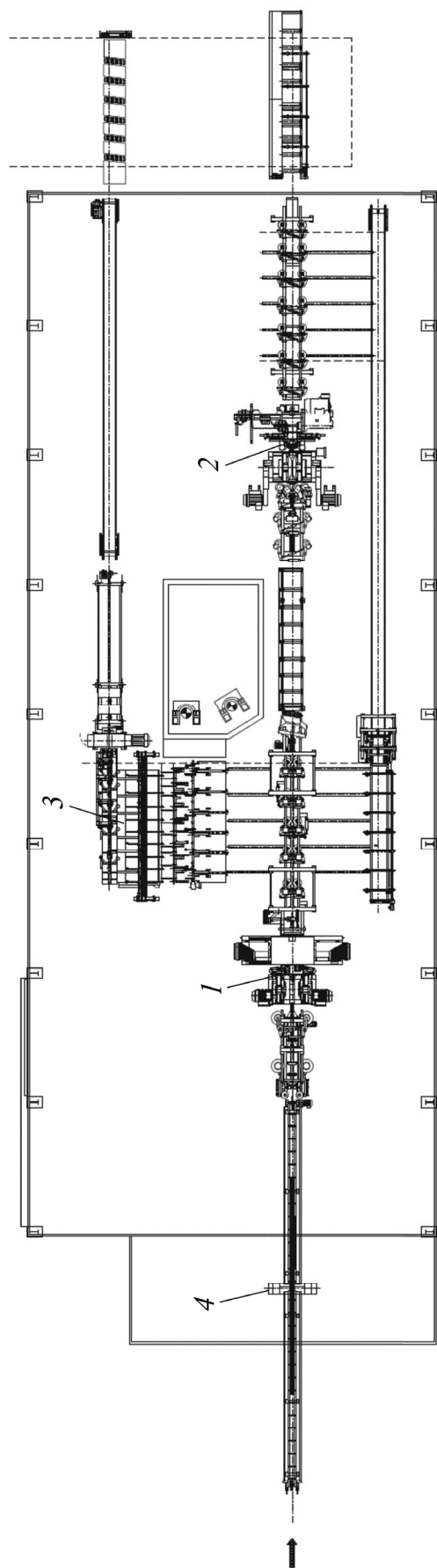
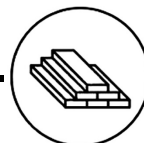


Рис. 21. Схема лесопильной линии на базе круглопильного оборудования:

1 – фрезерно-брусующий агрегат с круглопильным станком первого ряда; 2 – фрезерно-брусующий агрегат с круглопильным станком второго ряда; 3 – линия оптимизационной обрезки боковых необрезных досок из бревна и бруса; 4 – устройство трехмерного сканирования

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СКЛАДОВ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И СКЛАДОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ



### 6.1. Склады пиловочного сырья

На складе сырья выполняются следующие операции: выгрузка бревен из транспорта, укладка бревен в штабели, сортировка бревен по диаметрам, окорка бревен.

При выборе и расчете оборудования для выполнения этих операций и разработке технологической схемы склада необходимо учитывать:

- вид и размерно-качественную характеристику сырья;
- способ и график доставки сырья на лесопильный завод;
- объем производства, т. е. годовую производительность лесопильного цеха по объему распиленного сырья;
- конкретные условия производства (территорию и размещение склада относительно основных цехов, способ хранения бревен, климатические условия и т. п.).

В разделе 4 рассмотрены методики выбора и расчета грузоподъемного и транспортного оборудования, сортировочных устройств и окорочных станков. Там же приведены примеры и задачи, посвященные указанным вопросам.

**Разработку технологических схем** складов сырья ведут с учетом выбранного оборудования и конкретных условий лесопильного завода. Размещение оборудования на складе осуществляют с соблюдением последовательности выполняемых работ:

- выгрузка бревен из транспорта;
- укладка и разборка штабелей бревен;
- сортировка бревен;
- транспортировка бревен в заводской бассейн;
- тепловая обработка бревен;
- окорка бревен;
- подача бревен в лесопильный цех.

При разработке технологических схем необходимо учитывать требования по охране труда и противопожарной безопасности:

- размеры штабелей устанавливаются с учетом применяемого грузоподъемного оборудования и размеров бревен;

- разрывы между соседними штабелями и группой штабелей устанавливаются в соответствии с нормативными документами;

- пожарные проезды должны иметь ширину не менее 6 м и располагаться так, чтобы к каждой группе штабелей можно было бы подъехать автомашине; они всегда должны быть свободными;

- расстояние от штабелей до дороги должно быть не менее 8 м и не более 30 м;

- противопожарное водоснабжение складов с влажным хранением должно осуществляться из водоемов объемом не менее 100 м<sup>3</sup> или от кольцевого противопожарного водопровода;

- расстояние от штабелей бревен до леса и населенных пунктов должно быть не менее 40 м, до магистральной железной дороги – 25 м, до других зданий – 20–40 м в зависимости от степени их огнестойкости;

- на складе должны быть предусмотрены места для курения.

*Анализ технологических схем* складов сырья ведут в последовательности выполняемых работ, описанных выше.

В качестве примера рассмотрим технологическую схему склада, приведенную на рис. 22.

Доставка сырья на лесозавод осуществляется сухопутным транспортом – автомобилями и по железной дороге. Выгрузка бревен и укладка их в штабели производится консольно-козловым краном. Железнодорожные рельсы размещены под одной консолью крана, который с помощью грейфера выгружает бревна из полувагонов. Под второй консолью размещается площадка для автотранспорта.

Сортировка бревен осуществляется на автоматизированном сортировочном конвейере, который расположен под консолью крана. В пролете крана размещаются штабели сортированных бревен. С помощью крана бревна подают на устройство для разборки пачек, а затем – на продольный цепной конвейер, который транспортирует бревна в бассейн перед окорочным цехом. После окорки бревна поступают в лесопильный цех продольными цепными конвейерами.

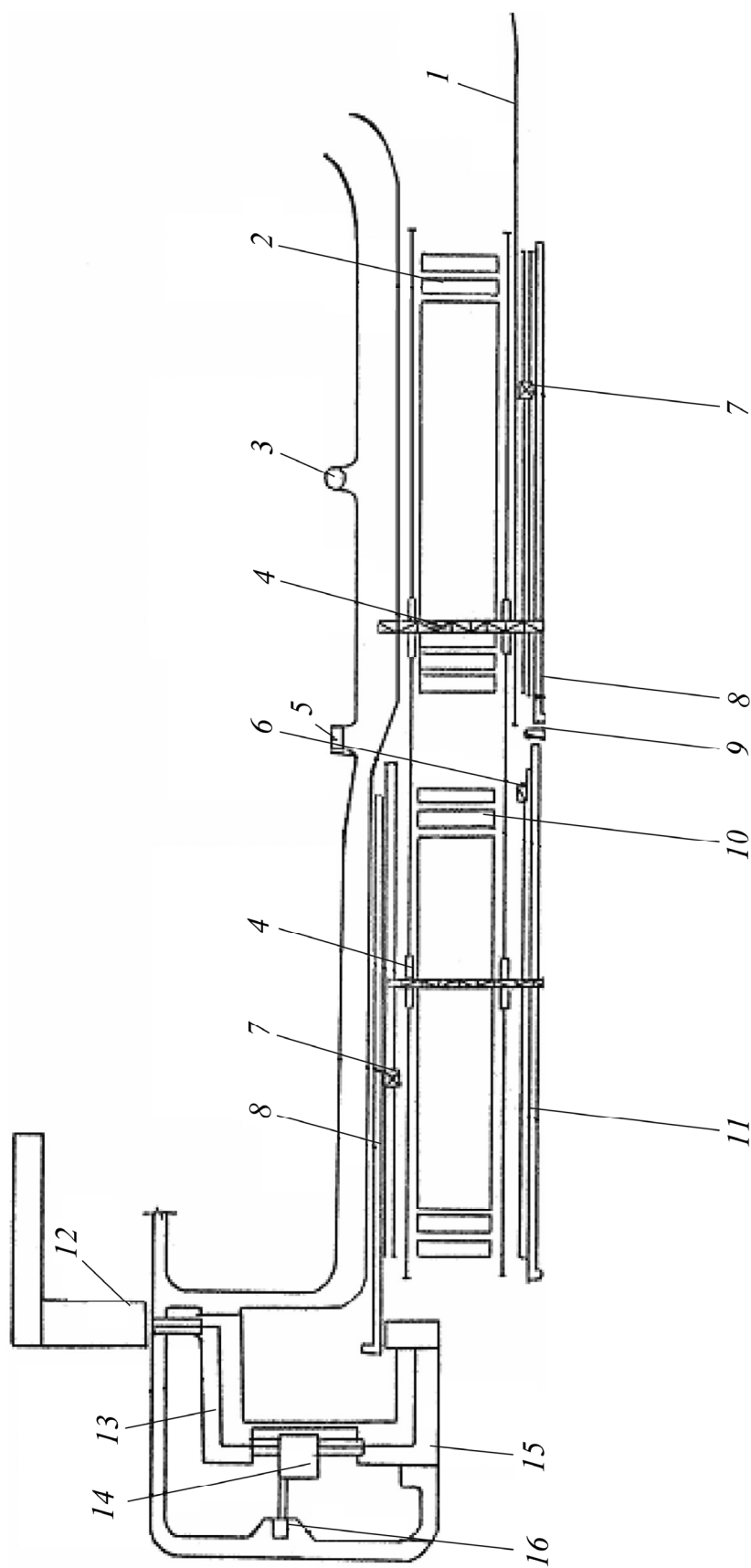


Рис. 22. Схема склада сырья лесопильного цеха:

- 1 – железнодорожный тупик; 2 – штабель несортированных бревен; 3 – пожарный водоем;  
 4 – консольно-козловой кран ККЛ-8; 5 – трансформаторная подстанция; 6 – площадка для выторцовки дефектов;  
 7 – устройство для разборки пачек бревен; 8 – продольный цепной конвейер для подачи бревен;  
 9 – металлоискатель; 10 – штабели сортированных бревен; 11 – автоматизированный сортировочный конвейер;  
 12 – лесопильный цех с сортировочным устройством для досок; 13 – бассейн перед лесопильным цехом;  
 14 – окорочный цех; 15 – бассейн перед окорочным цехом; 16 – бункер для коры

После описания работ, которые выполняются на складе, производят расчет грузоподъемного и транспортного оборудования, сортировочных устройств, окорочных станков с учетом их производительности и годовой мощности лесопильного цеха по объему распиленного сырья, графика доставки бревен на завод и других конкретных условий. Расчет ведут по методикам, приведенным в разделе 4. При этом определяют:

- количество грузоподъемного оборудования;
- количество сортировочных устройств;
- количество окорочных станков;
- количество конвейеров и других механизмов, приведенных на схеме.

После этого анализируют результаты расчетов и сравнивают их с наличием оборудования на схеме. При необходимости предусматривают мероприятия по совершенствованию схемы склада.

## 6.2. Склады пиломатериалов

Склады пиломатериалов предназначены для хранения, атмосферной сушки, окончательной обработки и отгрузки пилопродукции.

На крупных лесопильных производствах склады пиломатериалов представляют собой высокомеханизированные производственные подразделения, в которые входят следующие участки: формирования сушильных пакетов; антисептирования пиломатериалов; окончательной обработки и сортировки сухих досок; отгрузки пилопродукции.

Основным направлением организации и комплексной механизации работ на складах является пакетный способ транспортировки, штабелевки и отгрузки пиломатериалов. Пакетный способ позволяет значительно снизить трудоемкость работ и повысить производительность труда. Отметим, что в условиях Беларуси на лесопильных производствах относительно небольшой мощности на складах пиломатериалов выполняют не все перечисленные работы, а только часть их в зависимости от конкретных условий производства.

Подробное описание организации перечисленных работ и оборудования на участках склада пиломатериалов приводится в учебнике [1].

При выборе и расчете необходимого оборудования на складах учитывают:

- вид и назначение выпиливаемых пиломатериалов;
- мощность лесопильного цеха по выпуску пиломатериалов;
- конкретные условия предприятия (территорию и размещение склада относительно других цехов, способы сушки досок, климатические условия, способы отгрузки продукции и др.).

Методика выбора и расчета грузоподъемного и транспортного оборудования на складах приведена в разделе 4.

**При разработке технологической схемы** склада пиломатериалов необходимо обеспечить комплексную механизацию трудоемких операций по формированию пакетов досок, антисептированию пиломатериалов, укладке и разборке штабелей, окончательной обработке и сортировке сухих досок и их отгрузке потребителю.

При выполнении этих операций необходимо обеспечить безопасные условия работы, строго соблюдать правила охраны труда. Особое внимание при проектировании складов нужно уделить противопожарным мероприятиям, предусмотреть требуемые проходы и проезды между штабелями и группами штабелей в соответствии с ГОСТ 3808.1, не загромождать проезды, предусмотреть расположение кольцевых водопроводов или водоемов.

