

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Янушкевич

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»,
«Профессиональное обучение (деревообработка)»*

Минск 2012

УДК 674.093(075.8)
ББК 37.132я73
Я65

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра «Металлические и деревянные конструкции» БНТУ
(кандидат технических наук, доцент *А. В. Оковитый*);
кандидат технических наук, генеральный директор
ОАО «Могилевдрев» *А. М. Усов*

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», «Профессиональное обучение (деревообработка)» / А. А. Янушкевич. – Минск : БГТУ, 2012. – 168 с.
ISBN 978-985-530-150-0.

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 решения задач.

УДК 674.093(075.8)
ББК 37.132я73

ISBN 978-985-530-150-0

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2012
© Янушкевич А. А., 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Технология лесопильного производства» – одна из основных технологических дисциплин специальности «Технология деревообрабатывающих производств». Студенты специальностей «Машины и оборудование лесного комплекса» и «Профессиональное обучение (деревообработка)» осваивают технологию лесопильного производства при изучении комплексной дисциплины «Технология деревообработки».

В соответствии с учебной программой студенты изучают характеристику продукции и сырья 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 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 пособии 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 издание включены необходимые справочные материалы.

При написании книги использовался многолетний опыт преподавания дисциплины автором и сотрудниками кафедры.

Автором в 2004 г. было издано учебное пособие на белорусском языке «Тэхналогія лесапільна-дрэваапрацоўчых вытворчасцей. Практыкум».

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 (фрезерно-пильные 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.

Автор выражает благодарность заведующему кафедрой технологии деревообрабатывающих производств доценту Снопкову В. Б., сотрудникам кафедры доценту Пастушени В. И., ассистенту Рапинчуку Д. Л., инженеру Куис Л. И., аспиранту Жуковской Е. А. за большую помощь в подготовке оригинала авторского учебного пособия, а также студентам Кочегаровой Елене, Анисимову Александру, Барану Денису, Бернацкой Юлии, Вислаусу Виталию, Ведерникову Антону, Волчковичу Александру, Воронович Веронике, Каранкевичу Павлу, Качан Веронике, Колончук Екатерине, Комар Веронике, Корольковой Светлане, Котьяк Снежане, Панцерному Кириллу, Русаковой Анастасии, Скроцкому Алексею, Тавстыко Дмитрию, Турец Ирине, Чернявскому Евгению, оказавшим помощь в оформлении материалов пособия.

Автор благодарен рецензентам А. В. Оковитому и А. М. Усову за большой труд и полезные советы, которые содействовали улучшению качества учебного пособия.

1. РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

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 и методику составления и расчета поставов.

1.1. Пиломатериалы

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 – (± 1) мм; от 40 до 100 мм – от +2,0 мм до –1,0 мм; более 100 мм – от +3,0 мм до –2,0 мм;

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

Экспортные пиломатериалы производят в соответствии с отдельными стандартами.

Толщина и ширина экспортных хвойных пиломатериалов, которые отгружают за границу через северные порты, такие же, как и у хвойных пиломатериалов общего назначения. По толщине они разделяются на тонкие (16–22 мм), средние (25–44 мм) и толстые (50–100 мм); по ширине – на узкие (75–125 мм) и широкие (150 мм и больше). Установлена следующая длина этих пиломатериалов: короткие – 0,45–2,40 м, длинные – 2,7–6,3 через 0,3 м.

По качеству эти пиломатериалы разделяют на пять сортов: I, II, III, IV, V. При определении сорта учитывают наличие и размеры пороков древесины, а также качество обработки досок.

Экспортные хвойные пиломатериалы, которые отгружают за границу через черноморские порты, производят по особому стандарту. Их размеры значительно отличаются от экспортных пиломатериалов, которые отгружают через северные порты. Например, установлены следующие размеры: толщина – 18, 24, 38, 48, 58, 66,

70, 76, 96, 124, 150 и 220 мм, ширина – 70, 76, 96, 100, 110, 120 мм и т. д., длина – 1,5–6,5 м через 0,25 м. По качеству эти пиломатериалы разделяют на три группы: бессортные, IV и V сорта.

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. 1 приложения). 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 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:

$$b_n = \frac{(b + B)}{2},$$

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.

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

При поштучном учете определяют объем каждой необрезной доски 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_{ϕ} – 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 ($f = 0,52-0,73$).

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 можно определить по следующим формулам:

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

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

где a_c – средняя толщина, мм; b_c – средняя ширина, мм; Q – объем всех досок по спецификации, м³; g_1, g_2, \dots, g_n – объем досок, м³, которые имеют соответствующую толщину a_1, a_2, \dots, a_n , мм; Q_1, Q_2, \dots, Q_n – объем досок, м³, 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. Бревна

В соответствии со стандартами СТБ 1711-2007 и СТБ 1712-2007 круглые лесоматериалы делятся на три группы: мелкие – диаметром 6–13 см через 1 см, средние – диаметром 14–24 см через 2 см и крупные – диаметром 26 см и более через 2 см. 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. Учитывают диаметр бревен в сантиметрах.

Правила округления диаметров при их измерении:

1) в мелких лесоматериалах доли диаметра менее 0,5 см в расчет не принимаются, а 0,5 см и более округляются в большую сторону до 1 см. Например, к диаметру 13 см относят лесоматериалы диаметром от 12,5 до 13,4 см;

2) в средних и крупных лесоматериалах доли менее 1 см в расчет не принимаются, а 1 см и более округляются до четного значения. Например, к диаметру 20 см относят бревна диаметром от 19 до 20,9 см, к диаметру 22 см – от 21 до 22,9 см и т. д.

Таким образом, очевидно, что при принятых правилах измерения диаметров бревен могут быть значительные отклонения фактических размеров от учетных.

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 со стандартами по качеству древесины хвойные и лиственные лесоматериалы разделяют на три сорта – 1-й, 2-й и 3-й. В стандартах указана норма ограничения пороков древесины для лесоматериалов каждого сорта, а также дополнительные требования для лесоматериалов различного назначения.

Для бревен, предназначенных для производства экспортных и специальных пиломатериалов, установлены особые требования в отношении размеров и качества. Например, для производства экспортных пиломатериалов, которые отгружают за границу через северные порты, используются хвойные круглые лесоматериалы диаметром 14 см и более и длиной 4–7 м с градацией 0,3 м. Для производства экспортных пиломатериалов, которые отгружают через черноморские порты, используют хвойные круглые лесоматериалы диаметром 14 см и более и длиной 4–8 м с градацией

0,25 м. По качеству эти лесоматериалы должны соответствовать требованиям 1-го и 2-го сортов.

Для производства специальных пиломатериалов (например, резонансных) используют круглые лесоматериалы (порода – ель, пихта, кедр) диаметром 28 см и более, длиной 3,0–6,5 м с градацией 0,5 м и только 1-го сорта.

Кроме требований, предъявляемых к лесоматериалам 1-го сорта, к резонансным бревнам установлены дополнительные требования, например, ширина годовых слоев не должна превышать 4 мм, ширина поздней древесины должна быть не более 30% и т. д.

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

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

$$c = \frac{D - d}{L},$$

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:

$$K = \frac{D}{d} = \frac{d + c \cdot L}{d}.$$

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.

Объем усеченного параболоида вращения определяют по формуле

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

а объем усеченного конуса – по формуле

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

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

Относительное увеличение объема параболоида в сравнении с объемом конуса можно определить по формуле

$$P = \frac{V_{\text{п}} - V_{\text{к}}}{V_{\text{п}}} \cdot 100\%.$$

В результате расчетов установлено, что различие объемов P не большое и составляет в среднем 0,35–1,12% в зависимости от сбega бревен. Например, для бревен с коэффициентом сбega $K = 1,35$ $P = 1,12\%$.

Поэтому в практической деятельности объем бревна определяют по его вершинному диаметру и длине, пользуясь стандартизированными таблицами объемов (табл. 2).

Таблица 2

Объем бревен, м³

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	0,550	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

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,

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

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

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

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

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

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

В соответствии с действующими стандартами круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород в зависимости от наличия, распространения и размеров пороков разделяют на три сорта: I, II и III.

Маркировка бревен содержит обозначение сорта и диаметра. Сорт обозначается арабскими или римскими цифрами (1, 2, 3 или I, II, III), диаметр – арабскими. Причем проставляется только последний знак цифры, т. е. 0, 2, 4, 6 и т. д. Например, диаметры 20, 30, 40 см имеют следующее обозначение 0; 22, 32, 42 см – 2 и т. д. Десятки сантиметров легко определяются визуально. Марку наносят на верхний торец бревна водоустойчивой краской.

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

$$d_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m d_i^2 n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}},$$

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

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

– для усеченного конуса

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

Для сравнения по табл. 4 и 5 приложения находим стандартные значения $c = 0,76$ см/м, $K = 1,21$, а по табл. 2 – $V_{\text{T}} = 0,28 \text{ м}^3$.



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 сбег 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. Укажите закономерности распространения сучков в круглых лесоматериалах.
21. Как определить сорт бревна?
22. Назовите правила маркировки бревна.
23. Как определить средние размеры бревен по спецификации?



Задачи

1. При измерении хвойных обрезных досок сразу после распиловки бревна были установлены следующие размеры: толщина первой доски – 26 мм, ширина – 102 мм и длина – 4,1 м; второй – 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>	
01	19,9	78,0	4,3	16	сосна	20,1	98	112	3,8
02	18,7	75,7	3,8	17	сосна	19,9	102	120	3,3
03	20,1	104,0	4,3	18	береза	18,7	110	128	4,0
04	25,4	101,7	4,8	19	осина	24,9	114	134	4,5
05	24,9	102,4	4,0	20	ель	23,4	110	126	3,9
06	23,4	105,0	4,5	21	сосна	25,4	107	123	5,1
07	26,0	125,9	3,9	22	дуб	26,0	105	135	4,8
08	32,8	127,4	5,1	23	береза	33,2	109	131	5,2
09	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 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 м погонном пласти ее 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 м погонном 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 ³
	75	100	150	175	
	Объем, м ³				
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.

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
07	18,9	22,4	5,05									
08	19,0	23,0	4,73									
09	19,6	23,4	5,10									
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

Диаметр бревен, см	Длина бревна, м		
	4	5	6
	Объем партии бревен, м ³		
1	2	3	4
Вариант 1			
20	200	500	270
26	–	300	–
30	400	–	–
Вариант 2			
18	350	400	–
24	–	500	100
32	200	–	130
Вариант 3			
16	–	500	200
30	400	100	–
38	200	270	–

Окончание табл. 6

1	2	3	4
Вариант 4			
22	–	400	400
30	200	250	–
40	200	220	–
Вариант 5			
20	–	250	500
28	250	200	–
36	200	270	–
Вариант 6			
24	–	200	300
30	200	500	–
36	260	210	–
Вариант 7			
14	–	200	300
20	200	250	300
24	210	220	–
Вариант 8			
16	200	100	100
24	300	250	200
30	150	210	170
Вариант 9			
18	–	250	350
24	200	300	–
30	210	360	–
Вариант 10			
22	–	300	200
26	320	230	–
32	260	360	–

19. Определить количество бревен каждого диаметра в партии лесоматериалов объемом 1670 м^3 , 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	2	3	4
1	14	6	20
	20	5	35
	24	5	45

Окончание табл. 7

1	2	3	4
	16	6	35
2	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
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

1.3. Составление поставов

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. 1 и 2 приложения) 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 поставки 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. 6 приложения.

6. В связи с тем, что сердцевинная часть доски имеет низкое качество, толщина центральных и сердцевинных досок принимается не меньшей, чем указано в табл. 7 приложения.

7. Ширина поставы 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 проф. 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. 6 приложения выбираем оптимальное количество досок в поставе (6 досок) и составляем схему поставы (рис. 1). После этого определяем толщину досок по графикам Н. А. Батина (рис. 1 приложения). 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 поставы 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.

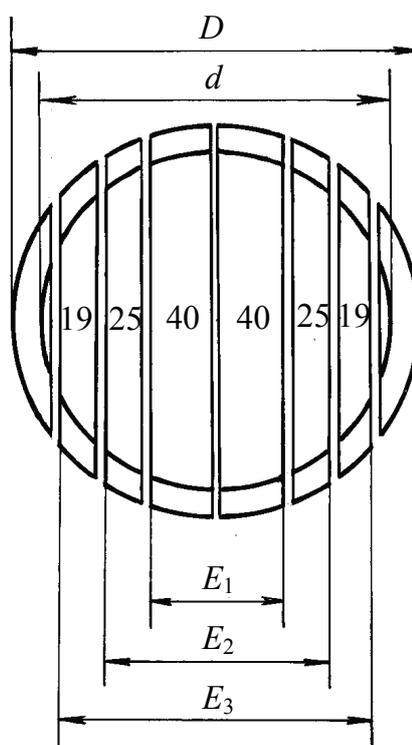


Рис. 1. Схема поставов на распиловку бревен вразвал

Для второй доски расстояние от центра поставов 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. 1 приложения.

По графику 2 устанавливаем толщину второй доски: $a_2 = 25$ мм. Для третьей доски $c_3 = c_2 + (a_2 + y_2 + s) = 50,8 + (25 + 0,8 + 3,6) = 80,2$ мм.

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 вид 19 – 25 – 44 – 44 – 25 – 19. Общая ширина этого поставов, т. е. расстояние между наружными пластинами крайних досок

$$E_{\text{п}} = 2\left(a_1 + y_1 + \frac{s}{2}\right) + (a_1 + y_2 + s) + (a_3 + y_3 + s) = \left(44 + 1,4 + \frac{3,6}{2}\right) + (25 + 0,8 + 3,6) + (19 + 0,6 + 3,6) = 199,6 \text{ мм} = 0,998 \cdot d.$$

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



ПРИМЕР 4. Составить постав на распиловку бревен хвойных пород диаметром 24 см, длиной 5 м на обрезные пиломатериалы с брусочкой. 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. 6 приложения определяем количество досок, которые выпиливают в I проходе (по две доски с каждой стороны за брусом). После этого составляем схему поставов для I прохода (рис. 2). 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 определяем расстояние от центра поставов до внутренней пласти доски. Для второй доски

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

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. 1 приложения); s – ширина пропила.

Отметим, что при определении толщины досок учитывают спецификацию пиломатериалов.