**Анализ технологических схем** складов пиломатериалов ведут в последовательности выполняемых работ, описанных выше.

В качестве примера рассмотрим технологическую схему склада пиломатериалов, приведенную на рис. 23.

Пиломатериалы перевозят на склад из лесопильного цеха автолесовозами. Формирование сушильных пакетов осуществляется на пакетоформировочной машине. Антисептирование досок производится в ваннах с антисептиком, куда пакеты досок опускаются с помощью кранов.

Пакеты в сушильные штабели укладывают с помощью консольно-козловых кранов. Штабели расположены в пролете и под консолями кранов. После сушки пиломатериалы поступают на установку для торцовки в размер и сортировки по качеству. Затем осуществляется сортировка досок по длинам и укладка в транспортные пакеты с упаковкой и обвязкой лентой на специальной установке.

Транспортные пакеты хранятся в закрытом складе. Отгрузка пилопродукции осуществляется башенными кранами в полувагоны.

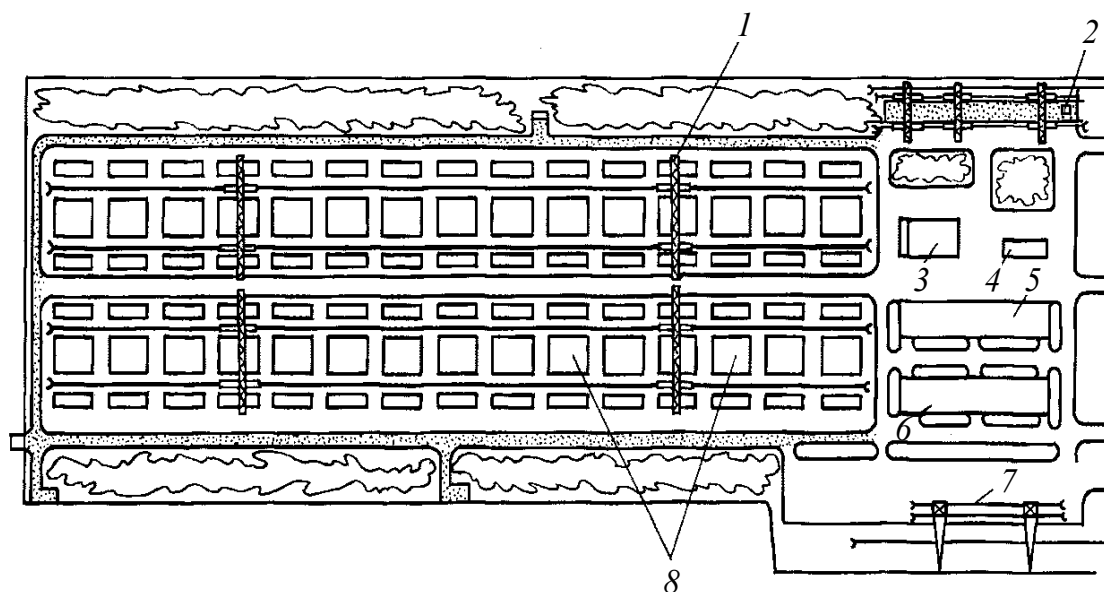


Рис. 23. Схема комплексно-механизированного склада пиломатериалов:  
 1 – консольно-козловые краны; 2 – установка для антисептирования пиломатериалов; 3 – установка для торцовки и сортировки сухих досок по сортам; 4 – пакетоформирующая машина; 5 – склад сухих пиломатериалов; 6 – установка для сортировки досок по длине и укладки их в транспортные пакеты; 7 – участок отгрузки пиломатериалов; 8 – штабели пиломатериалов (атмосферная сушка)

После описания работ, которые выполняются на складе, производят расчет потребного количества грузоподъемного и транспортного оборудования, пакетоформирующих и сортировочных устройств с учетом их производительности и годовой мощности лесопильного цеха по выпуску пиломатериалов, способов сушки и графика отгрузки пилопродукции.

Методики выбора и расчета оборудования приведены в разделе 4 и учебнике [1], а также в специальной литературе [4]. После этого анализируют результаты расчетов и сравнивают их с наличием оборудования на схеме. При необходимости предусматривают мероприятия по совершенствованию схемы склада.

### Контрольные вопросы

116. Какие операции выполняют на складах сырья и пиломатериалов?

117. Что необходимо учитывать при выборе и расчете грузоподъемного, транспортного и сортировочного оборудования на складах?



118. Что необходимо учитывать при разработке технологических схем складов сырья и пиломатериалов?

119. Назовите последовательность разработки технологической схемы склада сырья и склада пиломатериалов.

120. Назовите особенности размещения оборудования на складе сырья с применением консольно-козловых и башенных кранов; с применением лесопогрузчиков.

121. Назовите основные требования по охране труда и противопожарные мероприятия, которые учитывают при разработке технологических схем складов.

### Задачи

142. В лесопильном цехе, работающем в две смены 250 дней в году, ведется распиловка хвойных бревен. Годовая производительность цеха составляет 60 000 м<sup>3</sup> бревен. На завод сырье поступает железнодорожным и автомобильным транспортом. Максимальный объем бревен, одновременно поступающих на завод, составляет 180 м<sup>3</sup>. Спецификация сырья включает бревна диаметром 14–36 см и длиной 4 м. Средний диаметр бревен – 20 см. Выбрать и определить потребное количество оборудования для выгрузки, сортировки и окорки бревен и разработать схему склада сырья. Предусмотреть сортировку бревен по четным диаметрам.

143. Лесопильный цех работает 250 дней в две смены и распиливает за год 100 000 м<sup>3</sup> бревен. Доставка сырья на завод осуществляется автомобильным и железнодорожным транспортом. В распиловку поступают бревна диаметром 14–40 см. Средний диаметр составляет 22 см, длина – 5 м. Выбрать оборудование на складе сырья для выгрузки, сортировки и окорки бревен, определить потребное количество и разработать технологическую схему склада сырья. Предусмотреть сортировку бревен по четным диаметрам.

144. Выбрать оборудование для выгрузки, сортировки и окорки бревен, определить потребное количество и разработать технологическую схему склада сырья для условий, приведенных в табл. 26. Доставка сырья на завод осуществляется автомобильным

и железнодорожным транспортом. Цех работает 250 дней в году в две смены.

Таблица 26

## Характеристика бревен на складе

Вариант	Годовая производительность, тыс. м <sup>3</sup>	Диаметр поступающих бревен, см	Средние размеры бревен		Порода древесины	Объем одновременно поступающих бревен, м <sup>3</sup>
			$d_{ср}$ , см	$L_{ср}$ , м		
1	30	14–32	18	4	Хвойные	90
2	50	16–30	20	5	Хвойные Лиственные	100
3	80	18–32	20	6	Хвойные Лиственные	100
4	100	16–38	20	4	Хвойные	120
5	120	14–38	22	6	Хвойные	180
6	50	18–32	22	5	Хвойные Лиственные	120
7	60	16–34	20	4	Хвойные	120
8	80	14–38	22	4	Хвойные	100
9	75	14–28	18	5	Хвойные Лиственные	90
10	60	16–36	20	4	Хвойные	80
11	100	14–32	18	4	Хвойные	120
12	50	16–30	18	5	Хвойные Лиственные	60

145. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 24 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 120 000 м<sup>3</sup> бревен, средний диаметр бревен – 22 см, длина – 6 м.

146. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 25 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 100 000 м<sup>3</sup> бревен, средний диаметр бревен – 20 см, длина – 5 м.

147. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 26 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 80 000 м<sup>3</sup> бревен, средний диаметр бревен – 18 см, длина – 4 м.

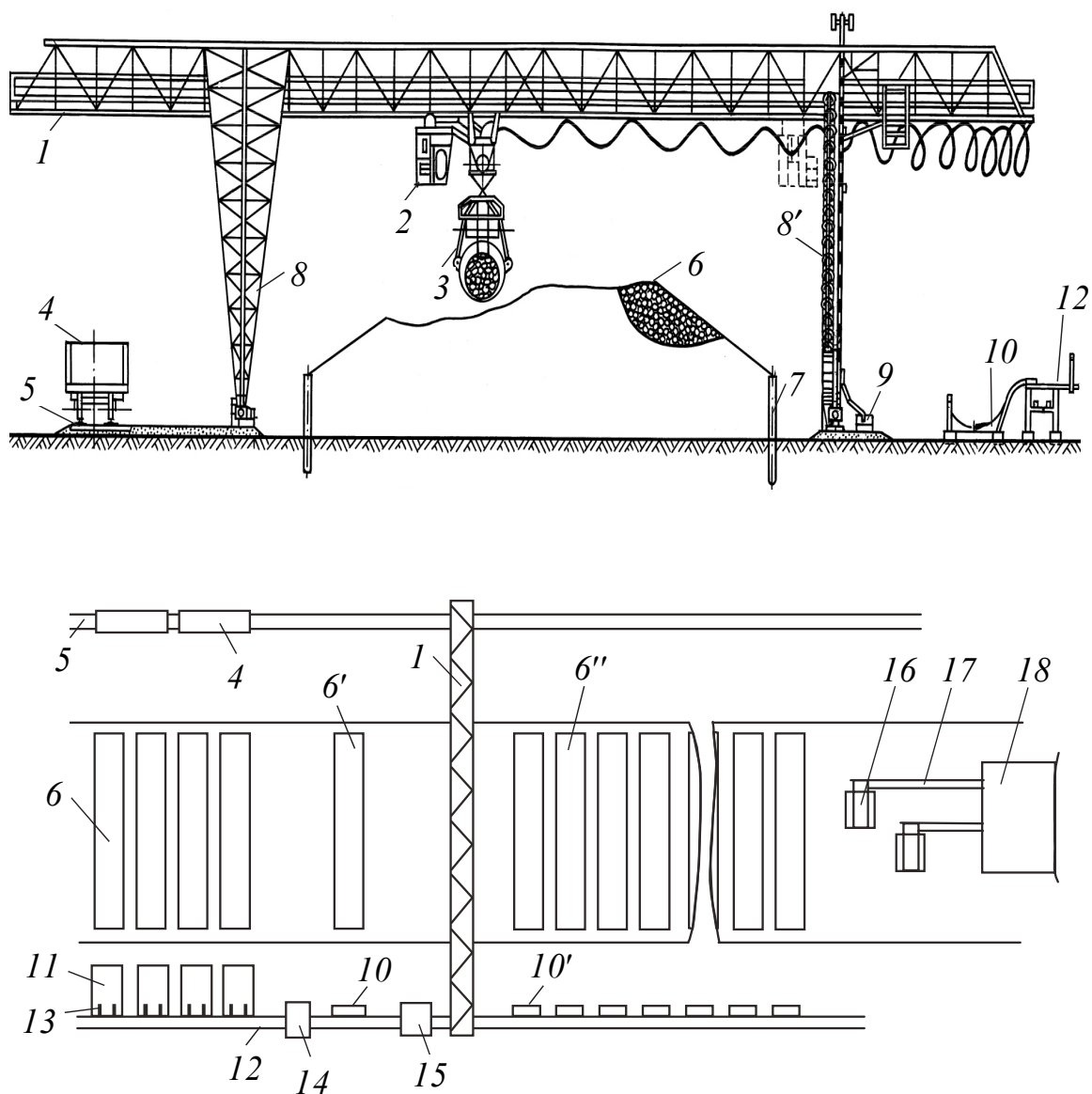


Рис. 24. Схема технологического процесса на складе сырья с консольно-козловым краном:

1 – консольно-козловой кран; 2 – кабина крановщика; 3 – грейфер;  
 4 – железнодорожный полувагон; 5 – железнодорожный путь; 6 – штабели несортированного сырья; 6' – штабель некондиционного сырья; 6'' – штабели рассортированных бревен; 7 – стойки штабеля с опорами; 8 – опора крана жесткая; 8' – опора крана шарнирная; 9 – токопровод; 10 – карман-накопитель для некондиционных бревен; 10' – карманы-накопители для рассортированных бревен; 11 – накопительная площадка для подачи бревен на сортировочный транспортер; 12 – сортировочный транспортер; 13 – механизм поштучной выдачи бревен; 14 – дефектоскоп-металлоискатель;  
 15 – пульт сортировки бревен; 16 – накопительная площадка с поперечным цепным транспортером и механизмом поштучной выдачи бревен;  
 17 – бревнотаска; 18 – лесопильный цех