Таким образом, постав первого прохода будет иметь следующий вид:

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

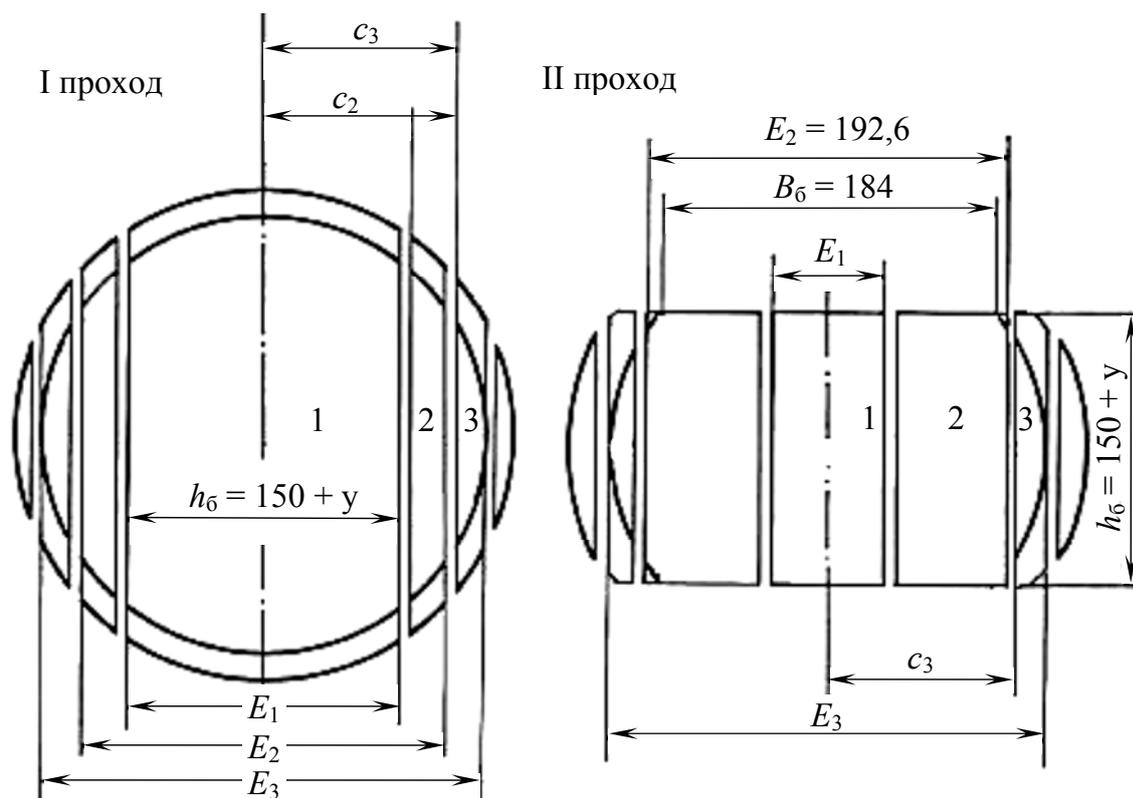


Рис. 2. Схема постава на распиловку бревен с брусковкой

Общая ширина этого постава составит

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

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 только $(192,6 - 184) / 2 = 4,3$ мм. Таким образом, выбранный постав из трех досок толщиной 60 мм соответствует требованиям СТБ.

По табл. 6 приложения установим количество досок, которые выпиливают из боковой зоны бревна за пластью бруса во II проходе (по одной доске с каждой стороны). Составим схему поставки для II прохода (рис. 2) и определим расстояние от центра до внутренней пласти доски:

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

По графику 1 определяем толщину этой доски. Наиболее близкий стандартный ее размер будет 19 мм. Однако с учетом спецификации и того, что в первом проходе выпиливаем 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 поставки

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

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. 2 приложения). 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 поставки составит

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

Это значит, охват бревна этим поставом почти такой, как и в поставе, который был составлен по графикам рис. 1 приложения. Однако надо отметить, что выпилка 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).

1.4. Расчет поставов на выпилку обрезных досок

При составлении поставов определяют количество досок, их толщину и местоположение в поставе. Расчет поставов предусматривает определение ширины, длины и объема досок, а также объемного выхода пиломатериалов из бревна при его распиловке. Исходные данные для расчета поставов – диаметр, длина бревна, его сбеги и объем, а также характеристика поставов (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.

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

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

где d – диаметр бревна в вершинном торце; E_i – расстояние между симметричными внешними пластинами i -й доски. Это расстояние (рис. 3) определяют следующим образом:

– для сердцевинной доски

$$E_c = a_c + y_c = P_c;$$

– для двух центральных досок

$$E_{ц} = 2 \cdot \left(a_{ц} + y_{ц} + \frac{s}{2} \right) = 2P_{ц};$$

– для двух боковых досок

$$E_{\bar{6}} = E_{c(\Pi)} + 2 \cdot (a_{\bar{6}} + y_{\bar{6}} + s) = E_{c(\Pi)} + 2P_{\bar{6}},$$

где a_c , a_{Π} , $a_{\bar{6}}$ – номинальная толщина соответственно сердцевинной, центральной и боковой досок; y_c , y_{Π} , $y_{\bar{6}}$ – припуск на усушку по толщине соответственно сердцевинной, центральной и боковой досок; s – ширина пропила; P_c , $2P_{\Pi}$, $2P_{\bar{6}}$ – расход ширины поставка соответственно на сердцевинную, две центральные и две боковые доски (приведен в табл. 1 и 2 приложения).

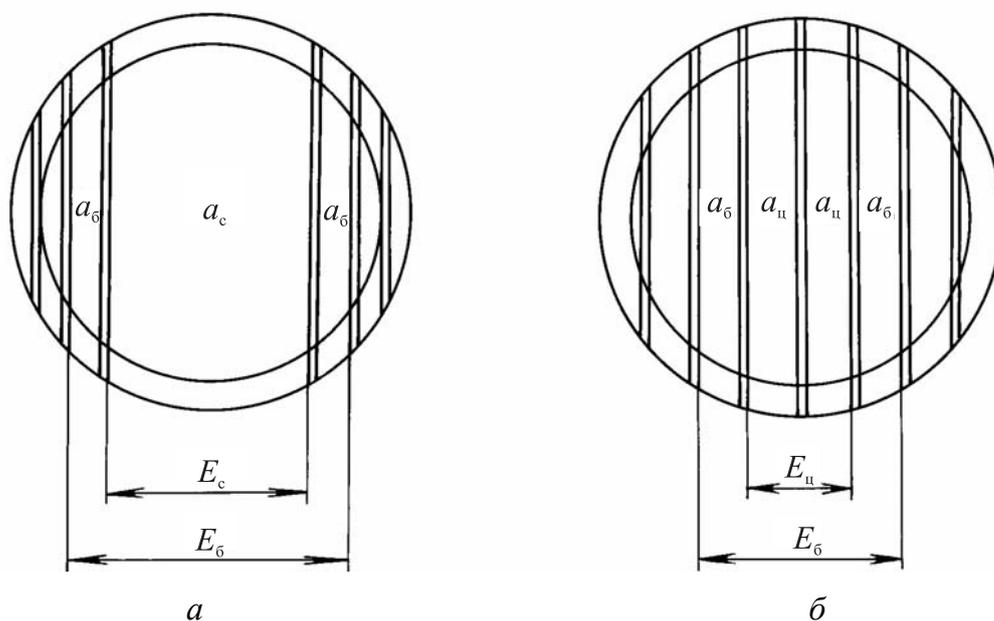


Рис. 3. Схема раскроя бревен вразвал:
 а – нечетный постав с сердцевинной доской;
 б – четный постав с двумя центральными досками

В *параболической зоне* в соответствии с теорией раскроя бревен доски должны быть укорочены. Оптимальную ширину обрезной доски определяют по формуле 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 $l_{ст(i)}$:

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

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

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

При распиловке бревен с брусом (рис. 2) 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.

1.5. Расчет поставов на выпилровку необрезных досок

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

$$b_{н(i)} = \frac{b_i + B_i}{2}.$$

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 $E_{н}$ пластами (рис. 4).

Ширину пластей определяют по формулам:

$$B_i = \sqrt{d_c^2 - E_{вн(i)}^2};$$

$$b_i = \sqrt{d_c^2 - E_{н(i)}^2}.$$

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

$$E_{вн(i)} = E_{н(i-1)} + 2s.$$

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 – сбег бревна, см/м; L – длина бревна, м.

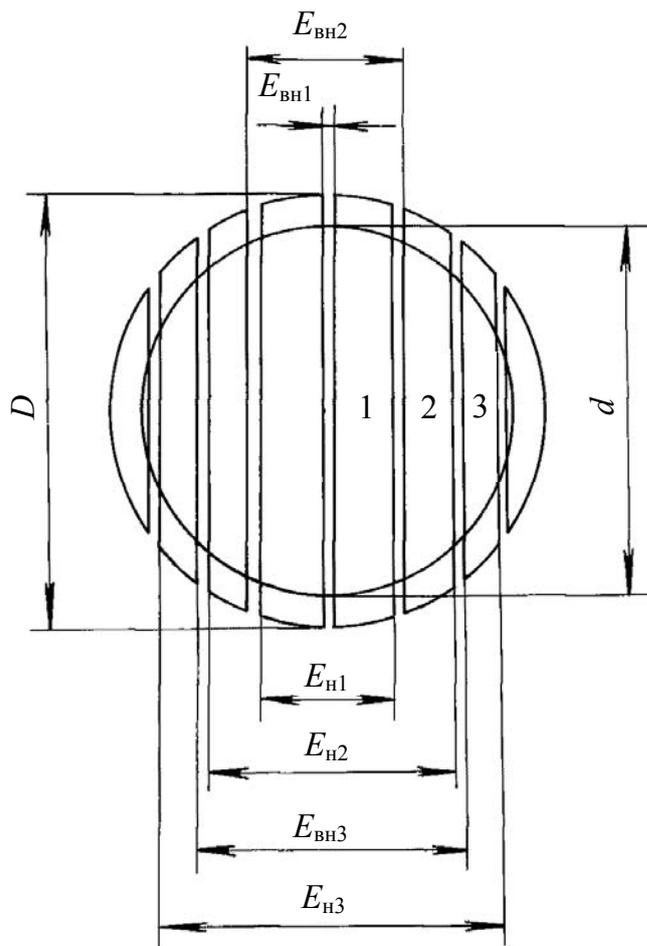


Рис. 4. Схема раскроя бревен вразвал на необрезные доски

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

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

где $E_{H(\text{кр})}$ – 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

$$l_{\text{н}} = \frac{D - d_{\text{п}}}{c}.$$

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

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

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

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

где $l_{\text{н(ст)}}$ – 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 примерах порядок расчета поставов.



ПРИМЕР 5. Хвойные бревна диаметрам 20 см, 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:

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

Для этого находим диаметр бревна в комлевом торце:

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

Тогда

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

Ширину пифагорической зоны можно определить также по табл. 3 приложения.

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. 1 приложения. Из расчетов видно, что первая и вторая доски находятся в пифагорической зоне ($E_1 < E_{\text{кр}}$; $E_2 < E_{\text{кр}}$), а третья – в параболической зоне ($E_3 > E_{\text{кр}}$). Значит, первая и вторая доски будут иметь длину, равную длине бревна, т. е. 5 м, а третья доска должна быть укорочена.

Определяем ширину досок:

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

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

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

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

$$0,044 \cdot 0,175 \cdot 5 \cdot 2 = 0,07700 \text{ м}^3$$

$$0,025 \cdot 0,125 \cdot 5 \cdot 2 = 0,03125 \text{ м}^3$$

$$0,019 \cdot 0,075 \cdot 3 \cdot 2 = \underline{0,00855 \text{ м}^3}$$

$$0,11680 \text{ м}^3$$

Объемный выход пиломатериалов из бревна составит

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

Объем бревна определяем по табл. 2.



ПРИМЕР 6. Хвойные бревна диаметром 24 см и длиной 5 м распиливают с брусковкой на обрезные доски по поставу

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

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

Решение. Сначала сделаем дополнительные вычисления. Определим комлевый диаметр бревна $D = d + c \cdot L = 24 + 0,86 \cdot 5 = 28,3$ см. Затем по табл. 3 приложения определяем $E_{кр} = 215$ мм. После этого находим расстояние между симметричными пропилами в I и II проходах (рис. 2), пользуясь табл. 1 приложения.

I проход:

$$E_1 = 153,9 \text{ мм}; \quad E_2 = 153,9 + 52,6 = 206,5 \text{ мм}; \quad E_3 = 206,5 + 40,4 = 246,9 \text{ мм};$$

II проход:

$$E_1 = 61,8 \text{ мм}; \quad E_2 = 61,8 + 130,8 = 192,6 \text{ мм}; \quad E_3 = 192,6 + 52,6 = 245,2 \text{ мм}.$$

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

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

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, длиной до 20% длины доски. В нашем примере ширина обзола будет $(192,8 - 184) / 2 = 4,4$ 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:

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

Стандартная ширина – $b_3 = 75$ мм, с учетом усушки – $b_{3(p)} = 75 + 2,3 = 77,3$ 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 $l_p = (D - d_p) / c = (28,3 - 25,87) / 0,86 = 2,82$ 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 поставка получили следующие размеры досок (в метрах) и их объем:

I проход	$0,022 \cdot 0,125 \cdot 5 \cdot 2 = 0,0275 \text{ м}^3$
	$0,016 \cdot 0,075 \cdot 2,75 \cdot 2 = 0,0066 \text{ м}^3$
II проход	$0,060 \cdot 0,150 \cdot 5 \cdot 3 = 0,1350 \text{ м}^3$
	$0,060 \cdot 0,022 \cdot 0,075 \cdot 3 \cdot 2 = 0,0099 \text{ м}^3$
	<u>0,1790 м³</u>

Объемный выход пиломатериалов из бревна составит

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

Результаты расчета поставок сведены в табл. 8.

Таблица 8

Расчет поставов на распиловку бревен на обрезные пиломатериалы

Размеры бревен	Постав	Расстояние между пластинами досок, мм	Стандартные размеры досок, мм			Количество досок	Объем досок, м ³	η, %
			толщина	ширина	длина			
$d = 24$ см $L = 5$ м $V = 0,27$ м ³	150/1– 22/2–16/2	153,9	150	184	–	–	–	
		206,9	22	125	5	2	0,0275	
		246,9	16	75	2,75	2	0,0066	
	60/3–22/2	61,8	60	150	5	1	0,0450	
		192,8	60	150	5	2	0,0900	
		245,2	22	75	3	2	0,0099	
						0,1790	66,3	

 ПРИМЕР 7. Для условий примера 5 определить размеры, объем и объемный выход необрезных досок.

Решение. Сначала определяем расстояние между симметричными пластинами досок в поставе (рис. 4):

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

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

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

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 ($b_{\text{min}} = 50$ мм), можно определить по табл. 3 приложения.

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:

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

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

Ширину второй доски поставка определяем аналогично:

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

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

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 $b_{\text{min}} = 50$ мм, будет

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

Тогда расчетная длина укороченной доски составит

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

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

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

Затем находят ширину пластей укороченной доски:

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

$$\text{наружной} - b_{\text{н}(3)} = \sqrt{223^2 - 199,6^2} = 99,5 \text{ мм.}$$

Расчетная ширина доски составит

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

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

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

$$\begin{aligned}
 0,044 \cdot 0,21 \cdot 5 \cdot 2 &= 0,0924 \text{ м}^3 \\
 0,025 \cdot 0,18 \cdot 5 \cdot 2 &= 0,0450 \text{ м}^3 \\
 0,019 \cdot 0,13 \cdot 4 \cdot 2 &= \underline{0,0198 \text{ м}^3} \\
 &0,1572 \text{ м}^3
 \end{aligned}$$

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 $V_d = 0,5172 \cdot 0,96 = 0,1509 \text{ м}^3$.

Объемный выход необрезных пиломатериалов из бревна:

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

1.6. Нормирование расхода сырья на пиломатериалы

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

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

где $\eta_{p(i)}$ – расчетный выход пиломатериалов из бревен i -й размерно-качественной группы, %; 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; P_i – доля бревен i -й размерно-качественной группы в общем объеме сырья по спецификации, %.

Норма расхода сырья составит

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



ПРИМЕР 8. По спецификации сырья хвойные бревна диаметром 20 см, 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 м³ 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

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

1.7. Баланс древесины

При распиловке бревен получают обрезные пиломатериалы, кусковые отходы (горбыли, рейки и отрезки) и опилки. Кроме этого, часть древесины затрачивается на усушку и распыл.

Баланс древесины – это распределение древесины при распиловке бревен на пилопродукцию, отходы и потери.

Если принять объем сырья за 100%, то баланс древесины можно отразить в следующем виде (процент от объема бревна):

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

где $\eta_{\text{пм}}$ – объемный выход пиломатериалов, %; $\eta_{\text{к.отх}} = \eta_{\text{от}} + \eta_{\text{г}} + \eta_{\text{р}}$ – количество кусковых отходов (отрезков, горбылей, 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 этого, безвозвратные потери составляют 4–6% от объема сырья.

Объемный выход пиломатериалов определяют в результате расчета постава. Объем опилок при распиловке бревна на обрезные доски находят 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, м³;
 $V_{\text{оп(обр)}}$ – объем опилок, полученных при обрезке досок, м³.

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; $h'_{\text{бр}}$ – толщина бруса с припуском на усушку, м³; z_1, z_2 – количество пропилов соответственно в I и II проходах; s – ширина пропила, м; L – длина бревна, м.

При распиловке вразвал объем опилок

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

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; $s_{\text{обр}}$ – ширина пропила на обрезном станке, м.

Доля опилок от объема бревна (%) составит

$$\eta_{\text{оп}} = \frac{100 \cdot V_{\text{оп}}}{V_{\text{б}}},$$

Объем усушки (процент от объема бревна) можно определить по формуле

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

где $\sum V_{\text{д(сыр)}}, \sum V_{\text{д(сух)}}$ – объем выпиливаемых досок соответственно в сыром и сухом виде, м³; $V_{\text{б}}$ – объем бревна, м³.

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

Объем кусковых отходов (процент от объема бревна) укрупненно можно определить, если от объема бревна отнять объем выпиливаемых пиломатериалов, объем опилок и потерь на усушку и распыл:

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

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 рубительных машин, которые применяют для измельчения отходов.



ПРИМЕР 9. Определить объем и процент опилок при распиловке хвойных бревен диаметром 20 см, длиной 5 м вразвал

на обрезные доски по поставу 44/2 – 25/2 – 19/2 на лесопильных рамах. Ширина пропила составляет 3,6 мм.

Решение. При распиловке взвал объем опилок от лесопильных рам определяют по формуле

$$V_{o(p)} = 0,75 \cdot d_{cp} \cdot z \cdot s \cdot L,$$

где $d_{cp} = d + c \cdot L / 2 = 20 + 0,77 \cdot 5/2 = 21,9$ см; $z = n + 1 = 6 + 1 = 7$ – количество пропилов; $s = 3,6$ мм – ширина пропила

Тогда: $V_{o(p)} = 0,75 \cdot 0,219 \cdot 7 \cdot 0,0036 \cdot 5 = 0,0207$ м³.

Это составляет от объема бревна

$$\eta_o = \frac{V_o}{V_b} \cdot 100 = \frac{0,0207}{0,19} \cdot 100 = 10,9\%.$$

При обрезке необрезных досок объем опилок

$$V_{o(обр)} = 2 \cdot (a'_1 \cdot l_1 \cdot n_1 + a'_2 \cdot l_2 \cdot n_2 + \dots + a'_m \cdot l_m \cdot n_m) \cdot S_{обр},$$

где $a'_1 = 44 + 1,4 = 45,4$ мм; $a'_2 = 25 + 0,8 = 25,8$ мм; $a'_3 = 19 + 0,6 = 19,6$ мм – толщина досок с припуском на усушку; $l_1 = l_2 = 5$ м, $l_3 = 3$ м – длина досок (пример 5), $n_1 = n_2 = n_3 = 2$ – количество досок; $S_{обр} = 3,5$ мм – ширина пропила на обрезном станке.

Тогда

$$V_{o(обр)} = 2 \cdot (0,0454 \cdot 5 \cdot 2 + 0,0258 \cdot 5 \cdot 2 + 0,0196 \cdot 3 \cdot 2) \cdot 0,0035 = 0,0058$$
 м³.

Это составляет от объема бревна

$$\eta_o = \frac{0,0058}{0,19} \cdot 100 = 3,05\%.$$

Значит, общий процент опилок

$$\eta_o = 10,9 + 3,05 = 13,95\%.$$

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 брусочкой?
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 результатами расчетов задачи 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. 9. ширина пропила – 3,6 мм.

Таблица 9

Размеры бревен

Вариант	Размер бревен		Порода	Постав	Толщина сердцевиной доски или бруса, мм		
	d , см	L , м			H_1	H_2	H_3
Способ распиловки бревен вразвал							
01	14	6	сосна	четный	–	–	–
02	14	4	береза	нечетный	40	50	–
03	16	6	елка	четный	–	–	–
04	16	4	осина	нечетный	40	50	60
05	18	6	сосна	четный	–	–	–
06	18	4	дуб	нечетный	40	50	60
07	20	6	сосна	четный	–	–	–
08	20	4	дуб	нечетный	50	60	75
09	22	6	ель	четный	–	–	–
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 поставы 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 поставе, если расстояние между их внутренними пластами составляет 93,2, 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 поставы, если расстояние между их внутренними пластами составляет 166,4, а между внешними – 205,6 мм.

29. Березовые бревна диаметром 18 см длиной 4 м распиливают на необрезные доски по поставу $\frac{40}{2} - \frac{19}{2}$. 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 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 м, 5 м, 6 м.

33. Хвойные бревна диаметром 14 см 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 мм, 3,6 мм, 4,8 мм.

34. Хвойные бревна диаметром 26 см и длиной 5 м распиливают с брусковкой. 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. 9. Схемы распиловки (поставы) принять по результатам выполнения задачи 25.

39. Определить объемный выход необрезных досок при распиловке вразвал бревен, размеры которых приведены в табл. 9. 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 брусковкой бревен, размеры которых приведены в табл. 9. Схемы распиловки принять по результатам составления поставов в задаче 25.

41. Определить, как изменится объемный выход досок при распиловке бревен с брусковкой, 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 по задаче 40.

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

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

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 – 3,6 мм. Принять, что усушка равна 4,5%, а распыл – 1,5%.

47. Определить объем, процент опилок и кусковых отходов при распиловке бревен, размеры которых приведены в табл. 9. 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 м³ 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 м³ 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 м³ досок, если доля этих бревен по спецификации составляет соответственно 60 и 40%, а расчетный объемный выход досок равен соответственно 72,4 и 74,3%.

2. ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ

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 (фрезерно-пильных) 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.

2.1. 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; Δ – посылка – перемещение бревна (бруса) в раме за один оборот коленчатого вала; производительность. Эти показатели приведены в табл. 8 приложения.

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^{-1} , являются важными конструктивными 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^{-1} , а у одноэтажных – 250–285 мин^{-1} (у тарных – 480 мин^{-1}) 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. 9–11 приложения. Они выбираются в зависимости от размеров бревен, поставка, модели лесорамы. В указанных таблицах приведены величины посылок для распиловки хвойных бревен вразвал или с брусковкой на двухэтажных лесопильных рамах с ходом пильной рамки 600 мм. В табл. 12 приложения 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 Δ_{ϕ} , 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, мин^{-1} .

Сменную производительность лесорамы определяют по формуле

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

где Δ_i – посылка при распиловке бревен i -го диаметра, мм; n – частота вращения коленчатого вала рамы, мин^{-1} ; T – продолжительность смены, мин; q_i – объем i -го бревна, 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

$$K_i = \frac{t_p}{t_p + t_b + \sum tn_1 + \delta \sum tn_2},$$

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); $\sum tn_1$, $\sum tn_2$ – суммарные внешнецикловые потери соответственно лесорамы первого и второго рядов; δ – коэффициент, который учитывает взаимное влияние внешнецикловых потерь лесорамы 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; Δ_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^{-1} .

Суммарные внешнецикловые потери для двухэтажных лесорам при распиловке с брусковкой $\sum tn_1 = 2,72$ с, $\sum tn_2 = 2,96$ с; для одноэтажных рам $\sum tn_1 = \sum tn_2 = 2,5$ 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 $\Pi_{\text{пр}}$. При распиловке бревен вразвал такое же количество сырья будет распилено одной рамой, т. е. производительность рамы по распиленному сырью $\Pi_p = \Pi_{\text{пр}}$. Когда бревна распиливают с брусковкой, тогда их пропускают через две рамы и производительность одной лесорамы по распиленному сырью будет $\Pi_p = \Pi_{\text{пр}} / 2$.

 ПРИМЕР 10. Выбрать лесопильную раму для распиловки бревен, если наибольший диаметр по спецификации составляет 32 см, длина – 6 м.

Решение. Модель лесопильной рамы выбирают 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. 8 приложения) 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 выбирают лесопильную раму P63-4Б (табл. 8 приложения) с шириной просвета 630 мм.

 ПРИМЕР 11. 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. 9 приложения с учетом диаметра бревен количества пил в поставе. Она составляет для хвойных бревен 31 мм. При распиловке березовых бревен необходимо учитывать поправочный коэффициент (примечание к табл. 11 приложения). Для березы этот коэффициент составляет 0,85. Тогда величина посылки для распиловки березовых бревен $31 \times 0,85 = 26,4$ мм.

 ПРИМЕР 12. Хвойные бревна диаметром 34 см и длиной 6 м распиливают на лесопильных рамах 2P75-1 и 2P75-2 с брусковой. 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 выбирают по табл. 10 приложения 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. 11 приложения посылка может быть 39 мм. Однако для обеспечения синхронной работы лесопильного потока за расчетную посылку принимаем меньшую, это значит 26,5 мм.



ПРИМЕР 13. Бревна хвойных пород диаметром 18 см и длиной 5 м распиливают на лесопильной раме 2P50-1 вразвал на 6 досок. Определить сменную производительность лесопильной рамы.

Решение. Производительность лесопильной рамы определяют по вышеприведенной формуле. Сначала с учетом диаметра бревен и количества пил в поставе по табл. 9 приложения выбирают посылку. Она составляет 37 мм. После этого определяют коэффициент использования рабочего времени:

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

Коэффициент использования лесопильного потока K_i с учетом продолжительности распиловки бревна принимают для двухэтажных лесопильных рам по табл. 13 приложения.

Продолжительность распиловки бревна определяют по приведенной выше формуле (см. с. 51):

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

По табл. 13 приложения для условий распиловки вразвал принимают $K_i = 0,773$.

Тогда сменная производительность лесопильной рамы за смену составляет

$$П = \frac{37 \cdot 360 \cdot 480}{1000 \cdot 5} \cdot 0,881 \cdot 0,773 = 870 \text{ бревен.}$$

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

Значит, $П = 870 \cdot 0,156 = 135,7 \text{ м}^3$.



ПРИМЕР 14. Хвойные бревна диаметром 30 см и длиной 5 м распиливают на лесопильных рамах 2P75-1 и 2P75-2 с брусковой 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. 10 приложения с учетом диаметра бревна выбирают посылку для I прохода – 30 мм, а по табл. 11 приложения с учетом толщины бруса и количества пил в поставе – посылку для II прохода – 41 мм. Для обеспечения синхронной работы лесопильного потока за расчетную посылку принимают меньшую, это значит – 30 мм. При этом продолжительность распиловки бревна составляет

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

По табл. 13 приложения для условий распиловки с брусковкой выбирают $K_i = 0,773$. Коэффициент

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

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

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

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

2.2. Круглопильные и ленточнопильные станки

Круглопильные станки используют на лесопильных предприятиях для распиловки бревен, а чаще – для распиловки брусков, которые можно выпилить на лесорамах или получить на фрезерно-брусующих станках. Технические характеристики круглопильных станков приведены в табл. 14, 15 приложения.

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 Π 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, м³; 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 определяют 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.

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 пилопродукции;

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;
- конвейерной подачей бревна;
- с перемещением бревна относительно пил;
- перемещением пильного суппорта относительно стационарно закрепленного бревна.

Расчет сменной производительности ленточнопильных станков ведут по методике расчета круглопильных станков, которая изложена выше.

Технические характеристики ленточнопильных станков приведены в табл. 16 приложения.



ПРИМЕР 15. Хвойные бревна диаметром 20 см, длиной 4 м распиливают на круглопильных многопильных станках с брусковой. Постав I прохода: брус 150 мм и 2 доски; II прохода – 5 досок.

Выбрать модели станков и определить сменную производительность потока по распиленному сырью.

Решение. Для распиловки бревен по табл. 14 приложения выбирают станок Ц-32, который может распиливать бревна диаметром в комле до 32 см и длиной до 4 м, имеет 4 пилы и сравнительно небольшую мощность двигателей. Эти показатели удовлетворяют условию задачи.

Для распиловки бруса по табл. 15 приложения выбирают станок ЦРМ-150, который может распиливать брусья толщиной до 150 мм, количество установленных пил – до 10.

С учетом диаметра бревна и толщины бруса выбирают скорость подачи станков 10 м/мин. Тогда сменная производительность по распилу сырья составит

$$\Pi = \frac{U \cdot T \cdot K_p \cdot K_m \cdot q}{L} = \frac{10 \cdot 480 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,147}{4} = 112,9 \text{ м}^3.$$

2.3. Линии агрегатной переработки бревен

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%.

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

- агрегатной переработки бревен (ЛАПБ);
- фрезернопильные (ЛФП);
- на базе фрезерно-брусующих станков (ЛФБ).

Сменную производительность линий ЛАПБ, ЛФП или ЛФБ определяют по формуле

$$\Pi_{л} = \frac{U \cdot T \cdot q_i \cdot K_i \cdot K_{т}}{L_i}, \text{ м}^3,$$

где U – скорость подачи, м/мин; T – продолжительность смены, мин; q_i – объем i -го бревна, м³; K_i – коэффициент использования лесопильного потока при распиловке бревен i -го диаметра;

K_T – коэффициент использования рабочего времени; L_i – длина i -го бревна, м.

Отметим, что коэффициенты K_i и K_T можно определить соответственно по вышеприведенным формулам для лесопильных рам. В этих формулах при расчете коэффициента K_i для линий ЛАПБ принимают $\sum tn_1 = 5,1$ с, $\sum tn_2 = 0$; для линий ЛФП – $\sum tn_1 = 2,89$ с, $\sum tn_2 = 3,69$ с; для линий ЛФБ – $\sum tn_1 + \sum tn_2 = 3,1$ с; для всех линий $\delta = 1$.

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

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.

Технические характеристики линий агрегатной переработки бревен приведены в табл. 17 приложения.

2.4. 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. 18 приложения).

Сменную производительность торцовочных установок определяют по формуле

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

где $N_{\text{пр}}$ – 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

$$P_{\text{обр}} = \frac{U \cdot T \cdot K}{l}, \text{ досок,}$$

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. 19 приложения.

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.; Π – сменная производительность торцовочного или обрезного станка, шт.



ПРИМЕР 16. 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:

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

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:

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

Рассчитываем необходимое количество станков в потоке:

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

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

 ПРИМЕР 17. Для условий примера 16 определить количество торцовочных станков для предварительной торцовки.

Решение. На торцовку поступают за смену 9480 досок.

1) Определяем производительность торцовочного станка ЦКБ40-01:

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

2) Определяем необходимое количество станков:

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

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

2.5. Оборудование для переработки отходов

Кусковые отходы (опилки, рейки, обрезки) измельчают на технологическую щепу. Для этого применяют рубительные машины, техническая характеристика которых приведена в табл. 20 приложения.

Сортировка технологической щепы осуществляется на сортировочных устройствах (табл. 21 приложения).