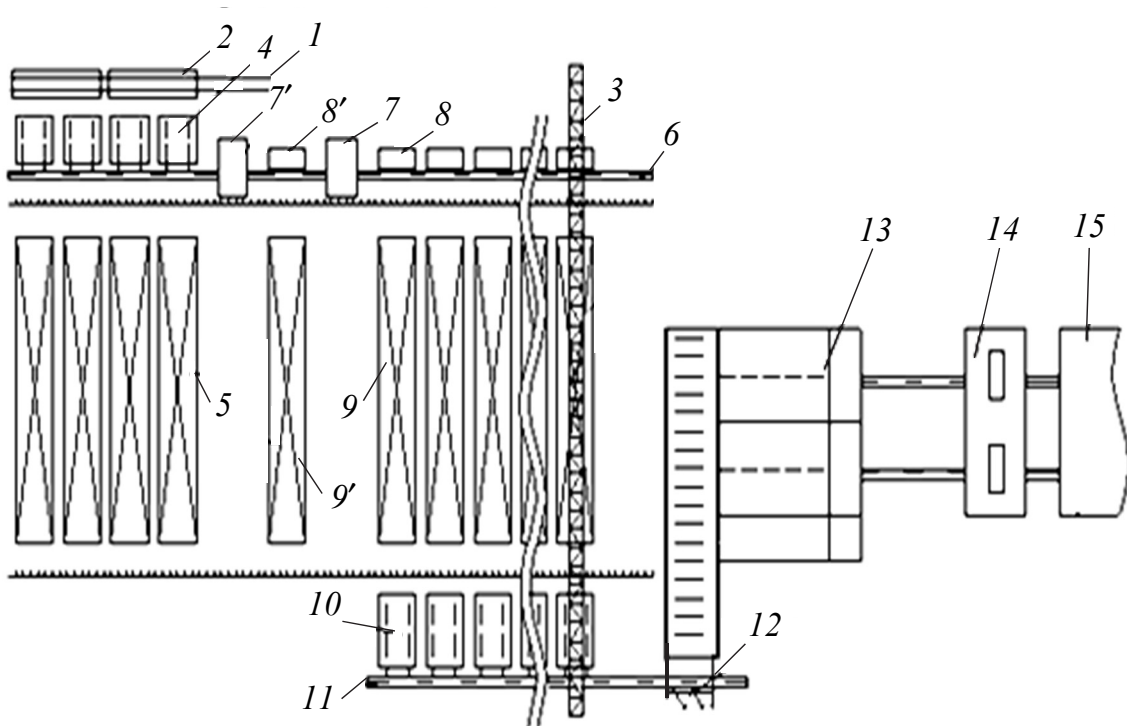


Рис. 25. Схема технологического процесса склада сырья с заводским бассейном и окорочной станцией:

- 1 – железнодорожный путь; 2 – полувагоны с сырьем; 3 – консольно-козловой кран; 4 – приемные площадки с механизмами поштучной выдачи бревен; 5 – штабели несортированного сырья; 6 – сортировочный транспортер; 7 – пульт управления сортировкой сырья; 7' – дефектоскоп-металлоискатель; 8 – карманы-накопители для рассортированных бревен; 8' – карман-накопитель для некондиционного сырья; 9 – штабели рассортированных бревен; 9' – штабель некондиционного сырья; 10 – накопительные площадки с механизмами поштучной выдачи бревен; 11 – продольный транспортер для подачи бревен в заводской бассейн; 12 – бревнобрасыватель; 13 – заводской бассейн; 14 – окорочная станция; 15 – лесопильный цех

148. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 27 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 80 000 м<sup>3</sup>. Отгрузке подлежат 50% пиломатериалов.

149. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 28 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 40 000 м<sup>3</sup>.

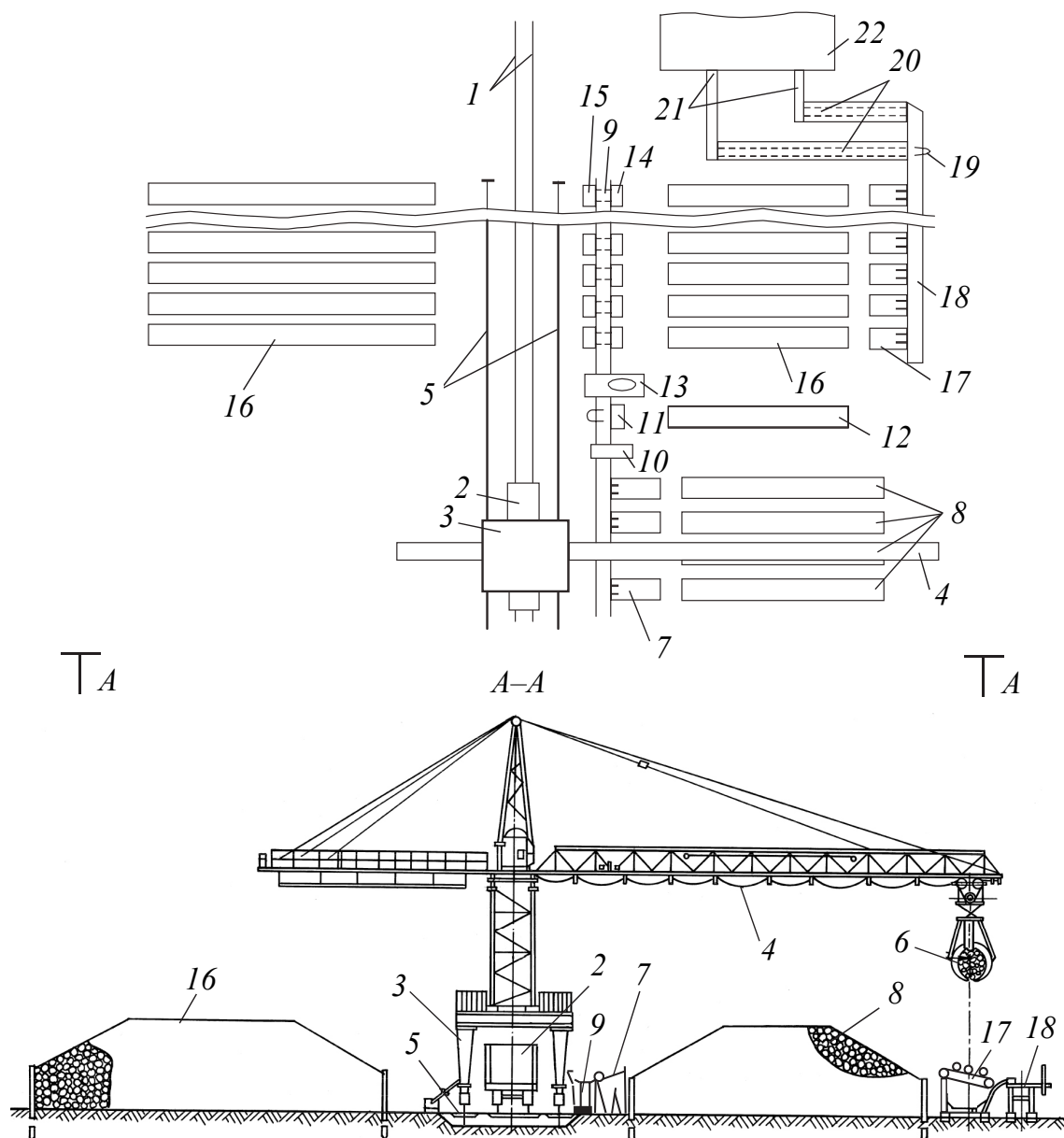


Рис. 26. Схема технологического процесса на складе сырья с башенным краном:

1 – железнодорожные пути; 2 – полувагон с сырьем; 3 – кран;  
 4 – стрела крана; 5 – подкрановый путь; 6 – грейфер; 7 – приемные площадки с механизмом поштучной выдачи бревен; 8 – штабели несортированных бревен; 9 – двухсторонний сортировочный транспортер; 10 – дефектоскоп-металлоискатель; 11 – карман-накопитель для некондиционного сырья; 12 – штабель для некондиционного сырья; 13 – пульт управления сортировочным транспортером; 14 – двухсторонние карманы-накопители для рассортированных бревен; 15 – двухсторонние сбрасыватели бревен; 16 – штабели рассортированных бревен; 17 – буферные площадки с поперечным транспортером и механизмом поштучной выдачи бревен; 18 – продольный транспортер; 19 – бревносбрасыватель; 20 – поперечные транспортеры с механизмами поштучной выдачи бревен; 21 – бревнотаски; 22 – лесопильный цех

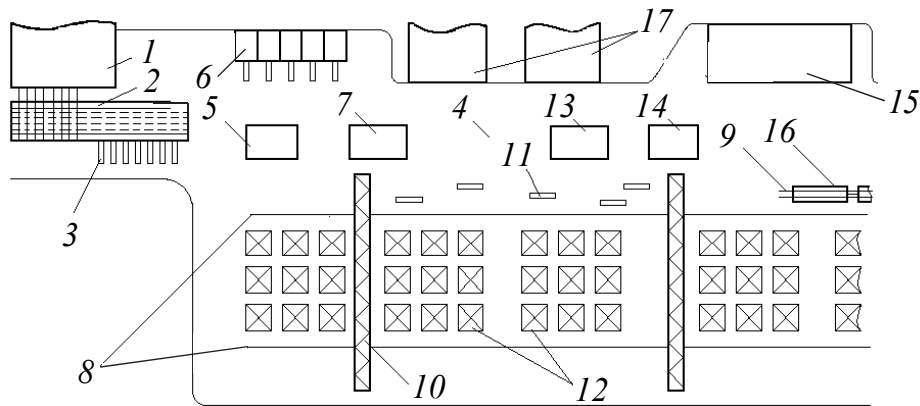


Рис. 27. Технологическая схема склада

при внутривозаводской переработке и отгрузке пиломатериалов:

- 1 – лесопильный цех; 2 – сортировочная площадка; 3 – плотные пакеты пиломатериалов; 4 – технологические площадки, дороги и пожарные проезды;
- 5 – пакетоформирующая машина; 6 – сушильные камеры; 7 – установка антисептирования; 8 – подкрановый путь; 9 – железнодорожный путь;
- 10 – консольно-козловой кран; 11 – сушильные пакеты пиломатериалов; 12 – сушильные штабели;
- 13 – установка браковки, торцовки, сортировки и маркировки досок; 14 – установка для сортировки по длине;
- 15 – склады транспортных пакетов; 16 – железнодорожные полувагоны; 17 – деревообрабатывающий цех

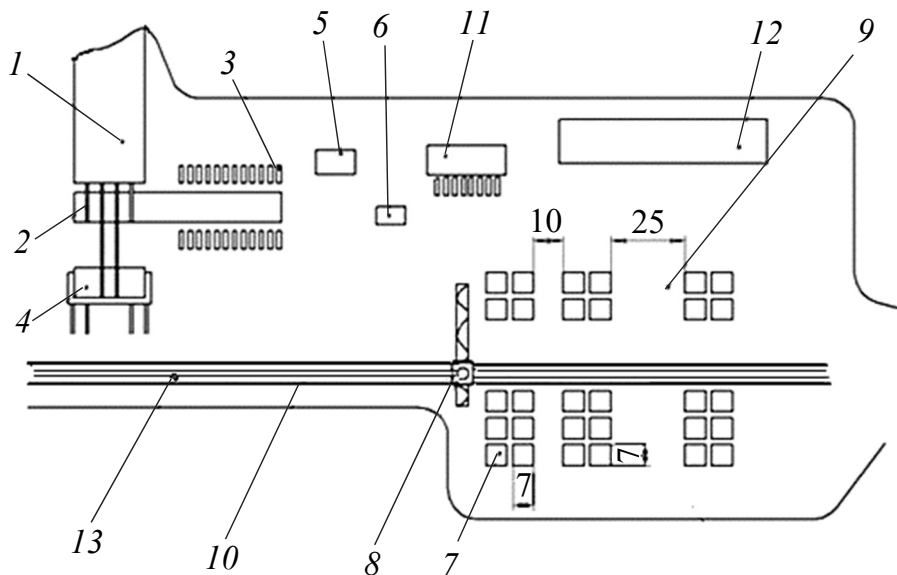


Рис. 28. Технологическая схема склада

при внутривозаводской переработке пиломатериалов:

- 1 – лесопильный цех; 2 – сортировочная площадка; 3 – плотные пакеты досок;
- 4 – установка для формирования сушильных пакетов; 5 – лифт для формирования сушильных пакетов; 6 – установка антисептирования; 7 – штабели для хранения и атмосферной сушки пиломатериалов; 8 – башенный кран; 9 – технологические площадки, дороги и пожарные проезды; 10 – подкрановый путь; 11 – сушильный цех для искусственной сушки пиломатериалов; 12 – деревообрабатывающий цех;
- 13 – железнодорожный путь