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, которые необходимо установить в лесопильном цехе, рассчитывают по формуле

$$m = \frac{П \cdot P_K}{100 \cdot П_{р.м}},$$

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

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



ПРИМЕР 18. В лесопильном цехе распиливают бревна диаметром 30 см и длиной 5 м с брусковкой на лесопильных рамах 2Р75-1 и 2Р75-2. Производительность потока составляет 385 м³. 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. 20 приложения выбираем рубительную машину МР2-20 с часовой производительностью 20 плотных м³.

Ее сменная производительность составит

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

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 м³, т. е. в насыпном объеме – 20 · 2,7 = 54 м³ (коэффициент разрыхления для щепы составляет 2,7), по табл. 21 приложения выбираем сортировочную установку для щепы СЩ-70, которая имеет часовую производительность 70 м³ в насыпном объеме. Значит, для обеспечения непрерывной работы рубительной машины МР2-20 необходима одна сортировочная установка для щепы СЩ-70.

2.6. 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. 22–24 приложения.

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

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

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 $K_{\text{т}} \cdot K_i = 1$.

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

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

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

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

Ширину ленты определяют по формуле

$$B = \sqrt{\frac{\Pi}{3600 \cdot V \cdot (0,0435 + 0,16 \cdot \operatorname{tg} 0,35\varphi) \cdot K_n \cdot K_k}},$$

где Π – производительность конвейера (количество опилок или щепы, которые необходимо удалить из цеха в час), м^3 сыпучих.

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 сыпучих производят с учетом коэффициента разрыхления K_p . Для опилок принимают $K_p = 3,5$, для щепы – $K_p = 2,7$.



ПРИМЕР 19. Определить, обеспечит ли продольный цепной конвейер для подачи бревен непрерывную работу лесопильной рамы 2P50-1, 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. 22 приложения).

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

Часовая производительность лесорамы в соответствии с примером 13 составляет

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

Таким образом, конвейер обеспечивает непрерывную работу лесорамы.



ПРИМЕР 20. Определить модель ленточного конвейера для удаления щепы от рубительной машины МР2-20.

Решение. Производительность этой рубительной машины по технической характеристике составляет 20 м^3 плотных. С учетом

коэффициента разрыхления щепы $K_p = 2,7$ производительность ее будет

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

Скорость движения ленты конвейера принимаем $V = 1,5 \text{ м/с}$.

Тогда ширина ленты конвейера будет

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

Принимаем ленточный конвейер КСЛ 5040-60 с шириной ленты 500 мм (табл. 25 приложения).

2.7. 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. 25 приложения.

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:

с одной стороны конвейера – $l_p = m \cdot a$;

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 раскроя 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; a – расстояние между опорами конвейера, м; $K = (0,6–0,7)$ – коэффициент использования рабочего времени.

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



ПРИМЕР 21. Определить длину участка распределения сортировочного конвейера ТСП-3 для следующих условий:

бревна, средний диаметр которых по спецификации составляет 24 см, распиливают в 4-рамном лесопеце;

в цехе в одном потоке лесорамы работают только с брусковкой, 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 сортировочных 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 22. На двух лесопильных рамах 2Р50 распиливают хвойные бревна диаметром 18 см, 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. 1) 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.

2) Количество досок, которые поступают за смену на сортировку, определим по производительности лесопильных рам при $K_T \cdot K_i = 1$ (пример 13):

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

3) Производительность сортировочной установки рассчитаем по формуле

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

4) Определим количество сортировочных установок:

$$n = \frac{П_{лр}}{П_{су}} = \frac{7672}{10\,080} = 0,76.$$

Принимаем одну установку с загрузкой 76%.

2.8. 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 м^3 пиломатериалов.

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

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

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

где Q – количество сырья, которое необходимо для выпилки 1000 м^3 пиломатериалов, м^3 ; Π – сменная производительность лесорамы, м^3 ; η – объемный выход пиломатериалов, %.

Рамо-сменой называют работу одной лесопильной рамы на протяжении одной смены. Если в цехе установлены 4 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

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

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

Общее количество установленных рамо-смен для определения производственного задания (выпилки 1000 м^3 досок) можно рассчитать по формуле

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

где P_p и $P_{бр}$ – количество эффективных рамо-смен для распиловки бревен соответственно вразвал и с брусочкой; n и m – соответственно количество развальных и брусочных поставов по плану раскрыя бревен.

Среднесменную производительность установленной лесопильной рамы определяют по формулам исходя из количества:

– распиленного сырья

$$П_p = Q / P_y, \text{ м}^3;$$

– пропущенного сырья

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

– выпиленных пиломатериалов

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

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

где Q – общее количество распиленного сырья, необходимого для выпиловки 1000 м³ досок, м³; Q_p и $Q_{бр}$ – количество сырья, которое распилено соответственно вразвал и с брусочкой м³; $Q_{пм}$ – количество пиломатериалов, м³, выпиленных из сырья объемом Q при среднем объемном выходе η .

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

– распиленного сырья

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

– выпиленных досок

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

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

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; выработку продукции на одного рабочего.

 ПРИМЕР 23. 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 м³ пиломатериалов, если их объемный выход составляет 62,1%.

Решение. Определяем сменную производительность установленных лесопильных рам.

В примере 14 определена сменная производительность лесопильной рамы по распиловке древесины для заданных условий. Она составляет $\Pi = 142,5 \text{ м}^3$.

Рассчитаем объем сырья, необходимого для выпиловки 1000 м³ досок:

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

Определим количество рамо-смен, необходимых для выполнения задания:

$$P = \frac{1610}{142,5} = 11,3.$$

Контрольные вопросы

39. Какие технологические операции выполняют в лесопильном цеху?

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 рубительных 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. По каким признакам сортируют пиломатериалы?
71. Дайте характеристику одно-, двух- и трехстадийной сортировки досок.
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. Определить скольжение на подающих вальцах лесопильной рамы 2Р75-1, которая распиливает бревно диаметром 24 см, длиной 6 м вразвал на 6 досок за 42 с. Какие меры необходимо принять, чтобы уменьшить скольжение бревна?
52. Бревно диаметром 20 см и длиной 6 м распиливают на лесопильной раме 2Р75-1 за 36 с. Определить скольжение на подающих вальцах диаметром 280 мм, которые за 42 с выполняют 10 оборотов. Что необходимо сделать, чтобы избавиться от скольжения бревен?
53. Хвойные бревна диаметром 26 см, 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.

54. Выбрать посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 20 см и длиной 4 м на лесопильной раме 2P75-1 вразвал на 6 досок. Как изменится посылка, если лесопильная рама будет распиливать дубовые бревна таких же размеров?

55. Определить расчетную посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 30 см и длиной 5 м с брусковкой на лесопильных рамах 2P75-1 и 2P75-2, если в I проходе выпиливают брус толщиной 175 мм и 4 доски, а во II – брус распиливают на 8 досок.

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

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

58. Для условий задачи 53 определить производительность лесопильных рам и сравнить результаты.

59. На лесопильной раме 2P75-1 сначала распиливают хвойные бревна диаметром 22 см вразвал на 6 досок, а потом диаметром 30 см вразвал на 8 досок. Длина бревен одинаковая и составляет 6 м. Определить производительность лесопильной рамы в штуках бревен и в метрах кубических и сравнить результаты.

60. Для условий задачи 59 определить, как изменится производительность лесопильной рамы в штуках бревен и в метрах кубических, если она станет распиливать более короткие бревна длиной 3 м?

61. Бревна хвойные диаметром 30 см и длиной 6 м распиливают на лесопильных рамах с брусковкой по поставу: I проход – брус толщиной 200 мм и 4 доски, II проход – 8 досок. Выбрать модель и определить производительность лесопильной рамы по распиленному сырью.

62. На лесопильной раме P63-4Б распиливают бревна хвойные и осиновые диаметром 30 см длиной 4 м вразвал на 8 досок. Определить, изменится ли производительность лесопильной рамы в зависимости от породы древесины.

63. Выбрать модель сначала одноэтажной, а затем и двухэтажной лесопильной рамы, определить сменную производительность каждой из них по распиленному сырью для условий распиловки, которые приведены в табл. 10, и сделать анализ результатов по типу лесопильных рам, длине бревен и способу распиловки.

Таблица 10

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						
01	сосна	14	4	5	6	5
02	ольха	14	4	5	6	6
03	береза	14	4	5	6	5
04	сосна	16	4	5	6	6
05	ольха	16	4	5	6	5
06	береза	16	4	5	6	6
07	сосна	18	4	5	6	6
08	ольха	18	4	5	6	7
09	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
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 брусковой						
26	сосна	18	4	5	6	І брус 100 и 2 доски; ІІ – 6
27	сосна	18	4	5	6	І брус 100 и 4 доски; ІІ – 7
28	ель	20	4	5	6	І брус 125 и 2 доски; ІІ – 7
29	сосна	20	4	5	6	І брус 125 и 2 доски; ІІ – 6
30	ель	22	4	5	6	І брус 125 и 4 доски; ІІ – 6
31	сосна	22	4	5	6	І брус 150 и 2 доски; ІІ – 7
32	сосна	24	4	5	6	І брус 150 и 4 доски; ІІ – 7
33	сосна	24	4	5	6	І брус 175 и 2 доски; ІІ – 6
34	ель	26	4	5	6	І брус 150 и 4 доски; ІІ – 7
35	ель	26	4	5	6	І брус 175 и 2 доски; ІІ – 8

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5	6	7
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
46	сосна	38	4	5	6	I брус 250 и 4 доски; II – 11
47	сосна	38	4	5	6	I брус 200 и 6 досок; II – 11
48	сосна	40	4	5	6	I брус 225 и 6 досок; II – 11
49	сосна	40	4	5	6	I брус 250 и 6 досок; II – 12
50	сосна	16	4	5	6	I брус 100 и 2 доски; II – 5

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

65. Для условий задачи 64 определить, как изменяется сменная производительность цеха по распиленному сырью, если на двух потоках бревна будут распиливать вразвал на 7 необрезных досок каждое.

66. Для условий задачи 64 определить, как изменится сменная производительность цеха по распиленному сырью, если распиловку бревен будут осуществлять на четырех одноэтажных лесопильных рамах.

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

68. Для условий задачи 67 определить, как изменится производительность потока за смену, если вместо круглопильных станков в цеху установить две лесопильные рамы Р63-45.

69. Хвойные бревна диаметром 26 см и длиной 4 м распиливают на однопильном круглопильном станке на 6 досок, для чего необходимо сделать 9 резов. Выбрать станок и определить его производительность.

70. Для условий задачи 69 определить, как изменится производительность потока за смену, если на однопильном станке будут выпиливать за 5 резов 2 доски и брус, который распилят на многопильном станке.

71. Определить, сколько необходимо установить однопильных станков, чтобы обеспечить загрузку одного многопильного станка для следующих условий: диаметр бревен – 24 см, длина – 4 м, толщина бруса – 150 мм. Его выпиливает из бревен однопильный станок за 5 резов. Какая будет сменная производительность потока по распиленному сырью?

72. Бревна хвойные диаметром 30 см и длиной 6 м распиливают на лесопильных рамах 2Р75 с брусковкой 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 2Р50 вразвал на 7 досок.

74. Определить, обеспечит ли фрезерно-обрезной станок переработку необрезных досок, если в потоке на двух многопильных круглопильных станках распиливают с брусковкой 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 2Р50-1 и 2Р50-2 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 63 (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 брусочкой. 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 63 (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 2P75 с брусочкой 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 2P75 – 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, в котором распиливается 40 м^3 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^3 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 2P75, которая распиливает хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м вразвал на 7 досок.

86. В лесопильном цеху 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 67 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 2P50-1, которая распиливает хвойные бревна диаметром 20 см и длиной 6 м вразвал на 6 досок.

89. На поперечный цепной конвейер ТСП-20 от лесорам и обрезных 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 2P75 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 м^3 бревен в час. Количество опилок в балансе древесины составляет 14,5%.

92. Выбрать ленточный конвейер для удаления щепы от двух рубительных 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, 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 – 2P75, способ распиловки – с брусом, 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 брусочкой 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 с двух сортировочных установок ПСП-36, чтобы обеспечить бесперебойную работу четырехрамного лесопильного цеха, в котором на лесопильных рамах 2Р75 распиливают хвойные бревна диаметром 18 см, длиной 6 м с брусочкой 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 длиной 6 м с брусочкой по поставу: I проход – брус 150 мм и 4 доски, II проход – 7 досок. Сколько рамо-смен необходимо для выполнения расчетного задания – выпилки 1000 м³ досок, если объемный выход досок составляет 60,9%.

99. В четырехрамном лесопильном цехе две лесопильные рамы 2Р75 распиливают хвойные бревна диаметром 28 см, длиной 5 м с брусочкой 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, длиной 4 м вразвал на 6 досок. Определить количество рамо-смен для распиловки в цеху 1680 м³ бревен, если березовые бревна составляют 40% от общего объема.

100. Для условия задачи 64 определить количество рамо-смен для выполнения расчетного задания – выпилки 1000 м³ 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 – выпилки 1000 м³ пиломатериалов для условий, приведенных в табл. 11.

102. Определить годовую производительность лесопильного цеха, в котором распиливают хвойные бревна на двух лесопильных рамах. Цех расположен в Борисове и работает в две смены 250 дней. Средняя сменная производительность установленной лесопильной рамы по распиленному сырью составляет 92 м³.

Таблица 11

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
		2P75	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
		2P75	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
		2P75	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
		2P50	18	5	береза	40	5 досок	66,1

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
		2P75	20	6	ель	30	6 досок	58,1
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
		2P75	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 брусковкой на двух лесопильных рамах, средняя сменная производительность которых по распиленному сырью составляет 100 м^3 , а на остальных двух – бревна березовые вразвал, и средняя сменная производительность каждой с них равна 50 м^3 . Определить годовую производительность цеха по распиленному сырью, если цех работает в две смены 250 дней и расположен в Бобруйске.

104. Для условий, приведенных в табл. 11, определить годовую производительность лесопильных потоков по распиленному сырью для выполнения расчетного задания – выпилки 1000 м^3 пиломатериалов. Цехи работают 250 дней в две смены. Месторасположение цехов: для четных вариантов – Могилевская область, для нечетных – Минская область.

3. СКЛАДЫ СЫРЬЯ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

3.1. Грузоподъемное и транспортное оборудование

Для выгрузки бревен и укладки их в штабели, подачи бревен на загрузочные устройства, разгрузки накопительных сортировочных конвейеров 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. 26 приложения. Для захвата пачки бревен могут применяться канатные стопы 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 порталного ЗП-2 типов. Их применение способствует увеличению производительности кранов.

Производительность кранов определяют по формуле

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

где G – грузоподъемность крана, кН); T – длительность смены, мин.; ρ – плотность древесины (0,7–0,8 т/м³; $t_{ц}$ – 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

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

где $l_{\text{ср}}$ – среднее расстояние перемещения тележки с грузом, м; $h_{\text{ср}}$ – 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 иной 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 2.

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. 27 приложения.

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

Производительность лесопогрузчиков, автопогрузчиков и автолесовозов определяют по формуле

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

где T – продолжительность смены, мин; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла работы с одним пакетом, мин; $q_{\text{п}}$ – емкость пакета, м³; 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_2 и V_3 – 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, м³; Π – сменная производительность лесовоза, м³; $K = 1,25$ – коэффициент неравномерности грузопотока.