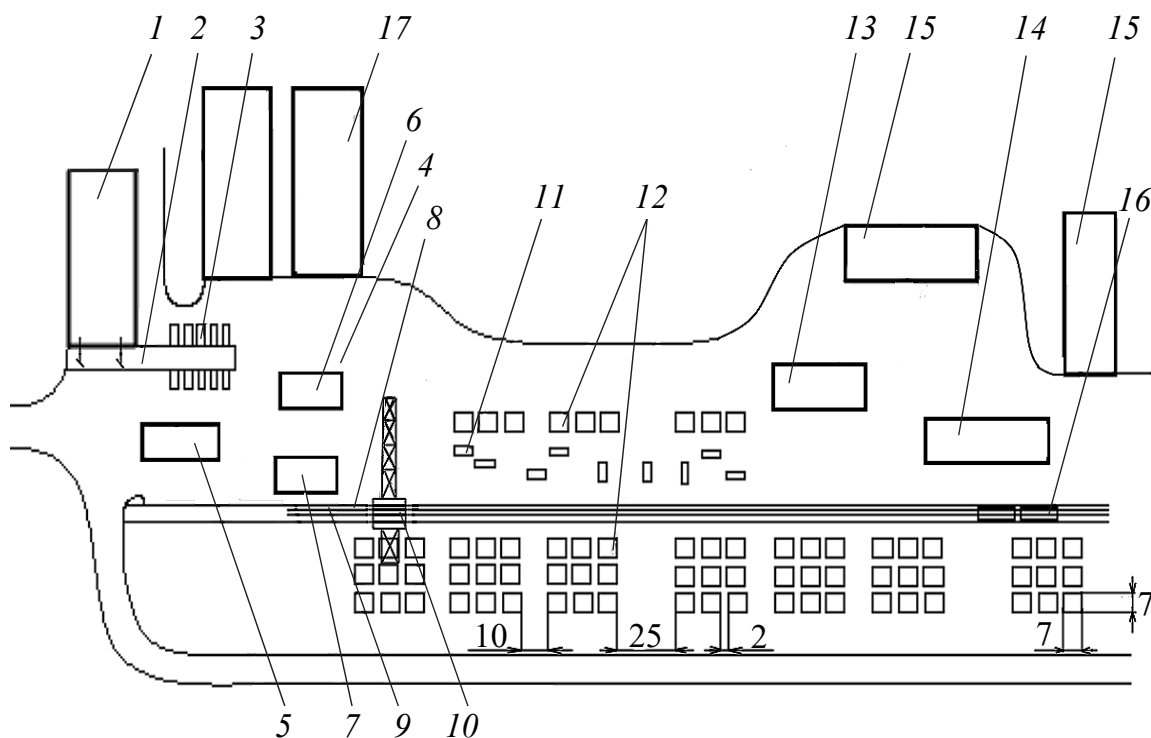


Рис. 29. Технологическая схема склада при отгрузке товарных пиломатериалов и их внутривозвратной переработке:

- 1 – лесопильный цех; 2 – сортировочная площадка;  
 3 – плотные пакеты пиломатериалов; 4 – технологические площадки, дороги и пожарные проезды; 5 – пакетоформирующая машина;  
 6 – сушильные камеры; 7 – установка антисептирования;  
 8 – подкрановый путь; 9 – железнодорожный путь;  
 10 – башенный кран; 11 – сушильные пакеты пиломатериалов;  
 12 – сушильные штабели; 13 – установки браковки, торцовки, сортировки и маркировки досок; 14 – установки для сортировки по длине; 15 – склад транспортных пакетов;  
 16 – железнодорожные полувагоны;  
 17 – деревообрабатывающий цех

150. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 29 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 100 000 м<sup>3</sup>. Отгрузке подлежат 60% пиломатериалов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П1

### Расход ширины поставка для пиломатериалов хвойных пород

Номинальная толщина или ширина доски (бруса), мм	Припуск на усушку для влажности 20%, мм	Расход ширины поставка, мм, при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердце- винную доску или брус Р <sub>с</sub>	на две доски	
			центральные 2Р <sub>ц</sub>	боковые 2Р <sub>б</sub>
16	0,6	–	36,8	40,4
19	0,6	19,6	42,8	46,4
22	0,7	22,7	49,0	52,6
25	0,8	25,8	55,2	58,8
32	1,0	33,0	69,6	73,2
40	1,2	41,2	86,0	89,6
44	1,4	45,4	94,4	98,0
50	1,5	51,5	106,6	110,2
60	1,8	61,8	127,2	130,8
75	2,3	77,3	158,2	161,8
100	2,8	102,8	–	–
110	3,0	113,0	–	–
125	3,4	128,4	–	–
130	3,6	133,6	–	–
150	3,9	153,9	–	–
175	4,4	179,4	–	–
200	4,9	204,9	–	–
225	5,6	230,6	–	–
250	6,2	256,2	–	–
275	6,6	281,6	–	–



Таблица П2

**Расход ширины поставка для пиломатериалов лиственных пород  
(дуб, береза, ясень, ольха, осина, тополь)**

Номинальная толщина или ширина доски (бруса), мм	Припуск на усушку для влажности 20%, мм	Расход ширины поставка, мм, при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердцевинную доску или брус Р <sub>с</sub>	на две доски	
			центральные 2Р <sub>ц</sub>	боковые 2Р <sub>б</sub>
16	0,6	16,6	36,8	40,4
19	0,7	19,7	43,0	46,6
22	0,8	22,8	49,2	52,8
25	0,9	25,9	55,4	59,0
32	1,1	33,1	69,8	73,4
40	1,4	41,4	86,4	90,0
50	1,8	51,8	107,2	110,8
55	1,9	56,9	117,4	121,0
60	2,1	62,1	127,8	131,4
65	2,3	67,3	138,2	141,8
70	2,5	72,5	148,6	152,2
75	2,6	77,6	158,8	162,4
80	2,8	82,8	170,2	173,8
90	3,1	93,1	189,8	183,4
100	3,5	103,5	210,6	214,2
110	3,8	113,6	—	—
120	4,0	124,0	—	—
130	4,5	134,5	—	—
140	4,9	144,9	—	—
150	5,3	155,3	—	—
160	5,6	165,6	—	—
180	6,3	186,3	—	—
200	7,0	207,0	—	—
220	7,6	226,6	—	—
240	8,4	248,4	—	—
260	9,1	269,1	—	—
280	9,8	289,8	—	—
300	10,5	310,5	—	—

$d, \text{ см}$	$K = \frac{D}{d}$
14-16	1,3
18-24	1,25
26-50	1,2

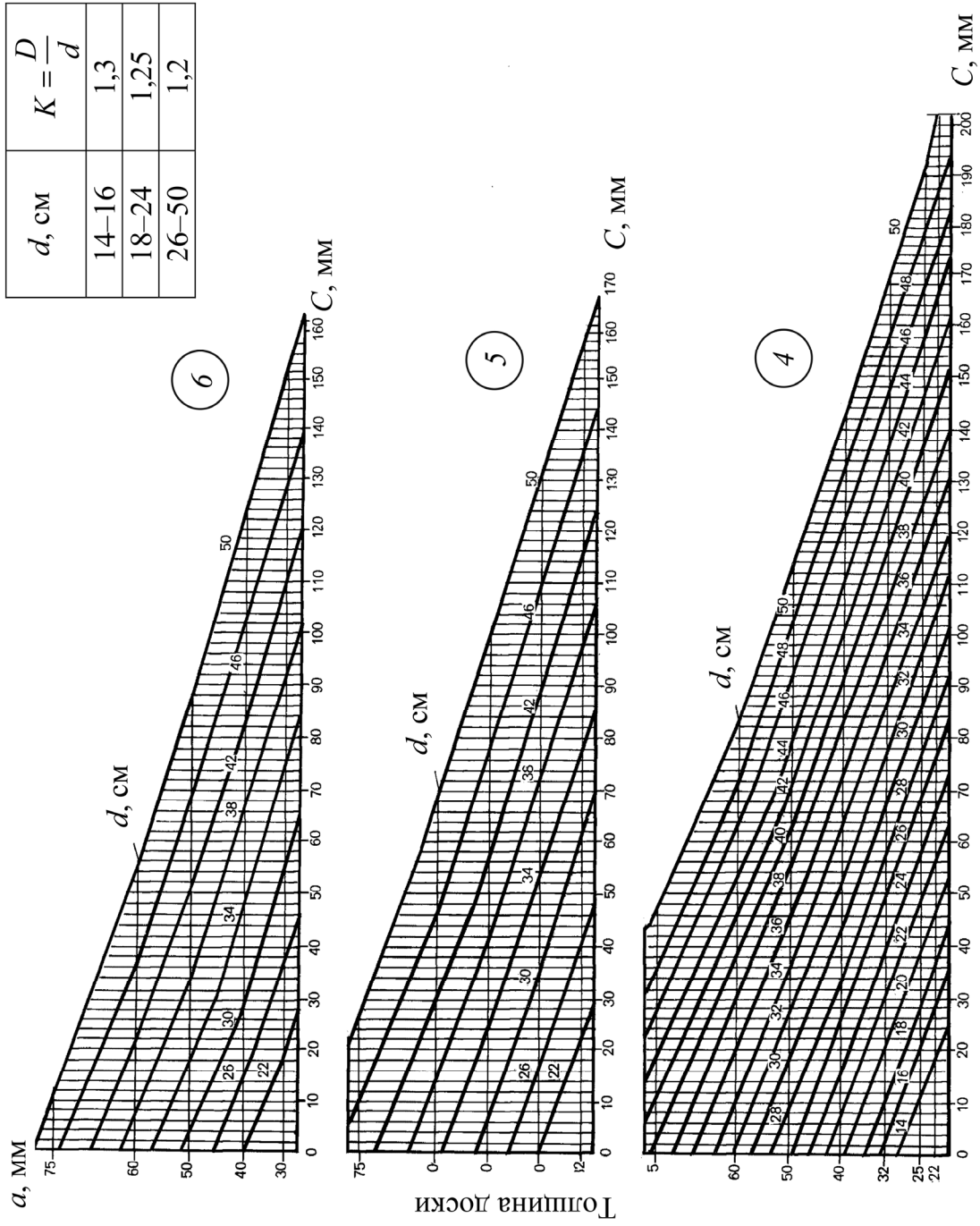
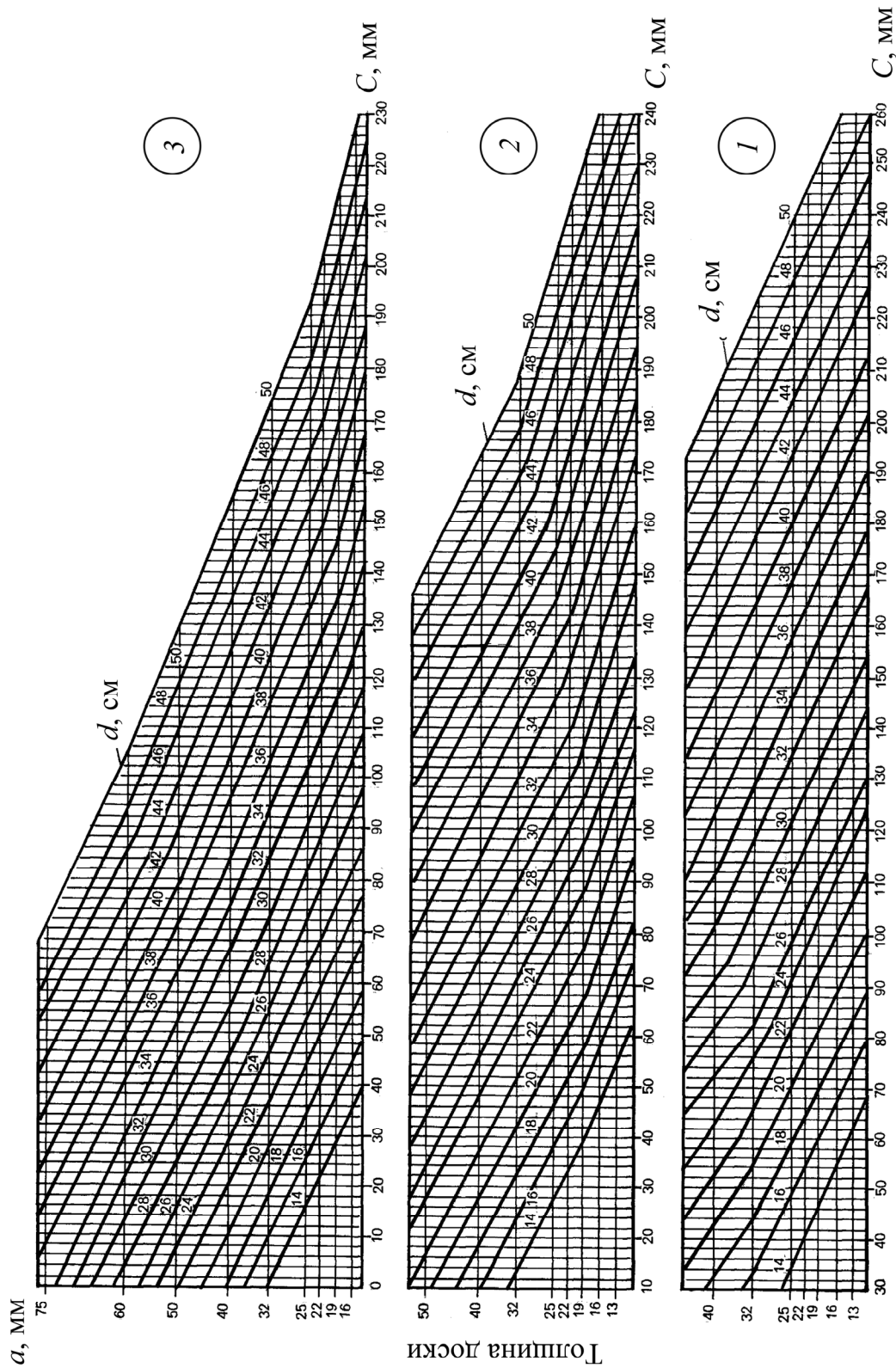