ПРИМЕР 24. 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 м³ 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

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

Тогда часовая производительность крана

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

Продолжительность выгрузки всех бревен составляет

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

3.2. 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 важной является сортировка бревен по диаметрам. Традиционно бревна по размерам их диаметров рекомендуется распределять по группам с точностью ± 1 см (один четный диаметр). Если доля больших или тонких диаметров в общем объеме не велика (до 3%), их можно распределять с точностью ± 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.

Длина распределительного участка сортировочного конвейера зависит от размещения лесонакопителей – с одной или с двух сторон конвейера. Если лесонакопители размещены по обе стороны конвейера, тогда его длина

$$l_k = \frac{C}{2} \cdot (L_{\max} + a), \text{ м},$$

где C – дробность сортировки, т. е. количество сортировочных групп бревен, шт.; L_{\max} – наибольшая длина бревна, м; a – расстояние между соседними лесонакопителями по длине конвейера, м; $a = 1,5\text{--}2,0$ м.

На складах сырья лесозаводов применяются сортировочные конвейеры, техническая характеристика которых приведена в табл. 28 приложения.

При выборе сортировочного конвейера нужно учитывать количество сортировочных мест и производительность конвейера.

Часовую производительность сортировочного конвейера с продольным перемещением бревен определяют по формуле

$$\Pi_k = \frac{3600 \cdot V}{L} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где V – скорость движения ленты конвейера, м/с; L – средняя длина бревна, м; K_1 – коэффициент использования рабочего времени ($K_1 = 0,60\text{--}0,70$); K_2 – коэффициент использования тягового органа ($K_2 = 0,75\text{--}0,85$).

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 25. Лесопильный цех распиливает за год 80 тыс. м³ 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 м³. 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):

$$П_c = \frac{3600 \cdot 1,8}{5} \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 582 \text{ бревен/ч.}$$

Расчет необходимого количества сортировочных конвейеров ведут с учетом производительности лесоцеха. За час цех распиливает

$$П_{л} = \frac{80\,000}{8 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 0,19} = 105 \text{ бревен.}$$

Значит, один сортировочный конвейер обеспечит бесперебойную работу лесопильного цеха.

3.3. 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. 29 приложения). Двухроторные станки имеют окорочную и зачистную головки и обеспечивают лучшее качество окорки, чем однороторные. Однороторные станки предназначены для грубой окорки свежесрубленной 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⁻¹.

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, м³, и длина, м, бревна; K_i – 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⁻¹; 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 окаривать с большей скоростью подачи, чем подсушенную, а зимой – скорость подачи выбирают меньшую, чем летом.

При окорке лиственных бревен скорость подачи выбирают меньшую, чем при окорке хвойной древесины.



ПРИМЕР 26. 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^3 .

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. 29 приложения).

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 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^3 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^3 бревен, если продолжительность цикла работы крана – 5 мин.

109. Определить продолжительность выгрузки бревен из полувагонов для условий, приведенных в табл. 12. Кран консольно-козловой укладывает штабели бревен в пролете, а железнодорожные рельсы расположены под консолью. Кран укладывает штабели вдоль рельсов. Высота штабеля – 8 м.

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 м^3 досок. Продолжительность укладки одного пакета – 4 мин.

Таблица 12

Объем бревен и оборудование для их выгрузки

Вариант	Объем бревен в полувагонах, м ³	Порода древесины	Кран	Грузо-подъемное приспособление	Продолжительность цикла работы крана, мин
01	120	сосна	КБ-572А	стропы	7,2
02	120	дуб	КБ-572А	стропы	7,2
03	240	сосна	ККЛ-8	грейфер	расчет
04	240	дуб	ККЛ-8	грейфер	расчет
05	300	сосна	КБ-572А	грейфер	5,6
06	300	сосна	КБ-572А	грейфер	расчет
07	300	береза	ККС-10	грейфер	расчет
08	360	дуб	ККС-10	грейфер	расчет
09	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
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

111. Выбрать транспортное устройство для перевозки пакетов досок от лесопильного цеха на склад и определить их количество для следующих условий: сменная производительность цеха по выпуску досок – 200 м³, 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 м³ досок за смену.

113. Погрузку сухих пиломатериалов на железнодорожные платформы выполняют автопогрузчиком 4049М. Размеры пакета досок – 1,3×1,3×6 м. Определить продолжительность погрузки 350 м³ пиломатериалов, если один пакет автопогрузчик укладывает за 3,5 мин.

114. Выбрать транспортное устройство для перевозки досок и определить их необходимое количество для условий, приведенных в табл. 13. Размеры поперечного сечения пакета досок принять $1,3 \times 1,3$ м.

Таблица 13

Характеристика пакетов досок и расстояние их перевозки

Вариант	Объем перевозки за смену, м ³	Средние размеры досок			Вид пакета	Расстояние перевозки, км
		<i>a</i> , мм	<i>b</i> , мм	<i>l</i> , 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

115. Определить количество сортировочных конвейеров, которые необходимо установить на складе сырья, для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха, распиливающего за смену 400 м^3 бревен. Средний диаметр бревен составляет 20 см, длина – 5 м.

116. Выбрать сортировочный конвейер для бревен и определить их необходимое количество, если лесопильный цех распиливает 150 тыс. м^3 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. 14. Лесопильный цех работает 250 дней в год по две смены.

Таблица 14

Объем и характеристика бревен для сортирования

Вариант	Производительность лесоцеха, тыс. м ³ /год	Диапазон диаметров, см	Порода	Средний диаметр, см	Длина, м
1	2	3	4	5	6
01	50	14–32	хвойные	20	4
02	75	16–34	хвойные лиственные	22	5
03	100	18–36	хвойные	24	6
04	125	20–38	хвойные лиственные	26	4
05	150	14–40	хвойные	22	5
06	175	16–28	хвойные лиственные	20	6
07	200	18–30	хвойные	22	4
08	225	20–32	хвойные лиственные	24	5
09	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

Окончание табл. 14

1	2	3	4	5	6
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 – $\frac{125}{2} - \frac{19}{4}$; 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. 15. К спецификационным относятся доски толщиной 50 мм и 32 мм, предназначенные для раскроя на заготовки столярных изделий.

Таблица 15

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
01	16	6	$\frac{50}{1} - \frac{32}{4} - \frac{19}{2}$					
	18	6						
	20	6						

Продолжение табл. 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
02	16	6	$\frac{32}{3} \frac{25}{2}$					
	18	6						
	20	6						
03	16	5	$\frac{125}{1} \frac{19}{2}$					
	18	5						
	20	5	$\frac{50}{1} \frac{32}{2} \frac{19}{2}$					
	22	5						
04	18	6	$\frac{125}{1} \frac{19}{2}$					
	20	6						
	22	6	$\frac{32}{3} \frac{25}{2}$					
	24	6						
05	20	6	$\frac{50}{2} \frac{32}{2} \frac{19}{2}$					
	22	6						
	24	6						
06	20	5	$\frac{125}{1} \frac{25}{2} \frac{19}{2}$					
	22	5						
	24	5	$\frac{32}{4} \frac{25}{2} \frac{19}{2}$					
	26	5						
07	20	6	$\frac{125}{1} \frac{19}{4}$					
	22	6						
	24	6	$\frac{32}{4} \frac{19}{4}$					
	26	6						
08	18	5	$\frac{32}{4} \frac{19}{4}$					
	20	5						
	22	5						
09	24	6	$\frac{50}{3} \frac{19}{4}$					
	26	6						
	28	6						
10	24	5	$\frac{150}{1} \frac{25}{2} \frac{19}{2}$					
	26	5						
	28	5	$\frac{50}{4} \frac{19}{2}$					
	30	5						
11	22	6	$\frac{125}{1} \frac{25}{4}$					
	24	6						
	26	6	$\frac{32}{4} \frac{25}{4}$					
12	20	5	$\frac{125}{1} \frac{25}{4}$					
	24	5						
	26	5	$\frac{50}{2} \frac{32}{2} \frac{19}{2}$					

Окончание табл. 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	24	6	$\frac{150}{1} \frac{25}{4}$					
	26	6	$\frac{50}{4} \frac{25}{2}$					
	28	6	$\frac{125}{3} \frac{25}{2}$					
	30	6	$\frac{125}{1} \frac{25}{2}$					
14	18	5	$\frac{150}{1} \frac{25}{4}$					
	20	5	$\frac{50}{3} \frac{25}{2}$					
	22	5	$\frac{125}{1} \frac{25}{2}$					
15	24	6	$\frac{150}{1} \frac{25}{4}$					
	26	6	$\frac{50}{3} \frac{32}{2} \frac{25}{2}$					
	28	6	$\frac{125}{1} \frac{25}{2}$					

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 – 120 м³. 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 67. Наибольший диаметр бревен – 20 см, качество окорки – высокое.

123. В лесопильном цехе распиливают хвойные и лиственные бревна прошлогодней заготовки. По спецификации средний диаметр составляет 22 см, длина – 5 м, средний диаметр лиственных бревен – 18 см, длина – 4 м, наибольший диаметр бревен – 30 см. Сменная производительность цеха при распиловке хвойных бревен составляет 120 м³, при распиловке лиственных – 100 м³. 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 нужно для обеспечения непрерывной работы лесопильного цеха для условий, приведенных в табл. 16.

Таблица 16

Характеристика бревен для окорки

Вариант	Средние размеры бревна		Наибольший диаметр бревен, см	Порода	Состояние древесины	Сменная производительность цеха, м ³	Качество окорки
	d, см	L, м					
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
6	22	4	34	лиственные	подсушенная	110	нормальное
7	22	5	34	хвойные	свежесрубленная	170	высокое
8	24	5	38	хвойные	свежесрубленная	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	свежесрубленная	150	высокое
13	22	4	38	хвойные	свежесрубленная	200	высокое
14	24	5	40	хвойные	сплавная	200	нормальное
15	18	6	24	хвойные	подсушенная	130	нормальное

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

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 2.

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. 30 приложения.

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 приводят 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] даны 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 27. Хвойные бревна диаметром 30 см и длиной 5 м распиливают на двух лесопильных рамах Р63-4Б с брусочкой по поставу: I проход – брус 175 мм и 4 доски; II проход – 7 досок.

При этом из бревна выпиливают 6 необрезных досок. Выбрать обрезающей и торцовочный станки, определить необходимое количество станков и разработать технологическую схему лесопильного потока. При этом необходимо предусмотреть возможность распиловки бревен вразвал на обеих лесопильных рамах.

Решение. 1) Определим сменную производительность лесопильной рамы при $K_T \cdot K_i = 1$ (при условии полной загрузки, т. е. производительность ее максимальная).

$$P_{\text{лр}} = \frac{20 \cdot 285 \cdot 0,6}{1000 \cdot 5} \cdot 1 = 547 \text{ бревен.}$$

Значит, на обрезающей станок поступит за смену:

$$N = 547 \cdot 6 = 3283 \text{ необрезные доски.}$$

2) Выберем обрезающей станок Ц2Д-7А и определим его сменную производительность.

$$P_{\text{ст}} = \frac{100 \cdot 480 \cdot 0,6}{5} \cdot 1 = 5760 \text{ досок.}$$

3) Рассчитаем необходимое количество обрезающих станков.

$$n = \frac{3283}{5760} = 0,57 \text{ шт.}$$

Таким образом, для установки в потоке принимаем один обрезающей станок.

4) Проверим, сможет ли один станок обеспечить непрерывную работу двух лесопильных рам, если они будут распиливать те же самые бревна вразвал на 8 необрезных досок.

В этом случае производительность лесопильной рамы составляет

$$P = \frac{11 \cdot 285 \cdot 480}{1000 \cdot 5} = 300 \text{ бревен.}$$

Значит, на обрезающей станок поступит за смену

$$N = 2 \cdot 300 \cdot 8 = 4800 \text{ досок.}$$

Определим необходимое количество станков для обрезки этих досок:

$$n = \frac{4800}{5760} = 0,83 \text{ шт.}$$

Значит, один обрезной станок обеспечит переработку необрезных досок, если лесопильные рамы распиливают бревна вразвал и с брусовкой.

5) Выберем торцовочный станок ЦКБ-40-01 и определим его производительность:

$$\Pi = N_{\text{пр}} \cdot T \cdot K = 14 \cdot 480 \cdot 0,75 = 5040 \text{ досок.}$$

6) Рассчитаем количество станков, необходимых для торцовки досок, поступающих от двух лесопильных рам при распиловке бревна вразвал:

$$n = \frac{4800}{5040} = 0,95 \text{ шт.}$$

Значит, один торцовочный станок обеспечит переработку необрезных досок, если лесопильные рамы распиливают бревна вразвал и с брусовкой.

7) 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:

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 28. 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 пиломатериала предназначены:

- 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 27. 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 27) составит

$$P_{\text{лр}} = 2 \cdot \frac{300}{8} = 75 \text{ бревен.}$$

Следовательно, один конвейер обеспечит подачу бревен для распиловки на двух лесорамах.

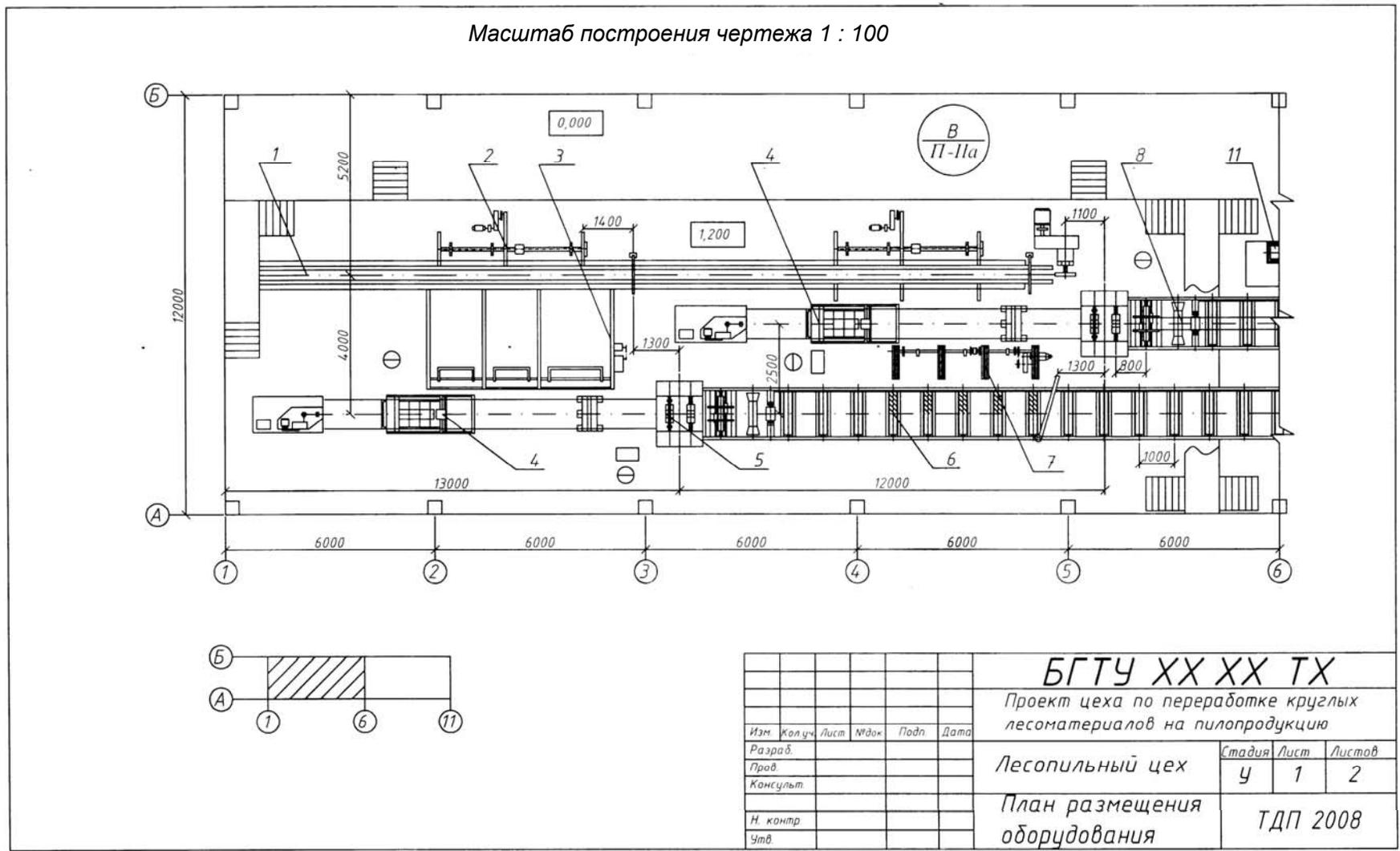


Рис. 5а. Схема одноэтажного лесопильного цеха (участок лесопильных рам)

4) Расположение оборудования в потоке обеспечивает выполнение основных принципов проектирования лесопильных потоков, т. к.:

- 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 оборудования (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 брусом 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 14 см и длиной 3 м распиливают на двухпильных круглопильных станках на четырехкантный брус и горбыли. Выбрать станки для распиловки горбылей и разработать технологическую схему лесопильного потока.