Рис. П1. Практические графики Н. А. Батина для составления поставок (окончание см. на с. 155)



Расстояние от центра постава до внутренней пласти доски

Рис. П1. Окончание (начало см. на с. 154)

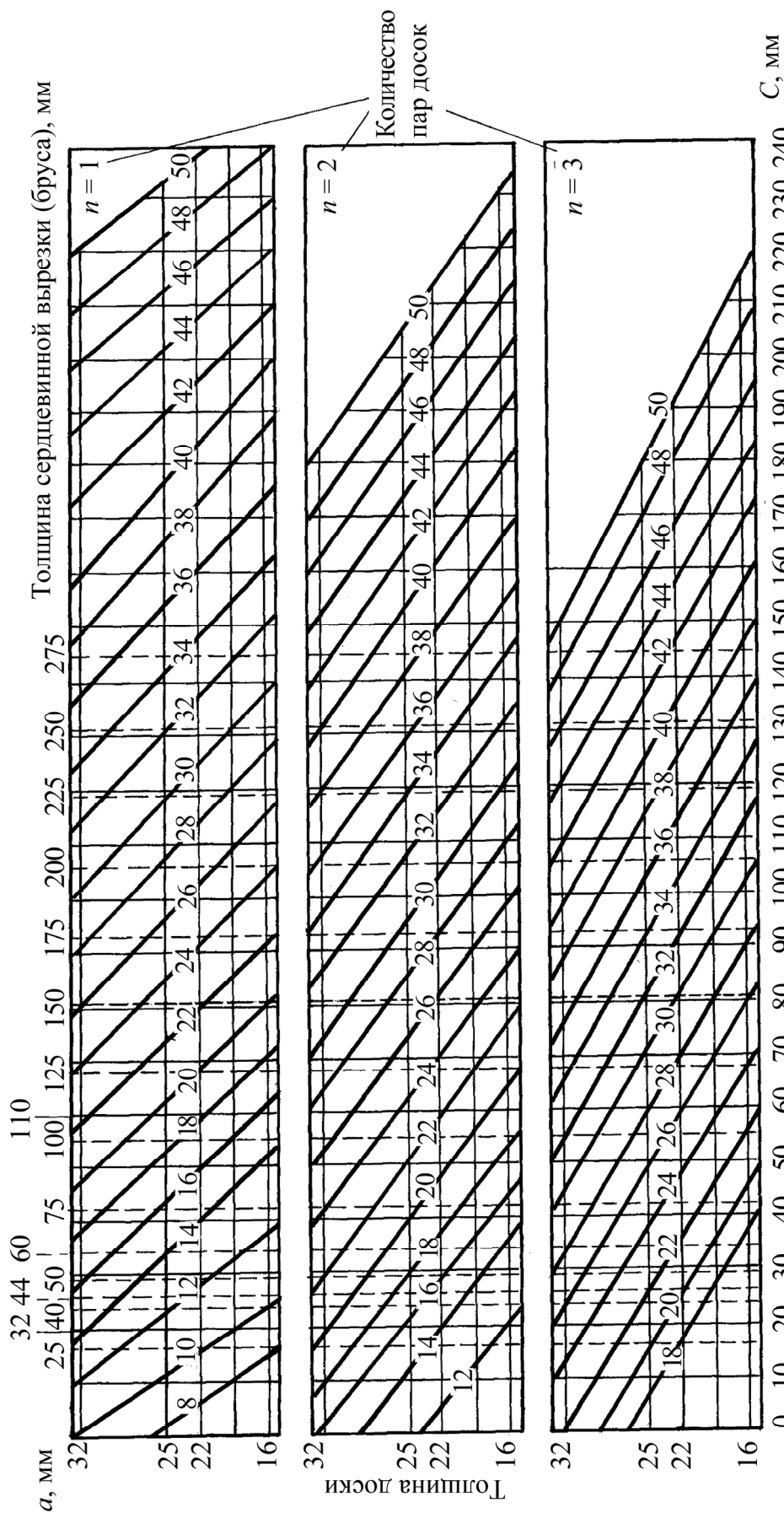


Рис. П2. Графики для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна по Н. А. Батину

Таблица ПЗ

Значение  $E_{кр}$  и  $E_{кр(н/о)}$  при распиловке бревен

Диаметр бревна, см	Обрезные пиломатериалы, $E_{кр}$ при длине бревна, м							Необрезные хвойные пиломатериалы, $E_{кр(н/о)}$ , мм
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
8	75	67	63	63	59	57	53	–
9	85	78	76	72	70	67	65	–
10	95	91	87	84	81	79	73	–
11	103	99	96	92	89	85	81	–
12	113	109	105	101	98	95	93	–
13	121	119	113	110	107	104	101	–
14	131	126	124	120	117	114	113	130
16	148	145	142	140	137	135	132	151
18	168	163	160	158	156	154	154	172
20	186	182	179	178	177	177	171	193
22	204	200	201	196	197	193	190	214
24	220	220	217	216	214	213	211	234
26	238	236	237	232	233	229	226	255
28	252	254	252	250	249	248	247	275
30	272	274	269	270	267	264	265	295
32	293	290	288	287	287	282	282	316
34	309	307	304	306	304	302	300	336
36	326	326	326	326	323	320	320	356
38	351	347	345	344	343	339	335	376
40	371	368	365	363	361	359	355	396
42	392	386	382	383	380	375	376	417
44	408	405	401	401	398	395	390	–
46	426	422	421	417	416	413	411	–

Таблица П4

## Значения сбега бревен, см/м

Диаметр бревна, см	Длина бревна						
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	2	3	4	5	6	7	8
10	0,33	0,41	0,49	0,53	0,54	0,54	0,60
11	0,42	0,47	0,53	0,59	0,59	0,63	0,65
12	0,45	0,48	0,57	0,62	0,64	0,64	0,63
13	0,53	1,51	0,62	0,65	0,68	0,67	0,67
14	0,55	0,60	0,60	0,65	0,67	0,68	0,65
16	0,72	0,67	0,70	0,68	0,69	0,67	0,68

Окончание табл. П4

1	2	3	4	5	6	7	8
18	0,72	0,74	0,75	0,74	0,74	0,72	0,67
20	0,85	0,79	0,82	0,77	0,71	0,67	0,75
22	0,96	0,87	0,77	0,84	0,72	0,76	0,77
24	1,17	0,90	0,88	0,85	0,82	0,79	0,75
26	1,30	1,06	0,92	0,98	0,86	0,88	0,89
28	1,64	1,15	1,09	1,03	0,98	0,93	0,88
30	1,65	1,16	1,19	1,04	1,04	1,03	0,92
32	1,59	1,34	1,23	1,14	1,06	1,08	1,00
34	1,83	1,44	1,38	1,19	1,14	1,09	1,05
36	1,98	1,49	1,32	1,19	1,18	1,16	1,06
38	1,73	1,48	1,37	1,27	1,19	1,19	1,17
40	1,76	1,44	1,38	1,31	1,25	1,19	1,19
42	1,73	1,52	1,48	1,32	1,28	1,30	1,18

Таблица П5

## Значения коэффициента сбега

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м						
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
10	1,10	1,16	1,22	1,26	1,30	1,33	1,39
11	1,12	1,17	1,22	1,27	1,30	1,34	1,38
12	1,11	1,16	1,21	1,26	1,29	1,32	1,34
13	1,12	1,16	1,22	1,25	1,29	1,31	1,33
14	1,12	1,17	1,19	1,23	1,26	1,29	1,30
16	1,13	1,17	1,20	1,21	1,24	1,25	1,28
18	1,12	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24
20	1,13	1,16	1,19	1,19	1,20	1,20	1,24
22	1,13	1,16	1,16	1,19	1,18	1,21	1,23
24	1,15	1,15	1,17	1,18	1,19	1,20	1,20
26	1,15	1,16	1,16	1,19	1,18	1,20	1,22
28	1,18	1,16	1,18	1,18	1,19	1,20	1,20
30	1,17	1,16	1,18	1,17	1,19	1,21	1,20
32	1,15	1,17	1,17	1,18	1,18	1,20	1,20
34	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,20
36	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,19	1,19
38	1,14	1,16	1,16	1,17	1,17	1,19	1,20
40	1,13	1,14	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19
42	1,12	1,14	1,16	1,16	1,17	1,19	1,18

Таблица П6

**Оптимальное количество досок в поставе при распиловке бревен**

Диаметр бревна, см	Распиловка вразвал	Распиловка с брусочкой при толщине бруса, мм							
		100	125	150	175	200	225	250	275
14	5–6	1(1)	–	–	–	–	–	–	–
16	5–6	1(1)	–	–	–	–	–	–	–
18	5–6–7	1–2(1)	1(1)	–	–	–	–	–	–
20	5–6–7	2(1)	1–2(1)	1(1–2)	–	–	–	–	–
22	6–7	2–3(1)	2(1)	1–2(1–2)	–	–	–	–	–
24	6–7	–	2–3(1)	2(1–2)	1–2(2)	–	–	–	–
26	7–8	–	2–3(1)	2(1–2)	2(2)	–	–	–	–
28	8–9	–	–	2–3(1)	2–3(2)	–	–	–	–
30	8–9–10	–	–	3(1)	2–3(1–2)	2(2)	1–2(2)	–	–
32	9–10	–	–	–	2–3(1–2)	2–3(2)	2(2)	–	–
34	9–10	–	–	–	3(1–2)	2–3(2)	2(2)	2(2–3)	1(3)
36	9–11	–	–	–	3–4(1–2)	3(2)	2–3(2)	2(2–3)	2(2–3)
38	11	–	–	–	3–4(1–2)	3–4(2)	3(2)	2–3(2–3)	2(2–3)
40	–	–	–	–	–	3–4(2)	3–4(2)	3(2)	2–3(2–3)
42	–	–	–	–	–	–	3–4(2)	3(2)	2–3(2–3)

*Примечание.* Цифры без скобок показывают количество досок за брусом с каждой стороны в первом проходе, а цифры в скобках – количество досок с каждой стороны за пределами пласти бруса при втором проходе.