129. 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.

130. Для условий задачи 129 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.

131. 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.

132. В лесопильном цехе на круглопильных станках перерабатывают хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 5 м на пилопродукцию длиной 1,2 м. Выбрать оборудование для торцовки досок, определить их количество и разработать технологическую схему лесопильного потока.

133. Для условий задачи 131 определить, сколько станков необходимо для предварительной торцовки досок перед обрезкой, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

134. 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 по 4 необрезные доски. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

135. Для условий задачи 134 определить, сколько необходимо станков для предварительной торцовки досок перед обрезкой, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

136. В лесопильном потоке установлены две лесопильные рамы Р63-4Б, которые распиливают хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 5 м вразвал на 6 досок. Определить, сколько фрезерно-обрезных станков необходимо установить, чтобы обеспечить обрезку необрезных досок, и разработать технологическую схему лесопильного потока.

137. Для условий задачи 136 выбрать торцовочный станок и определить их количество, если продукцией цеха являются заготовки длиной 1,2 м. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

138. В лесопильном цехе бревна хвойные диаметром 20 см и длиной 2,5 м перерабатывают на пилопродукцию длиной 1,2 м. Выбрать оборудование для переработки бревен, разработать технологическую схему лесопильного потока, чтобы обеспечить годовой выпуск пилопродукции в объеме 1000 м³. Объемный выход такой пилопродукции составляет 38%. Цех работает 250 дней в две смены и расположен в Слуцке.

139. Выбрать оборудование и разработать технологическую схему лесопильного потока, который должен распиливать за год 2800 м^3 хвойных бревен средним диаметром 20 см и длиной 2,5 м. Продукцией цеха являются заготовки длиной 1,2 м. Цех расположен в Солигорске и работает 250 дней в две смены.

140. В лесопильном цехе на двух лесопильных рамах Р63-4Б распиливают дубовые бревна диаметром 30 см и длиной 4 м вразвал на 7 досок. Выбрать станок для торцовки необрезных досок на отрезки длиной 2 м, определить количество станков для переработки всех досок и разработать технологическую схему лесопильного потока.

141. На двух лесопильных рамах Р63-4Б распиливают березовые бревна диаметром 24 см и длиной 5 м вразвал на 6 досок. Выбрать станок для торцовки необрезных досок на отрезки длиной 1,5 м, определить количество станков для переработки всех досок и разработать технологическую схему лесопильного потока.

142. Хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 2,5 м распиливают на двухпильных круглопильных станках, а брус – на многопильных станках. Всего за год должно быть распилено $30\,000 \text{ м}^3$ бревен. Определить количество станков для распиловки бревен и брусьев, а также выбрать станки и рассчитать их количество для переработки горбылей и торцовки досок. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

143. Для измельчения кусковых отходов на первом этаже лесопильного цеха используются две рубительные машины МРГ-20Н, а для сортировки технологической щепы – установка СЩ-70. Определить, обеспечат ли рубительные машины и сортировочная установка непрерывную работу цеха, если в нем распиливают 40 м^3 бревен за час, а кусковые отходы в балансе древесины составляют 21,6%. Разработать технологическую схему участка переработки отходов.

144. Лесопильный цех получил заказ выпилить обрезные доски шириной 120 мм. Определить, обеспечат ли две лесопильные рамы Р63-4Б работу одного многопильного станка Ц8Д-10, если они распиливают хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м на брус 120 мм и 4 доски, а станок – брусья на 5 обрезных и 2 необрезных доски. Разработать технологическую схему лесопильного потока.

145. Для условий задачи 144 выбрать обрезные и торцовочные станки, определить их количество и разработать технологическую схему лесопильного потока.

146. Выбрать оборудование, которое необходимо установить в лесопильном цехе, определить количество станков и разработать технологическую схему лесопильного потока для условий, указанных в табл. 17.

Таблица 17

Характеристика лесопильных потоков для разработки технологических схем

Вариант	Оборудование для распиловки бревен и брусьев	Количество станков	Размеры бревен		Порода	Количество досок (постав)	Наличие станков, шт.	
			d, см	L, м			торцовочных	обрезных
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	2	22	4	сосна	6 досок	+	+
6	Р63-4Б	3	18	4	береза	5 досок	+	–
7	Р63-4Б	3	18	4	сосна	5 досок	+	+
8	Р63-4Б Ц8Д-10	2 1	18	4	сосна	I – брус 100 и 2 доски II – 4+2 доски	+	+
9	Р63-4Б Ц7ДК	2 1	22	5	сосна	I – брус 125 и 4 доски II – 4 + 4 доски	+	+
10	Р63-4Б	2	28	4	дуб	7 досок	+	–
11	Ц-32 ЦМ-150	1 1	16	4	сосна	I – брус 100 и 2 доски II – 3 + 2 доски	+	+
12	Ц-32 ЦМ-150	1 1	20	4	сосна	I – брус 125 и 2 доски II – 4 + 2 доски	+	+
13	ZRD-12 Ц7Д-К	1 1	24	4	сосна	I – брус 125 и 4 доски II – 4 + 4 доски	+	+
14	2P75	2	24	5	сосна	I – брус 150 и 4 доски II – 5 + 2 доски	+	+
15	2P75	2	30	6	сосна	I – брус 175 и 4 доски II – 5 + 4 доски	+	+

Окончание табл. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	2P75	2	26	5	сосна	I – брус 150 и 4 доски II – 3 + 4 доски	+	+
17	2P75 Ц7Д-К	2 1	24	4	сосна	I – брус 125 и 4 доски II – 4 + 4 доски	+	+
18	2P75	2	26	4	дуб	6 досок	+	–
19	2P75	2	28	4	дуб	7 досок	+	–
20	2P75	2	30	4	ольха	7 досок	+	–
21	2P75	2	24	4	ольха	6 досок	+	–
22	2P75	2	32	4	дуб	7 досок	+	–
23	P63-4Б	3	24	6	сосна	6 досок	+	+
24	P63-4Б	2	28	5	сосна	I – брус 150 и 4 доски II – 4 + 2 доски	+	+
25	P63-4Б	2	24	6	сосна	I – брус 150 и 4 доски II – 5 + 2 доски	+	+

147. Выполнить анализ технологических схем лесопильных потоков и разработать предложения по их совершенствованию для условий, приведенных в табл. 18.

Таблица 18

Характеристика лесопильных цехов

Номер варианта	Поток на рисунке	Распиливаемые бревна			Схема распиловки	Вид досок (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

Окончание табл. 18

1	2	3	4	5	6	7
5	8	хвойные	24	5	$\begin{array}{r} 150 \quad 22 \quad 16 \\ \hline 1 \quad 2 \quad 2 \\ 60 \quad 22 \\ \hline 3 \quad 2 \end{array}$	обрезные
6	9	хвойные	26	4	$\begin{array}{r} 150 \quad 25 \quad 19 \\ \hline 1 \quad 2 \quad 2 \\ 60 \quad 25 \quad 19 \\ \hline 3 \quad 2 \quad 2 \end{array}$	обрезные
7	10	хвойные	28	4	$\begin{array}{r} 150 \quad 25 \\ \hline 1 \quad 4 \\ 60 \quad 25 \\ \hline 3 \quad 4 \end{array}$	обрезные
8	11	хвойные	24	4	$\begin{array}{r} 150 \quad 19 \\ \hline 1 \quad 4 \\ 60 \quad 19 \\ \hline 3 \quad 4 \end{array}$	обрезные
9	12	хвойные	22	5	круговой (6 резов) с бру- сом 150 мм	обрезные
10	13	хвойные	28	5	$\begin{array}{r} 150 \quad 25 \\ \hline 1 \quad 4 \\ 60 \quad 25 \\ \hline 3 \quad 4 \end{array}$	обрезные
11	14	хвойные	18	2,5	$\begin{array}{r} 125 \quad 19 \\ \hline 1 \quad 2 \\ 32 \quad 25 \quad 19 \\ \hline 2 \quad 2 \quad 2 \end{array}$	заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м
12	15	хвойные	16	2,5	$\begin{array}{r} 90 \quad 19 \\ \hline 1 \quad 2 \\ 32 \quad 25 \\ \hline 3 \quad 2 \end{array}$	заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м
13	16	хвойные	16	2,5	$\begin{array}{r} 100 \quad 19 \\ \hline 1 \quad 2 \\ 32 \quad 19 \\ \hline 3 \quad 2 \end{array}$	заготовки для поддонов дли- ной 1,2 м

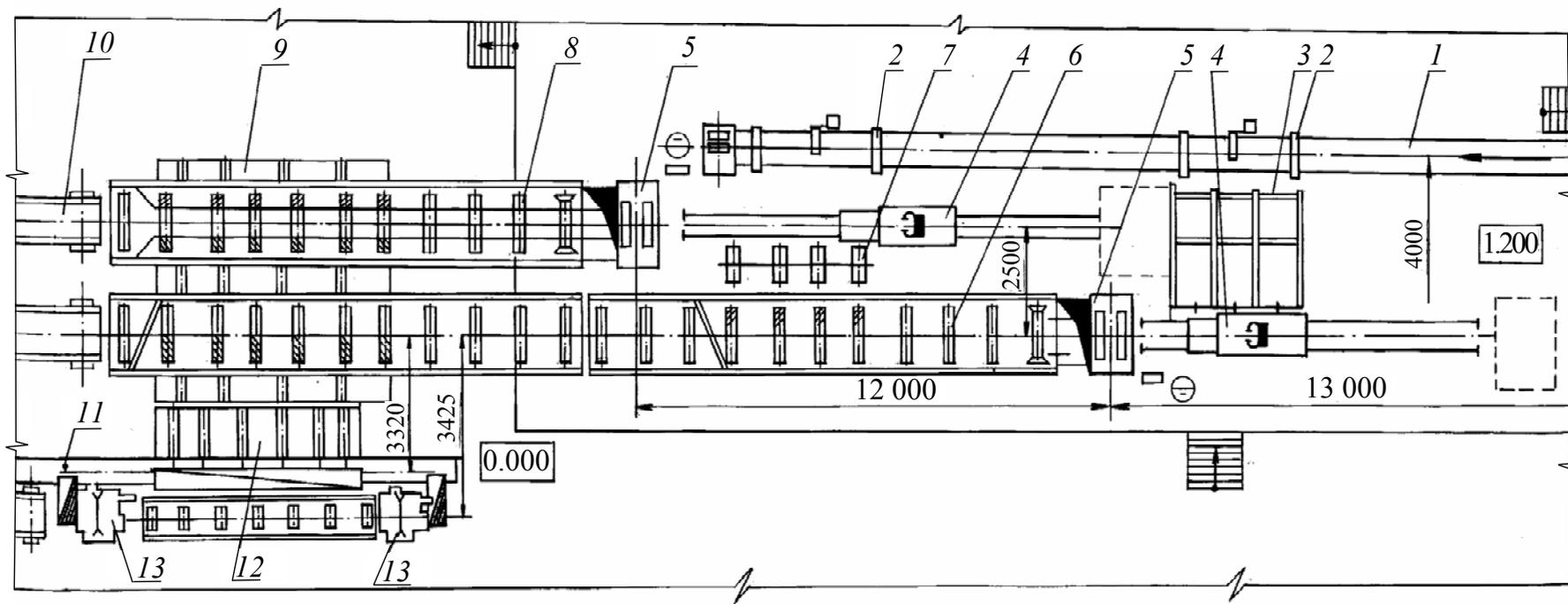


Рис. 6. Схема лесопильного потока с одноэтажными лесопильными рамами:

- 1 – продольный цепной конвейер; 2 – сбрасыватели бревен; 3 – накопительная площадка;
 4 – впередирамные тележки; 5 – одноэтажная лесопильная рама; 6 – роликовый конвейер за лесорамой I ряда;
 7 – брусоперекладчик; 8 – роликовый 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

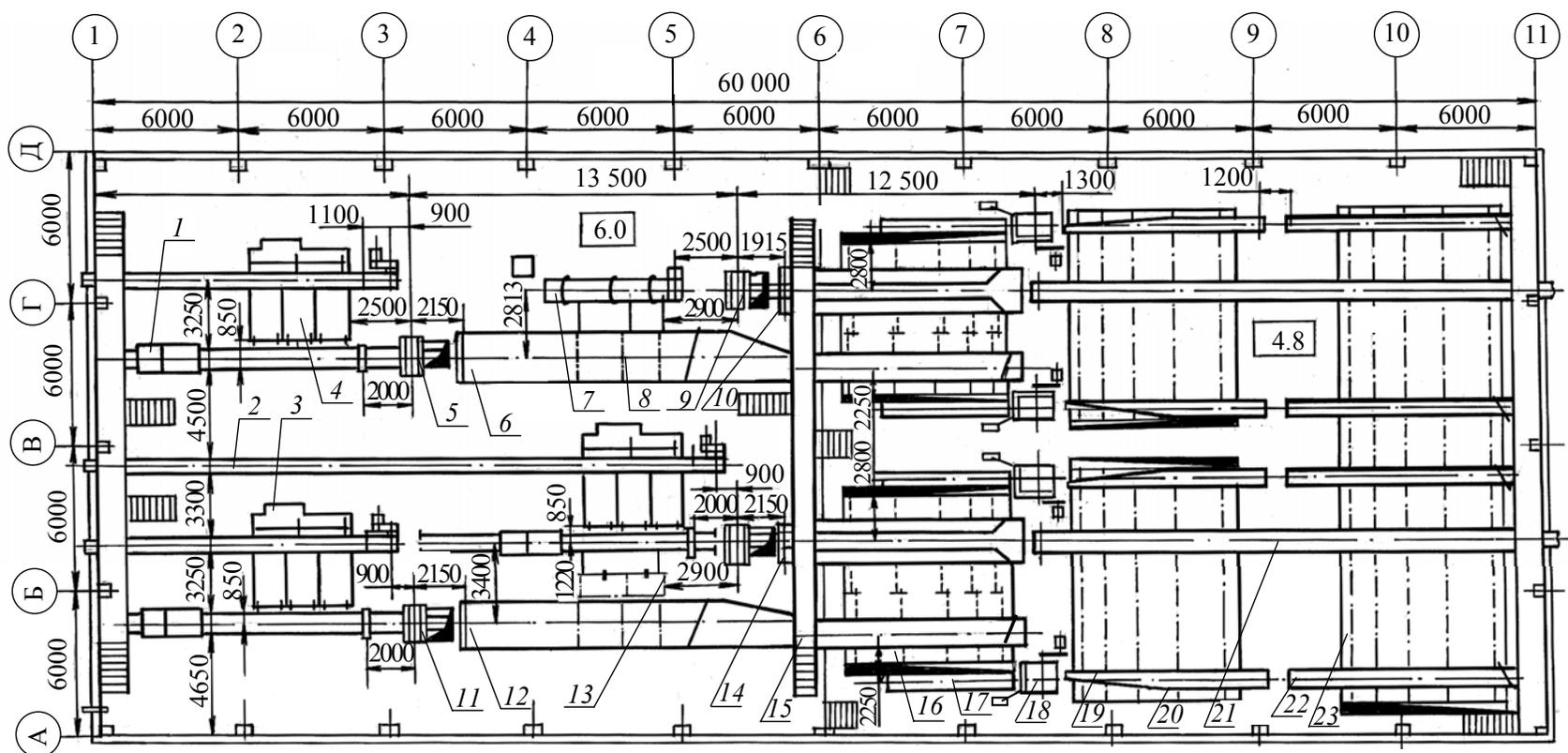


Рис. 7. Схема размещения оборудования на втором этаже в четырехэтажном лесопильном цехе:

1 – тележка впередирамная; 2 – бревнотаска; 3 – сбрасыватель бревен; 4 – накопитель; 5 – лесорама 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; 11 – лесорама 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 реек; 21 – ленточный конвейер; 22 – навесной роликовый конвейер; 23 – поперечный конвейер для досок

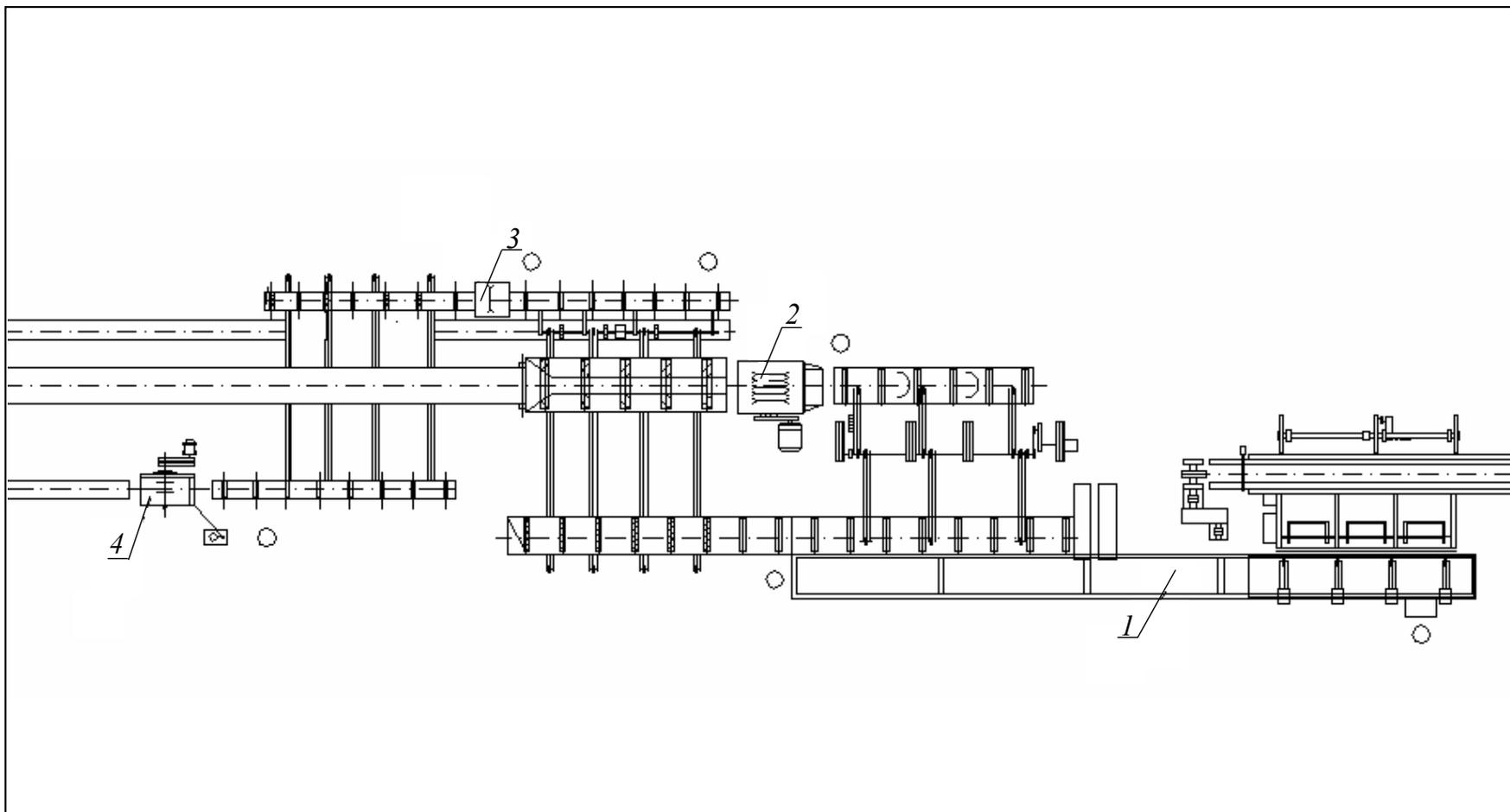


Рис. 8. Схема цеха на базе вертикального ленточнопильного станка ЛЛК-2:
1 – ленточнопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок;
3 – торцовочный станок; 4 – фрезерно-обрезной станок

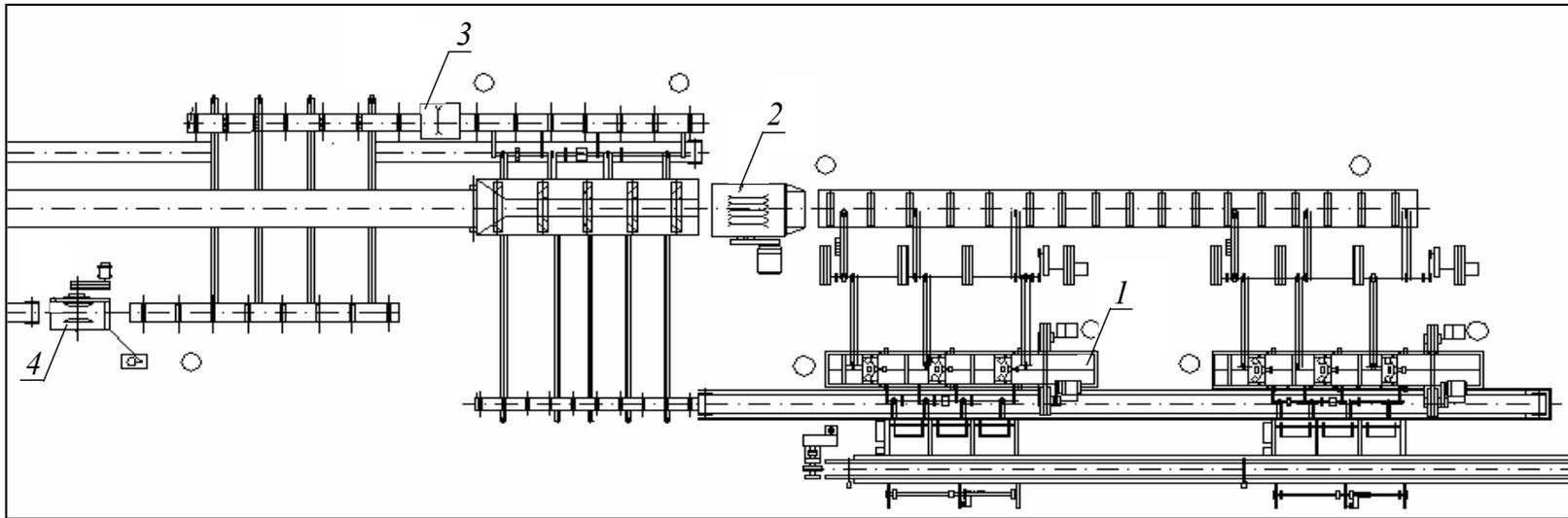


Рис. 9. Схема расположения оборудования в цехе на базе горизонтальных ленточнопильных и круглопильного станков:
 1 – однопильный горизонтальный ленточнопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок;
 3 – торцовочный станок; 4 – фрезерно-обрезной станок

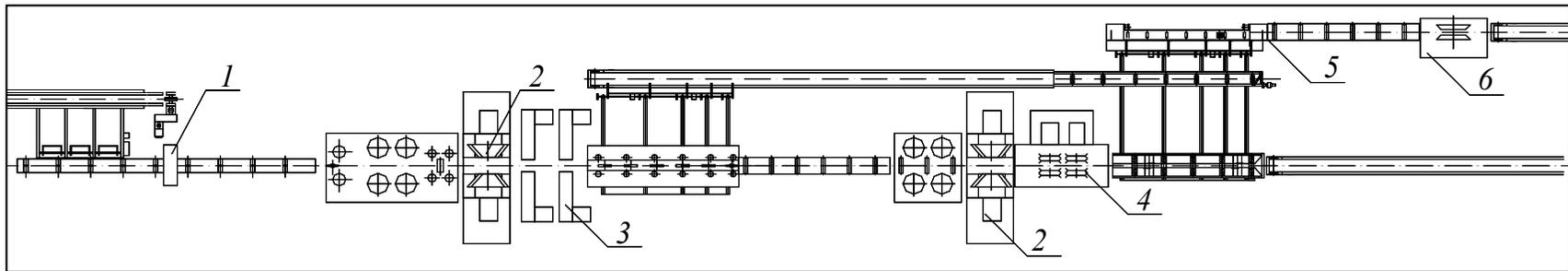


Рис. 10. Схема расположения оборудования в цехе на базе ленточнопильных и круглопильных станков с фрезерными приставками:
 1 – измерительное устройство; 2 – фрезерный модуль; 3 – спаренные ленточнопильные станки;
 4 – двухвальный многопильный круглопильный станок; 5 – торцовочный станок; 6 – фрезерно-обрезной станок

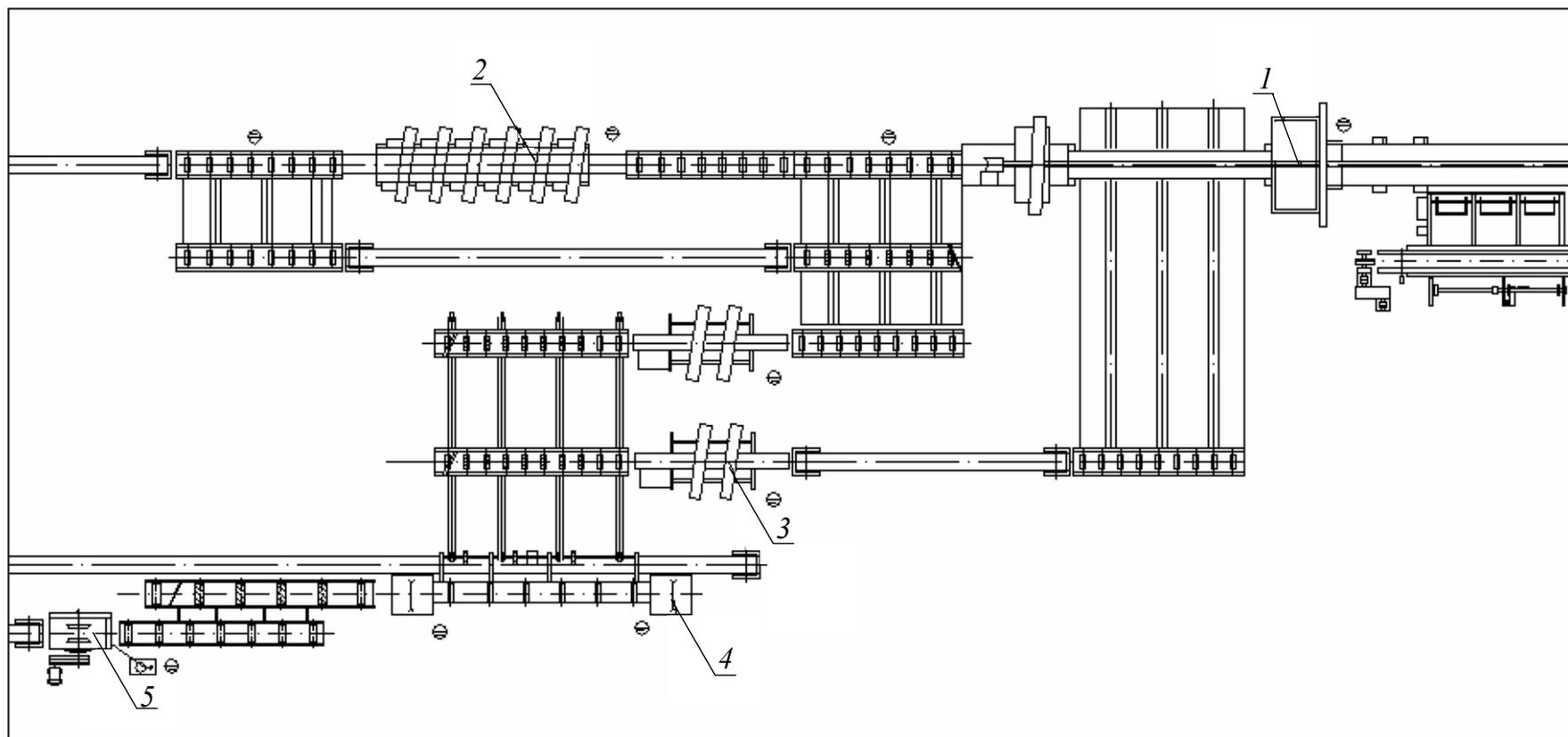


Рис. 11. Схема лесопильного цеха на базе ленточно-конвейерной линии «Гравитон»:
 1 – брусующий станок КЛБ; 2 – многопильный ленточнопильный станок МЛК;
 3 – станки для переработки горбылей СПГ; 4 – торцовочные станки; 5 – обрезной станок