Таблица П7

**Значение толщины сердцевинных вырезок (по К. А. Басанцеву)**

Диаметр бревен, см	Допустимая наименьшая толщина досок, мм		Диаметр бревен, см	Допустимая наименьшая толщина досок, мм	
	центральных	сердцевинных		центральных	сердцевинных
14–16	16	30	32–34	40	50
18–20	19	35	36–40	Не выпиливать	40–50
22–24	25	40	42–44	Не выпиливать	45–60
26–30	35	45	–	–	–

Таблица П8

## Техническая характеристика лесопильных рам

Параметры	Двухэтажные лесопильные рамы				Одноэтажные лесопильные рамы			
	2P75-1A	2P75-2A	2P50-12	2P50-22	P63-4B	P63-8	PK63-2	PT-40
Ширина просвета пильной рамки, мм	750	750	500	500	630	630	630	400
Величина хода пильной рамки, мм	600	600	600	600	400	400	400	250
Частота вращения колчатого вала, мин <sup>-1</sup>	325	325	360	360	285	285	285	480
Длина бревен, м	3,0–7,5	3,0–7,5	3,0–7,5	3,0–7,5	3,0–7,5	3,0–7,5	1–4	0,8–4,0
Наибольший диаметр бревен, см	52,0	–	28,0	–	38,0	38,0	38,0	–
Наибольшая толщина бруса, см	–	40,0	–	24,0	–	–	–	40–120
Наименьшая толщина доски, мм	19	19	19	19	13	13	16	6
Подача бревна (бруса) за один оборот вала, мм	5–80	5–80	5–80	5–80	35	35	40	2–21
Наибольшее количество пил в поставе, шт.	12	14	10	12	12	12	12	18
Общая мощность двигателей, кВт	128,7	121,1	105,7	98,1	52,4	52,4	52,4	41,4
Габаритные размеры лесорамы, мм:								
длина	3595	3595	2980	2480	4232	4355	4232	1580
ширина	2920	2920	2300	2380	2615	2482	2615	1520
высота	5790	5440	5550	5400	3000	3344	3575	2095
Масса, т	18,0	17,6	12,4	11,9	6,0	5,8	6,7	3,9

Таблица П9

**Расчетные технические посылки, мм, при распиловке бревен вразвал или с брусочкой при выпилке двух брусьев на двухэтажных лесопильных рамах при  $H = 600$  мм (порода – сосна, ель, пихта)**

Диаметр бревна, см	Количество пил (пропилы)					
	до 8	до 8	9	10	11	12
	2P50	2P75				
1	2	3	4	5	6	7
14	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	40,0
16	40,0	40,0	40,0	40,0	38,0	35,0
18	37,0	37,0	37,0	37,0	32,0	29,0



Окончание табл. П9

1	2	3	4	5	6	7
20	34,0	34,0	34,0	34,0	30,0	27,0
22	31,0	31,0	31,0	29,0	26,0	24,0
24	29,0	29,0	28,0	26,0	22,0	20,0
26	27,0	27,0	27,0	23,5	21,0	19,0
28	25,0	25,0	23,0	21,0	19,0	17,0
30	23,0	23,0	21,0	18,5	16,5	14,5
32	21,5	21,5	19,5	16,5	14,5	13,0
34	–	20,5	19,0	16,0	14,0	12,5
36	–	19,5	16,5	15,2	13,5	12,2
38	–	18,5	16,0	14,0	12,5	11,0
40	–	17,0	15,0	13,0	11,5	10,3
42	–	15,7	13,7	12,0	10,5	9,5
44	–	14,6	12,8	11,2	10,2	8,8
46	–	13,6	12,0	10,5	9,2	8,2

Таблица П10

**Расчетные технические посылки, мм, при распиловке бревен с брусковой при выпиловке одного бруса на двухэтажных лесопильных рамах при  $H = 600$  мм (порода – сосна, ель, пихта)**

Диаметр бревна, см	Количество пил (пропилов)				
	до 8	до 6	8	10	12
	2P50	2P75			
14	45,0	45,0	45,0	–	–
16	45,0	45,0	45,0	–	–
18	43,0	43,0	43,0	43,0	–
20	42,0	42,0	42,0	42,0	–
22	39,0	39,0	39,0	39,0	–
24	36,0	36,0	36,0	35,0	–
26	34,0	34,0	34,0	32,0	–
28	33,0	32,0	32,0	29,0	–
30	30,0	30,0	30,0	27,0	–
32	27,5	27,5	27,5	24,5	19,5
34	26,5	26,5	26,5	22,0	17,0
36	–	26,0	25,0	19,5	15,0
38	–	25,0	24,0	18,5	14,5
40	–	23,0	22,5	17,0	13,2
42	–	21,5	20,5	15,0	11,5
44	–	20,0	19,0	14,0	10,8
46	–	19,0	17,5	13,0	10,0

Таблица П11

**Расчетные технические посылки, мм, при распиловке брусьев  
на двухэтажных лесопильных рамах при  $H = 600$  мм  
(порода – сосна, ель, пихта)**

Толщина бруса, см	Количество пил (пропилов)					
	до 9	10	до 9	10	11	12
	2P50			2P75		
10	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	–
12	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	–
14	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	–
16	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	–
18	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0
20	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0
22	35,0	34,0	35,0	34,0	35,0	34,0
24	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
26	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	26,0
28	28,0	25,0	28,0	28,0	28,0	22,0
30	26,0	23,0	26,0	26,0	25,0	20,0
32	–	–	24,0	243,0	23,0	19,0

*Примечание.* В табл. П9–П11 при распиловке бревен других пород величина посылки принимается как для сосны и умножается на поправочный коэффициент: для осины – 1,0; ольхи – 0,95; березы – 0,85; бука – 0,7; дуба и ясеня – 0,65.

Таблица П12

**Расчетные технические посылки при распиловке бревен  
хвойных пород на одноэтажных лесопильных рамах Р63-4Б, Р63-8**

**а) распиловка вразвал**

Диаметр бревна в вершине $d$ , мм	Величина посылки, мм/об., при числе пил в поставе, шт.						
	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8
100	22	20	–	–	–	–	–
120	19	18	15	–	–	–	–
140	16	15	13	12	–	–	–
160	14	13	11	10	10	–	–
180	12	12	9	8	8	8	–
200	10	10	8	8	8	8	7
220	9	8	7	7	7	7	6
240	9	8	7	7	7	7	6
260	8	7	7	7	7	7	6
280	8	7	7	6	6	6	5
300	7	6	6	6	6	5	5
320	7	6	6	6	5	5	5
340	6	6	6	5	5	5	5
360	6	6	6	5	5	4	4
380	6	6	5	5	4	4	4

Продолжение табл. П12

**б) распиловка с брусочкой (I проход)**

Диаметр бревна в вершине $d$ , мм	Величина посылки при распиловке бревна, мм/об., при числе пил в поставе, шт.			
	6	8	10	12
100	21	–	–	–
120	20	19	–	–
140	18	16	–	–
160	16	14	12	–
180	14	12	10	–
200	12	10	8	7
220	10	9	8	7
240	9	8	7	6
260	9	8	7	6
280	8	7	6	5
300	8	7	6	5
320	7	6	6	5
340	7	6	5	4
360	6	5	5	4
380	6	5	5	4

**в) распиловка с брусочкой (II проход)**

Толщина бруса $a$ , мм	Величина посылки при распиловке бруса, мм/об., при числе пил в поставе, шт.						
	6	7	8	9	10	11	12
80	24	22	20	18	14	11	12
100	22	20	18	16	13	11	12
125	20	17	16	14	12	10	11
150	16	14	13	11	10	9	9
175	12	11	10	9	8	7	8
200	11	10	9	8	8	6	7
225	9	8	7	7	7	6	6
250	9	8	7	6	6	5	5
275	8	7	6	6	5	4	4
300	8	7	6	6	5	4	4

*Примечание.* Посылки приняты для расчета производительности лесопильных рам при выполнении курсовых и дипломных проектов. Их значения определены по результатам наблюдений и замеров в период практики студентов.

Таблица П13

**Коэффициент использования лесопильного потока  
на базе двухэтажных лесопильных рам**

Продолжи- тельность распиловки бревна, с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Распиловка вразвал										
10	0,671	0,691	0,710	0,726	0,740	0,753	0,765	0,776	0,786	0,795
20	0,803	0,810	0,818	0,824	0,830	0,836	0,841	0,846	0,851	0,855
30	0,859	0,863	0,867	0,870	0,874	0,877	0,880	0,883	0,886	0,888
40	0,891	0,893	0,895	0,898	0,900	0,902	0,904	0,905	0,907	0,909
50	0,911	0,912	0,914	0,915	0,917	0,918	0,919	0,921	0,922	0,923
60	0,924	0,926	0,927	0,928	0,929	0,930	0,931	0,932	0,933	0,934
70	0,934	0,935	0,936	0,937	0,938	0,939	0,939	0,940	0,941	0,942
80	0,942	0,943	0,944	0,944	0,945	0,945	0,946	0,947	0,947	0,948
Распиловка с брусковой										
<i>d</i> = 12–16 см; количество брусьев в накопителе – 5										
10	0,592	0,616	0,638	0,657	0,675	0,691	0,706	0,719	0,732	0,743
20	0,754	0,764	0,773	0,781	0,789	0,796	0,803	0,810	0,816	0,822
<i>d</i> = 18–22 см; количество брусьев в накопителе – 4										
10	0,588	0,612	0,634	0,653	0,671	0,687	0,702	0,715	0,728	0,739
20	0,750	0,759	0,769	0,777	0,785	0,793	0,800	0,805	0,812	0,818
30	0,823	0,829	0,834	0,838	0,843	0,847	0,851	0,855	0,858	0,862
<i>d</i> = 24–30 см; количество брусьев в накопителе – 3										
10	0,584	0,608	0,629	0,649	0,666	0,682	0,697	0,710	0,723	0,734
20	0,745	0,755	0,764	0,772	0,780	0,780	0,795	0,802	0,808	0,814
30	0,819	0,824	0,829	0,834	0,839	0,843	0,847	0,851	0,855	0,858
40	0,861	0,865	0,868	0,871	0,874	0,876	0,879	0,881	0,884	0,886
<i>d</i> = 32–38 см; количество брусьев в накопителе – 2										
30	0,814	0,819	0,824	0,829	0,833	0,838	0,842	0,846	0,849	0,853
40	0,856	0,860	0,893	0,866	0,869	0,871	0,874	0,877	0,879	0,882
50	0,884	0,886	0,888	0,890	0,892	0,894	0,896	0,898	0,900	0,901
60	0,903	0,905	0,906	0,908	0,909	0,910	0,912	0,913	0,914	0,916
70	0,917	0,918	0,919	0,920	0,922	0,923	0,924	0,925	0,926	0,927
80	0,928	0,928	0,929	0,930	0,931	0,932	0,933	0,934	0,934	0,935
<i>d</i> = 40 см и более; количество брусьев в накопителе – 1										
40	0,850	0,853	0,856	0,859	0,862	0,865	0,868	0,870	0,873	0,875
50	0,878	0,880	0,882	0,884	0,886	0,888	0,890	0,892	0,894	0,895
60	0,897	0,899	0,900	0,902	0,903	0,905	0,906	0,908	0,909	0,910
70	0,911	0,913	0,914	0,915	0,916	0,917	0,918	0,919	0,920	0,921
80	0,922	0,923	0,924	0,925	0,926	0,927	0,928	0,929	0,930	0,930
90	0,931	0,932	0,933	0,933	0,934	0,935	0,936	0,936	0,937	0,938
100	0,938	0,939	0,940	0,940	0,941	0,941	0,942	0,942	0,943	0,944
110	0,944	0,945	0,945	0,946	0,946	0,947	0,947	0,948	0,948	0,949

Таблица П14

**Технические характеристики круглопильных станков  
для распиловки бревен**

Показатели	4BS-360	Витязь 2×630	УСК-1-1 (КАРА, ZRB-120)	ZRD-12	Ц-32	UDKTU/4/8/12	Krafter 2.0
Длина бревна, м: наибольшая	6	6	6	6,5	4	6	2
наименьшая	1	2	2	2	1	2	6,5
Диаметр бревна, см: наименьший	10	15	10	10	10	15	12
наибольший	42	46	40	35	32	40	46
Толщина досок, мм	25	–	16	16	–	–	
Толщина бруса, мм: наименьшая	80	–	–	–	60	–	
наибольшая	250	–	300	–	200	–	
Количество пил, шт.	4 или 8	4,8,12	1	2 вала по 6 пил	4	4	2×8
Диаметр нижней пи- лы, мм	560	630	700– 1000	500	900	600	500
Диаметр верхней пи- лы, мм	560	–	–	500	–	–	650
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup>	2500	3000	1056	2650	1500	–	1450
Скорость подачи, м/мин	6–30	6–30	0–60	0–40	6–20	0–60	5–40
Мощность, кВт	92	2×37	38,62	117,5	52	40	2×55
Масса, кг	3200	4500	4000	2800	1750	16 000	10 600
Габариты станка, м: длина	8,0	8,36	18,04	2,4	6,0	18,0	12,8
ширина	1,55	1,7	2,85	2,0	1,5	4,0	3,6
высота	1,65	2,2	1,75	1,9	1,6	2,7	2,25
Производитель	Россия	Россия	Воло- годский СЗ	Silmet	Ки- верцы- лесмаш	Турция	Россия

Таблица П15а

**Технические характеристики многопильных станков для распиловки брусьев (толщина бруса – до 160 мм)**

Показатели	VC-700	Ц8Д-11	Ц8Д-130	ЦМ-150К	ДК-120	ДК-150	ЦРМ-150
Размеры брусьев, мм:							
ширина	700	13-480	13-512	10-450	до 460	до 460	–
толщина	150	60-130	32-130	20-150	10-120	40-150	150
длина	1500	1000-7000	2000-6500	Не менее 840	Не менее 800	Не менее 800	Не менее 900
Количество пил, шт.	–	8	8	7	7	5	До 10
Диаметр пил, мм	400	430-450	450	500	500	500	–
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup>	–	1820	1820	1500	1950	1950	–
Просвет станка, мм	–	630	630	–	–	–	430
Наибольшее расстояние между крайними пилами, мм	–	480	512	–	220	220	–
Скорость подачи, м/мин	0-20	5,7; 8,4; 11,4; 16,8	4,6; 8; 12; 16; 25	6; 10; 15; 20	4,5; 1; 2; 16; 20	4,5; 1; 2; 16; 20	6-20
Мощность, кВт	55	49,5	57,3	46,5	30,75	30,75	56
Габариты станка, мм:							
длина	2050	3100	2560	2050	1800	1800	2500
ширина	1800	2190	2660	1300	1300	1300	1300
высота	1650	1370	1575	1750	1600	1600	1400
Масса, кг	4500	3580	3450	2000	1750	1750	2700
Производитель	Mebor	Вологодский СЗ	Вологодский СЗ	Даниловский СЗ	Даниловский СЗ	Даниловский СЗ	Киверцылесмаш

Таблица П15б

**Технические характеристики многопильных станков для распиловки брусьев (толщина бруса – свыше 160 мм)**

Показатели	Ц8Д8-М	Ц8Д10	Вектор 1/200	ЦМР-4М (Н)	ЦМР-200	Krafter М-110	Krafter М/Double
Размеры брусьев, мм:							
ширина	550	19–420	500–650	10–250	–	750	750
толщина	180	200	50–200	25–145 (50–160)	15–200	210	260
длина	500– 7500	1700– 7000	1000– 6500	Не ме- нее 450	Не ме- нее 1000	2000– 6500	2000– 6500
Количество пил, шт.	8	8	2	10	10	14	2×12
Диаметр пил, мм	560	400–500	630	250–400	400–630	575	400
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup>	1500	1826	2100	2500	2800	1450	2600
Наибольшее рассто- яние между край- ними пилами, мм	500	380	–	–	430	750	750
Скорость подачи, м/мин	10– 80	3; 4; 5; 12; 16; 24	10–30	6–60	6–20	5–30	0–30
Мощность, кВт	116	49,7	75	60	110	110	2×75
Габариты станка, мм:							
длина	3500	2980	2950	2450	2700	2970	2290
ширина	3465	2525	1400	2520	1500	1820	2630
высота	1414	1777	1800	1815	1700	2150	1900
Масса, кг	5900	5260	2500	5070 (4800)	3400	4400	5000
Производитель	Ками СА	Воло- год- ский СЗ	Россия	Ново- зыбков- ский СЗ	Ки- верцы- лесмаш	Рос- сия	Рос- сия

Таблица П16

## Технические характеристики ленточнопильных станков

Показатели	Bongioanni Tandem SNT 1400	LT40HDG	HG7	MiniProfi 800	ЛЛК-1	2ЛЛК130-1	ЛЛК-2	ЛГР50-1	HTZ 1200
Количество пильных механизмов, шт.	2	1	1	1	1	2	2	1	2
Размеры бревен, мм:									
наибольший диаметр	1100	900	900	1000	10–60	500	600	500	1000
наибольшая длина	6500	6 400	4 500	6 100	6 500	6 500	6 500	6 000	5000
наименьшая длина	3000	120	–	–	3 000	1 000	1 500	1 250	120
Ширина пропила, мм	2,0	2,0	1,8–2,2	2,2–3,0	2,0	2,0	2,0	1,5–2,0	–
Средняя производительность, м <sup>3</sup> /ч	–	1	1,5	2,5	–	–	6	1	2,0–5,0
Скорость резания пилы, м/с	42–52	29,5	35	35	37	42	37	30	35
Скорость подачи, м/мин	До 180	14,6	До 58	До 75	До 60	0–80	0–80	Ручная	0–40
Мощность, кВт	132	17,9	18	21	39	108	–	5,5	45
Габариты станка, мм:									
длина	–	8500	6000	7700	13500	20400	17180	7540	7350
ширина	–	2000	2370	2470	2300	5550	3510	1640	3200
высота	–	2300	2500	3100	2850	3465	3110	1900	2210
Масса станка, кг	15000	1365	2000	2500	4100	16 500	9900	300	4600
Производитель	Италия	Woodmizer США	Pezzo- lato Италия	Pezzo- lato Италия	Дани- лов- ский СЗ	Дани- лов- ский СЗ	Дани- лов- ский СЗ	Дани- лов- ский СЗ	Mebor



Таблица П17

## Технические характеристики фрезерно-пильных линий

Показатели	ЛАПБ-2М	ФБС 750М	ФБЛ-16М	GiGa 02В	HewSaw R200	HewSaw R250/260
Диаметр бревна, мм: в вершине	100–180	100–180	60–160	120–360	80–280	80–380
в комле	280	260	240	–	350	500
Длина бревна, м	3,0–6,5	3,0–6,5	2–4	2–6	2,5–6,3	3–6
Максимальное количество выпиливаемых досок, шт.	4	–	–	–	–	4
Максимальное количе- ство пил в поставе, шт.	5	–	–	–	–	–
Максимальная высота пропила, мм	155	–	–	250	–	–
Диаметр пилы, мм	630	–	–	300–400	–	–
Толщина пилы, мм	2,8–3,0	–	–	–	3,2–4,6	3,2–4,6
Толщина выпиливаемо- го бруса, мм	–	–	75–125	80–250	60–240	–
Количество фрезерных головок, шт.	–	2	–	2	–	–
Скорость подачи бревна, м/мин	60	50	18; 24; 36	20–60	70–200	70–180
Мощность, кВт	462	120	70	520	–	75
Габариты станка, м: длина	35	3,3	10,4	28,05	–	18,0
ширина	5,44	3,3	2	10,5	–	2,5
высота	2,37	2,5	–	3,4	–	3,0
Масса станка, кг	52 500	10 500	4500	–	–	11 000
Пропускная способность, шт./мин	7,5	9	–	–	–	–
Производитель	Воло- годский СЗ	Красно- флот- ский МБЗ	Красно- флот- ский МБЗ	А. Costa, Италия	Финлян- дия	Финлян- дия

Таблица П18

**Характеристики торцовочных станков**

Показатели	ЦКБ 40-1	YFS-30	ЦКБ 63-1	ЦТ-450
Наибольшие размеры пропила, мм:				
высота	100	100	100	100
ширина	400	610	620	500
Диаметр пилы, мм	500	750	620	450
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup>	1440	1500	1440	3000
Наибольшее количество двойных ходов пилы, мин <sup>-1</sup>	45	45	45–50	–
Установленная мощность, кВт	10	11	10	3
Габариты, м:				
длина	1,2	1,27	1,18	6,3
ширина	1,23	1,27	1,14	5,0
высота	1,08	1,44	1,16	1,6
Масса, т	1,0	0,58	0,92	1,5

Таблица П19

**Технические характеристики обрезающих станков**

Показатели	Krafter E/Speed	Ц2Д-1Ф	Ц2Д-У	Ц2Д-8	Ц2Д-7А
Размеры распиливаемого материала, мм:					
ширина	400	75–300	75–250	60–300	60–500
толщина	110	13–32	13–80	13–60 (100)	13–60 (100)
длина	2500	1850– 7500	1500– 7500	1500– 7500	1500– 7500
Количество пил, шт.	2	2	2	2	2 (3)
Диаметр пилы, мм	370	450	250; 315	400	400–500
Диаметр фрезы, мм	–	563	–	–	–
Частота вращения пильного вала, мин <sup>-1</sup>	–	1630	2850	3000	2400
Просвет станка, мм	–	630	630	710	800
Скорость подачи, м/мин	50; 60; 70	147	17; 30	60; 80; 90; 100; 110; 120; 150	60; 80; 90; 100; 110; 120; 150
Общая установленная мощность, кВт	37	87,2	11	38 (53)	38 (53)
Габариты станка, мм:					
длина	2100	2520	1560	2200	2650
ширина	1800	2620	1570	1600	2050
высота	1500	1290	1290	1310	1250
Масса, кг	1800	4420	1180	3660 (3800)	4250

Таблица П20

## Технические характеристики рубительных машин

Показатели	MP2-20 (MP2-20H)	MPГ-20Б-1	MPH-40-1	MP3-40H	MP3-50H
Производительность, пл. м <sup>3</sup> /ч	20	20–25	40	40	50
Длина щепы, мм	15–25	17–22	15–25	15–25	15–25
Размеры поперечного сечения загрузочного патрона, мм	250×400	220	440	430×550	430×550
Размеры горбылей, мм:					
поперечное сечение	90×350	50×400	60–400	100×420	100×420
минимальная длина	–	1000	–	–	–
максимальная длина	–	6000	–	–	–
Мощность электродвигателя, кВт	75	75	160	132	160
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	600	750	600	600	600
Скорость конвейера, м/с	–	2,5–2,6	–	–	–
Габаритные размеры, мм:					
длина	2830	2520	–	–	–
ширина	1640	1720	–	–	–
высота	1505	1490	–	–	–
Масса, кг	6060 (5670)	6200	10 550	8710	8930

Таблица П21

## Технические характеристики сортировочных установок для щепы

Показатели	СЦ-70	СЦ-140	СЦ-200
Производительность в насыпном объеме, м <sup>3</sup> /ч	70	140	200
Количество сит, шт.	2	2	3
Угол наклона сит, град	5	5	5
Площадь рабочей поверхности сит, м <sup>2</sup> :			
верхнего	2	4	5,6
среднего	–	–	5,6
нижнего	2	4	5,6
Частота колебаний ситовой коробки, с <sup>-1</sup>	3	3	3
Установленная мощность, кВт	2,2	3	5,5
Габариты, мм:			
длина	3050	3060	3300
ширина	2600	3600	4580
высота	2856	2896	3350
Масса, кг	1900	2700	3400

Таблица П22

**Технические характеристики продольных цепных конвейеров**

Показатели	БА-40	БА-60	БА-100
Размеры бревен: наибольший диаметр, см длина, м	40 3,0–7,5	60 3,0–7,5	100 3,0–7,5
Наибольший угол наклона к горизонту, град	22	22	22
Скорость движения цепей, м/с	0,8	0,8	0,3
Установленная мощность, кВт	10	17	13
Габариты, м	51,78×1,82×1,35	61,85×1,9×1,35	62,09×2,15×1,35
Масса, кг	3850	3950	4800

Таблица П23

**Технические характеристики поперечных цепных конвейеров**

Показатели	ТЦП-5	ТЦП-10	ТЦП-20	ТЦП-40
Скорость движения цепей, м/с	0,3; 0,5	0,3; 0,5	0,3; 0,5; 0,8	0,3
Установленная мощность, кВт	3; 4	3; 5,5	4; 7,5	5,5
Габариты, мм:				
длина	6100	11 100	21 100	41 100
ширина	7000	7000	7000	7000
высота	1060	1060	1060	1060
Масса, кг	1200	1600	2400	4100

Таблица П24

**Технические характеристики ленточных конвейеров**

Показатели	КСЛ 4040-60	КСЛ 5040-60	КСЛ 5050-80	КСЛ 6540-60	КСЛ 6550-80
Ширина ленты, мм	400	500	500	650	650
Длина конвейера, м	25	32	50	45	50
Установленная мощность, кВт	1,0–4,5	1,7–10,0	1,7–10,0	2,8–10,0	4,5–20,0
Скорость ленты, м/с	0,6–2,0	0,6–2,0	0,6–2,0	0,6–2,0	0,6–2,0

Таблица П25

## Технические характеристики сортировочных установок для досок

Цепные конвейеры						
Показатели	ТСП-3			ТСП-4		
Количество цепей, шт.	4			5		
Скорость цепей, м/с	0,2			0,2		
Расстояние между цепями, мм	1250; 2050			800; 1200; 1800		
Установленная мощность, кВт	3; 4			3; 5,5		
Габариты, м:						
длина	60			62		
ширина	5,9			5,88		
высота	По месту			0,953		
Масса, кг	6242			7500		
Автоматизированные сортировочные установки						
Показатели	ПСП-18 (24, 30, 36)	ЛТС-16	ЛСП-21	ЛССА-18Т	ЛТС-М	ЛСП-18Т
Количество накопителей	18 (24, 30, 36)	16	21	18	22	18
Скорость установки, м/с	0,21; 0,28; 0,42	–	–	–	–	–
Расстояние между упорами, м	0,84	–	–	–	–	–
Пропускная способность, досок/мин	–	40	60; 80	80	36	60
Размеры досок, м:						
длина	2–7	2,1–6,6	2,2–7,0	2,1–7,0	2,1–6,6	2,1–7,0
ширина	0,08– 0,28	0,075– 0,300	0,075– 0,275	0,075– 0,275	0,075– 0,280	0,075– 0,275
толщина	0,016– 0,100	0,016– 0,050	0,016– 0,075	0,016– 0,075	0,016– 0,050	0,019– 0,075
Установленная мощность, кВт	115	55	59,2	259	60	186,8
Масса, т	110	68	86,5	247	63	132

Таблица П26

## Технические характеристики кранов

Показатели	КБ-572А	ККЛ-8	ККЛ-12,5	ККС-12,5
Грузоподъемность, т	10; 6,3	8	12,5	12,5
Пролет (вылет стрелы), м	3–30; 3–35	40	32	32
Общая рабочая длина перемещения грузовой тележки, м	–	70	52	45
Высота подъема крюка, м	13,5	16	14	12
Скорость, м/мин:				
подъема груза	20–40	20	16	8
движения тележки	25	63	57	38
движения крана	30	84	84	50
Установленная мощность, кВт	94,0	81,8	102	59
Масса, т	122	85	101	102

Таблица П27

## Технические характеристики лесовозов и лесопогрузчиков

Показатели	4049М	4008	Т-140М	Валмет		Амкодор 352 Л
				ТД- 78/96	ТД- 1206	
Грузоподъемность, т	5	10	7	7/9	12	5
Максимальная высота подъема вил, м	7	4,5	0,5	8	7,5	4,5
Длина вил, м	1,4	1,5	–	1,8	2,1	–
Скорость подъема и опускания груза, м/мин	12/10	5/6,5	6/6	13,2	20/21	–
Максимальная скорость движения погрузчика, км/ч	25	25	38	42	28	30
Размеры пакета, м	–	–	1,35×1,3×6,5	–	–	–
Габариты, м:						
длина	8,12	6,6	4,48	6,56	6,7	7,7
ширина	2,25	2,7	2,6	2,48	2,45	2,55
высота по грузоподъемнику	3,62	3,78	3,4	4,65	5,42	–
Мощность двигателя, кВт	51-К	81-К	51,5	85-Д	110-Д	132-Д
Масса, т	9	13,2	5,63	13	15,4	13,5

Таблица П28

## Технические характеристики сортировочных конвейеров для бревен

Показатели	Сортировочные устройства					
	Лес-Маш-Проект	РБ2-12	ЛСБ-15	ЛТ-86А	Krafter LLS	Неkotek
Размеры бревен:						
диаметр, см	8–70	10–60	12–55	8–110	10–60	80–60
длина, м	3,0–6,5	4–7	4–6,5	1,6–6,5	3,0–6,2	3,0–6,2
Количество сортировочных мест, шт.	24	12 + 2	16	13	Не менее 4	–
Скорость, м/с	1,0	1,6	1,8	0,8	2,0	2,6
Производительность, бревна/ч	357	700	640	400	–	1200
Установленная мощность, кВт	45,9	79	122	37	От 60	–
Масса, т	–	60,5	42	18	–	–

Таблица П29

## Технические характеристики окорочных станков

Показатели	ОК40-2	2ОК40-2	ОК63-2	2ОК63-2
Размеры бревна:				
диаметр, см	6–35	6–35	10–55	10–55
длина, м	1,5–6,5	2,5–6,5	2,7–7,5	2,7–7,5
Диаметр просвета ротора, мм	400	400	630	630
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	200; 270; 400	200; 270; 400	150; 200; 300	150; 200; 300
Количество короснимателей, шт.	6	6 + 6	6	6 + 6
Скорость подачи бревен, м/с	0,2; 0,23; 0,35; 0,6; 0,8; 1,2	0,2; 0,23; 0,35; 0,6; 0,8; 1,2	0,2; 0,26; 0,39; 0,49; 0,65; 1	0,2; 0,26; 0,39; 0,49; 0,65; 1
Длина рабочего контакта короснимателя, мм	40	40	50	50
Установленная мощность, кВт	36,6	51,1	40,1	65,1
Масса, т	6,5	8,5	9,4	12,5

Таблица П30

**Технические характеристики роликовых конвейеров**

Показатели	Для лесопильных рам				Навесные		Для кругло- пильных станков (распиловка бруса)	
	1-го ряда		2-го ряда					
	ПРД-63	ПРД-80	ПРД-63	ПРД-80	ПРДН-5	ПРДН-6	ВЦ8Д-8	РЦ8Д-8
Размеры досок (брусьев): длина, м ширина, мм толщина, мм	3,0–7,5 80–530 –	3,0–7,5 100–700 –	3,0–7,5 60–300 16–100	3,0–7,5 80–400 16–100	3,0–7,5 60–300 16–100	3,0–7,5 80–320 16–100	2,7–7,5 550 60–200	2,0–7,5 100–500 80–180
Размеры роликов, мм: диаметр длина	219 800– 1400	219 800– 1400	219 1120	219 1400	219 500	219 630	– –	– –
Расстояние между роликами, мм	1450	1450	1350	1350	1450	1450	–	–
Окружная скорость роликов, м/с	2,12	1,59	1,15	1,15	2,90	1,30	–	–
Установленная мощность, кВт	4,5	4,5	2,8	4,0	2,8	3,0	4,0	3,0
Габариты, мм: длина ширина высота	23 680 2460 1600	23 680 2930 1540	10 865 2490 725	10 865 3015 800	9930 1080 680	9995 1210 680	6400 2000 1400	10 420 2030 970
Масса, кг	4104	5224	2515	2835	1336	1470	2300	2500

Таблица П31

**Коэффициент плотности укладки пакета необрезных пиломатериалов**

Толщина доски, мм	Длина досок 2,0–6,5 м		Толщина доски, мм	Длина досок 2,0–6,5 м	
	Хвойные	Лиственные		Хвойные	Лиственные
13	–	0,49/0,54	35	–	0,58/0,64
16	0,59/0,64	0,50/0,56	40	0,65/0,71	0,60/0,67
17	–	0,52/0,58	45	0,66/0,72	0,62/0,69
19	0,60/0,65	–	50	0,67/0,73	0,64/0,71
22	0,60/0,65	0,53/0,59	55	–	0,66/0,73
25	0,61/0,66	0,54/0,60	60	0,70/0,75	0,68/0,75
28	–	0,55/0,61	65	–	0,70/0,78
32	0,63/0,68	–	70–100	0,75/0,79	0,74/0,82

*Примечание.* В числителе – для досок влажностью более 20%, в знаменателе – для досок влажностью 20% и менее. Коэффициент плотности укладки пакета необрезных пиломатериалов для досок всех пород длиной 1,0–1,75 м составляет 0,67/0,73.



---

## ЛИТЕРАТУРА

---

### Основная

1. Янушкевич, А. А. Технология лесопильного производства: учебник для вузов / А. А. Янушкевич. – Минск: БГТУ, 2010. – 330 с.
2. Янушкевич, А. А. Технология лесопильного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб.-метод. пособие / А. А. Янушкевич. – Минск: БГТУ, 2015. – 150 с.
3. Янушкевич, А. А. Технология лесопильного производства. Практикум: учеб. пособие / А. А. Янушкевич. – Минск: БГТУ, 2012. – 168 с.
4. Пастушени, В. И. Складские работы на лесопильных предприятиях: учеб.-метод. пособие / В. И. Пастушени. – Минск: БГТУ, 2011. – 170 с.

### Рекомендуемая

1. Батин, Н. А. Раскрой пиловочного сырья на пиломатериалы курса «Технология пиломатериалов»: учеб.-метод. пособие / Н. А. Батин. – Минск: БТИ им. С. М. Кирова, 1980. – 59 с.
2. Волынский, В. Н. Каталог деревообрабатывающего оборудования / В. Н. Волынский. – М.: АСУ – Импульс, 2003. – 378 с.
3. Инструкция по расчету производственной мощности лесопильного производства: утв. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР 22.01.86: текст по состоянию на 22.01.86. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1986. – 66 с.
4. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р. Е. Калитеевский. – СПб.: Профи-Информ, 2005. – 480 с.
5. Трофимов, С. П. Механический транспорт деревообрабатывающих предприятий: учеб. пособие / С. П. Трофимов. – Минск: БГТУ, 2005. – 94 с.
6. Янушкевич, А. А. Процессы раскря бревен на пиломатериалы курса «Технология ЛДП»: метод. пособие / А. А. Янушкевич, И. Н. Кухаренко. – Минск: БТИ им. С. М. Кирова, 1986. – 70 с.

7. Справочник по лесопилению / под ред. А. М. Копейкина. – М.: Экология, 1991. – 491 с.
8. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия: СТБ 1711-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 11 с.
9. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия: СТБ 1712-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 16 с.
10. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия: СТБ 1713-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 11 с.
11. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия: СТБ 1714-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 9 с.
12. Пиломатериалы. Доски необрезные. Методы определения объема: СТБ 1628-2006. – Введ. 01.11.2006. – Минск: Госстандарт, 2006. – 6 с.
13. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Сортировка по качеству. Часть 1. Дуб, ясень: СТБ 2315-1-2013. – Введ. 29.04.2013. – Минск: Госстандарт, 2013. – 8 с.
14. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Сортировка по качеству. Часть 2. Береза, осина, ольха: СТБ 2315-2-2013, изменение № 1. – Введ. 01.09.2019. – Минск: Госстандарт, 2019. – 5 с.
15. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Сортировка по качеству. Часть 1. Ель и пихта: СТБ 2316-1-2013. – Введ. 29.04.2013. – Минск: Госстандарт, 2013. – 8 с.
16. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Сортировка по качеству. Часть 2. Сосна: СТБ 2316-2-2013. – Введ. 29.04.2013. – Минск: Госстандарт, 2013. – 8 с.
17. Лесоматериалы круглые. Правила приемки, методы контроля, сортировка, маркировка и транспортирование: СТБ 2426-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Госстандарт, 2016. – 6 с.
18. Пиломатериалы. Правила приемки, методы контроля, сортировка, маркировка и транспортирование: СТБ 2427-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Госстандарт, 2016. – 10 с.
19. Лесоматериалы круглые и пиломатериалы. Определение объема партии пиломатериалов: СТБ 1312-2010. – Введ. 20.12.2010. – Минск: Госстандарт, 2011. – 9 с.

20. Лесоматериалы круглые и пиломатериалы. Методы измерения размеров. Часть 1. Пиломатериалы: СТБ EN 1309-1-2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт, 2012. – 12 с.

21. Лесоматериалы круглые. Методы измерения размеров и определение объема: СТБ 1667-2012. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Госстандарт, 2012. – 12 с.

22. Чубинский, А. Н. Методология проектирования технологических процессов лесопиления: учеб. пособие / А. Н. Чубинский, А. А. Тамби, А. Н. Шейнов. – СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 56 с.

23. Тамби, А. А. Технология лесопильного производства: учеб. пособие / А. А. Тамби, А. М. Артеменков. – Якутск: ЯГСХА, 2019. – 76 с.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
<b>1. РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И ПИЛОПРОДУКЦИИ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Характеристика пиломатериалов .....	5
1.2. Характеристика пиловочного сырья .....	10
Контрольные вопросы.....	15
Задачи .....	15
<b>2. ПЛАНИРОВАНИЕ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ .....</b>	<b>22</b>
2.1. Составление поставов на распиловку бревен вразвал и с брусочкой .....	22
2.2. Расчет поставов на распиловку бревен на обрезные доски ...	29
2.3. Расчет поставов на выпилровку необрезных досок.....	34
2.4. Составление плана раскроя бревен .....	39
2.5. Баланс древесины при распиловке бревен .....	42
2.6. Нормирование расхода сырья на пиломатериалы .....	48
Контрольные вопросы.....	49
Задачи .....	50
<b>3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ ...</b>	<b>55</b>
3.1. Лесопильные рамы .....	55
3.2. Круглопильные станки.....	61
3.3. Ленточнопильные станки.....	64
3.4. Фрезернопильное оборудование .....	66
3.5. Станки для торцовки и обрезки досок .....	70
3.6. Оборудование для переработки отходов .....	72
3.7. Транспортное оборудование.....	73
3.8. Сортировочные установки для пиломатериалов .....	76
3.9. Техничко-экономические показатели лесопильного цеха .....	78
Контрольные вопросы.....	81
Задачи .....	83
<b>4. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ СКЛАДОВ СЫРЬЯ И СКЛАДОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>93</b>
4.1. Грузоподъемное и транспортное оборудование .....	93
4.2. Оборудование для сортировки бревен.....	96

---

4.3. Окорочные станки .....	98
Контрольные вопросы.....	100
Задачи .....	101
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ .....	110
Контрольные вопросы.....	118
Задачи .....	119
6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СКЛАДОВ ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ И СКЛАДОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ .....	139
6.1. Склады пиловочного сырья .....	139
6.2. Склады пиломатериалов .....	142
Контрольные вопросы.....	144
Задачи .....	145
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	152
ЛИТЕРАТУРА.....	177

Учебное издание

**Янушкевич Антон Антонович  
Веретиков Игорь Иванович**

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.  
ПРАКТИКУМ**

*Издание второе, переработанное и дополненное*

Учебное пособие

Редактор *О. П. Приходько*  
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*  
Дизайн обложки *П. П. Падалец*  
Корректор *О. П. Приходько*

Подписано в печать 12.12.2022. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать ризографическая.  
Усл. печ. л. 10,6. Уч.-изд. л. 11,0.  
Тираж 160 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014.  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.