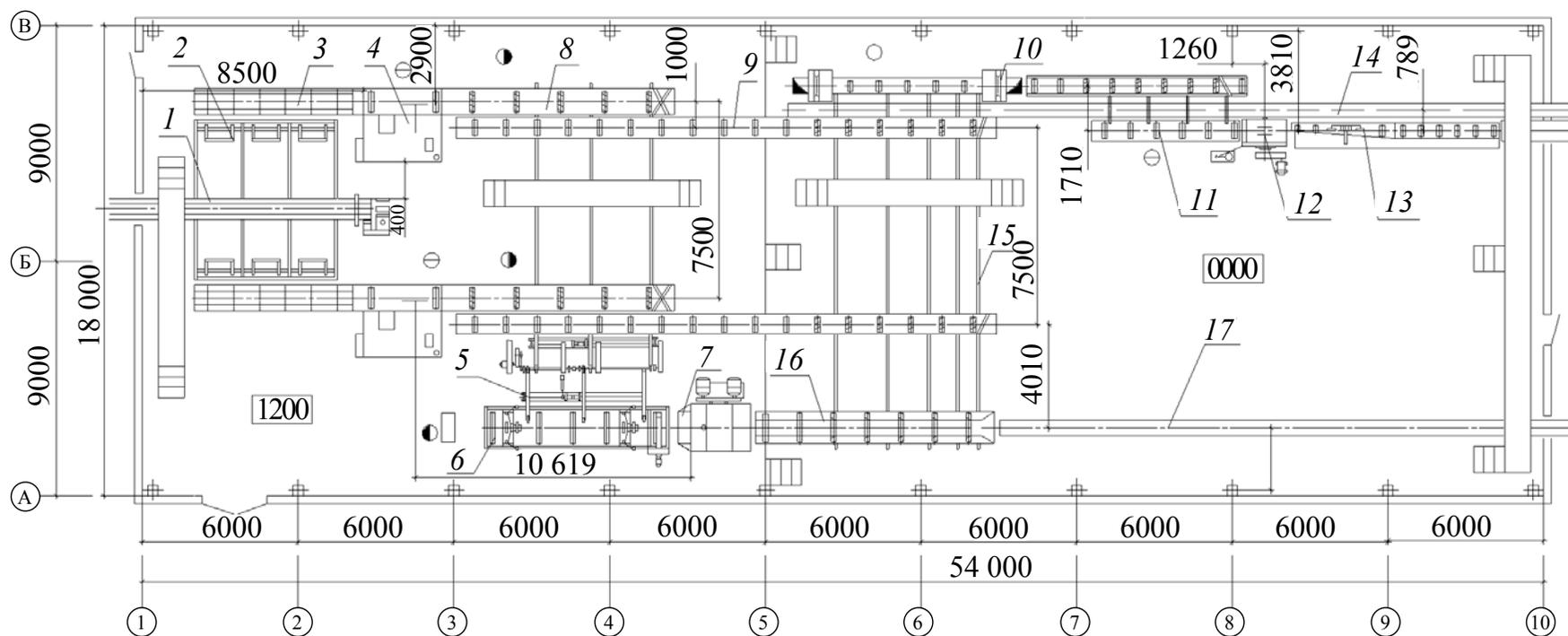


Рис. 12. Схема цеха на базе однопильных круглопильных станков:

- 1 – загрузочное устройство; 2 – механизм поштучной выдачи; 3 – тележка; 4 – однопильный круглопильный станок;
 5 – брусоперекладчик; 6 – центрирующее устройство; 7 – многопильный 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

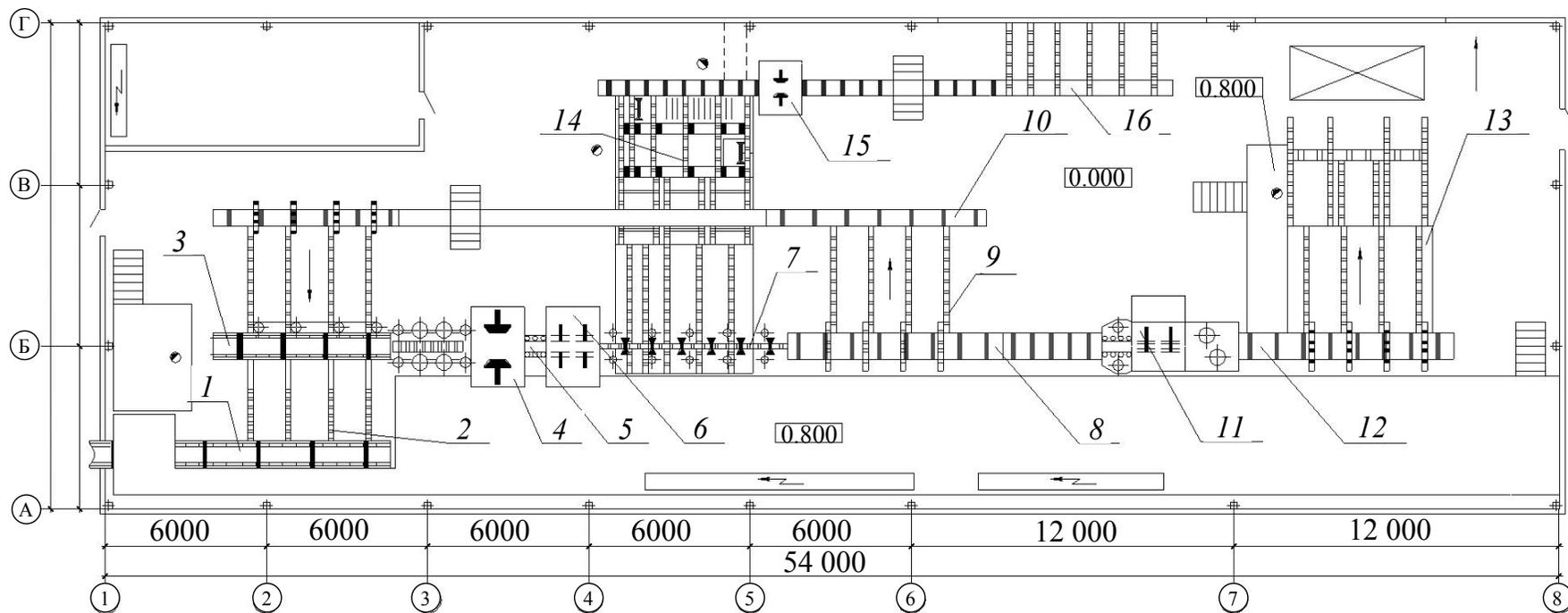


Рис. 13. Схема лесопильного цеха на базе фрезернопильного оборудования:

- 1 – продольный цепной конвейер; 2 – поперечный цепной конвейер; 3 – загрузочное устройство; 4 – фрезерно-брусующий станок; 5 – центровочно-загрузочное устройство; 6 – двухвальный круглопильный станок; 7 – отделитель досок; 8, 12 – рольганг; 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

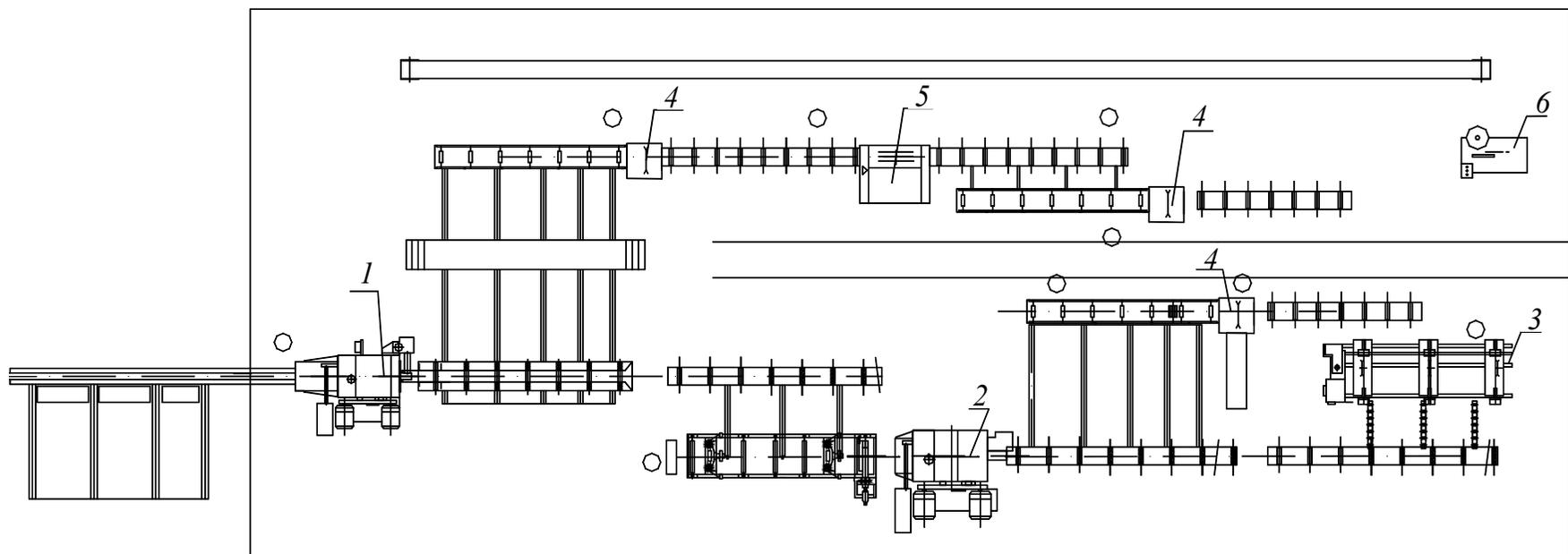


Рис. 14. Схема расположения оборудования в цехе на базе многопильных круглопильных станков:
 1 – станок для распиловки бревен; 2 – станок для распиловки брусев; 3 – трехпильный торцовочный станок;
 4 – торцовочный станок; 5 – многопильный обрезной станок; 6 – станок для переработки горбылей

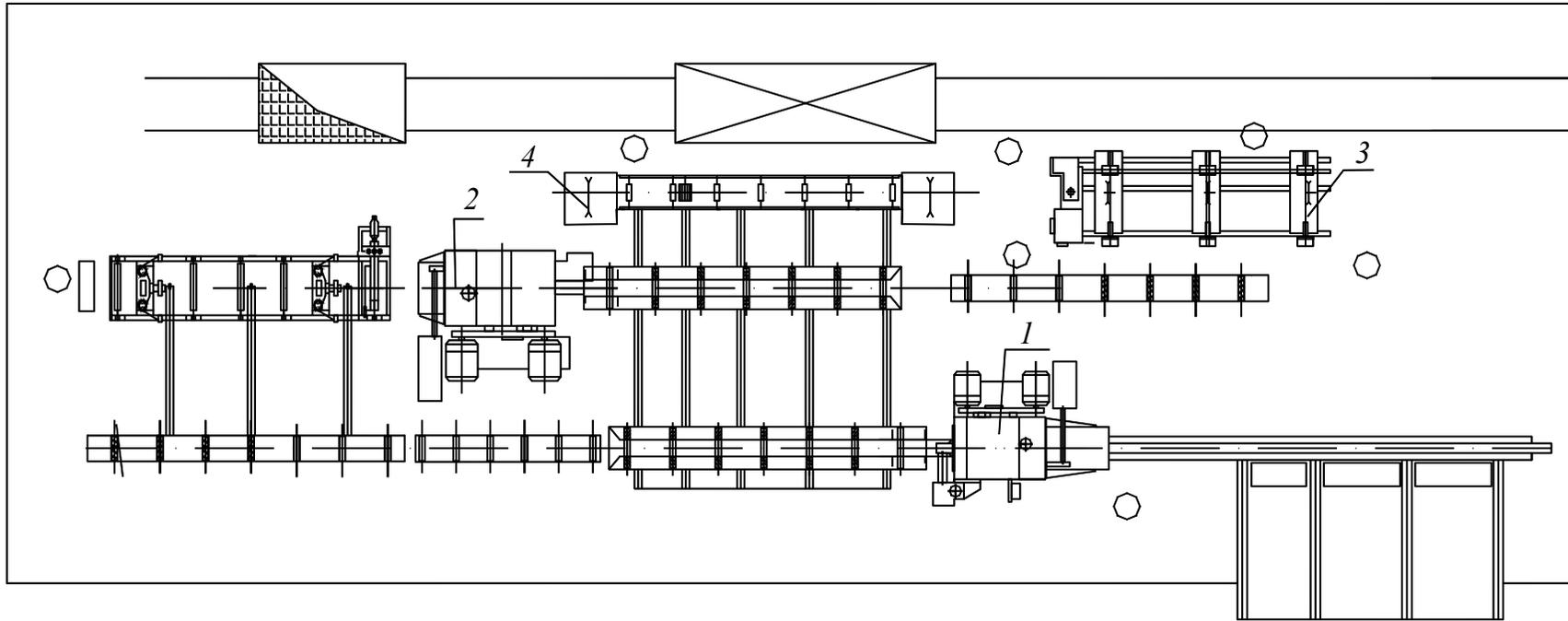


Рис. 15. Схема расположения оборудования в цехе
на базе многопильных круглопильных станков с поворотом потока:
1 – станок для распиловки бревен; 2 – станок для распиловки брусьев;
3 – трехпильный торцовочный станок; 4 – торцовочный станок

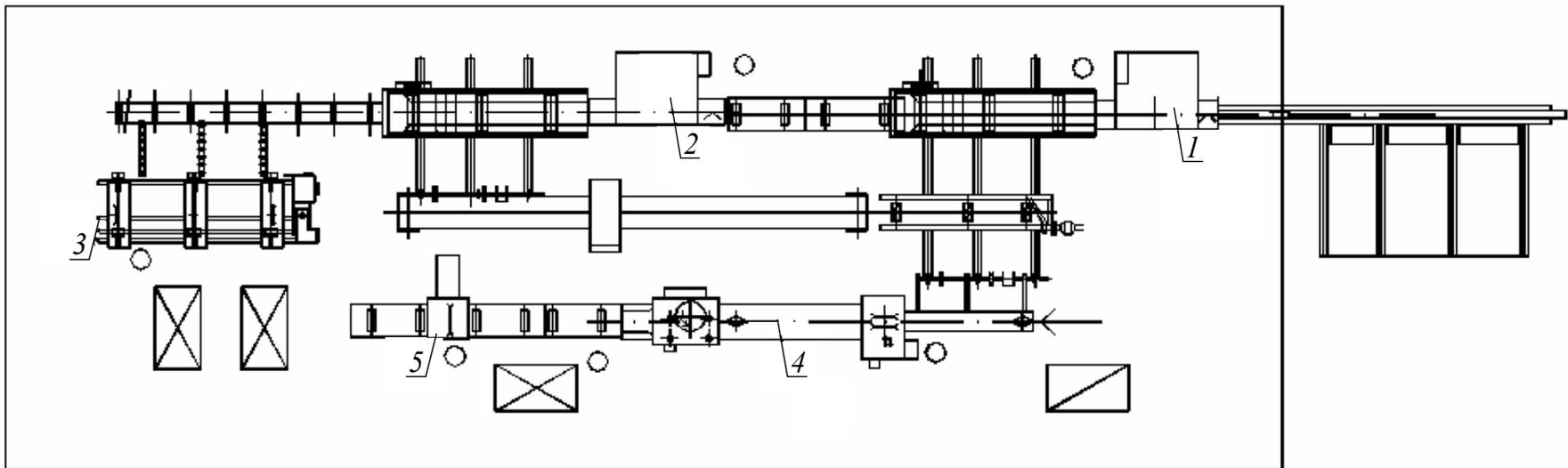


Рис. 16. Схема цеха на базе круглопильных станков:

- 1 – брусующий круглопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок для распиловки брусьев;
3 – торцовочный многопильный станок; 4 – линия переработки горбылей;
5 – торцовочный станок

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СКЛАДОВ СЫРЬЯ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

5.1. Склады 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 3 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 устанавливают с учетом применяемого грузоподъемного оборудования и размеров бревен;

- разрывы между соседними штабелями и группой штабелей устанавливают 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 м³ 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. 17.

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 продольным и цепным конвейерами.

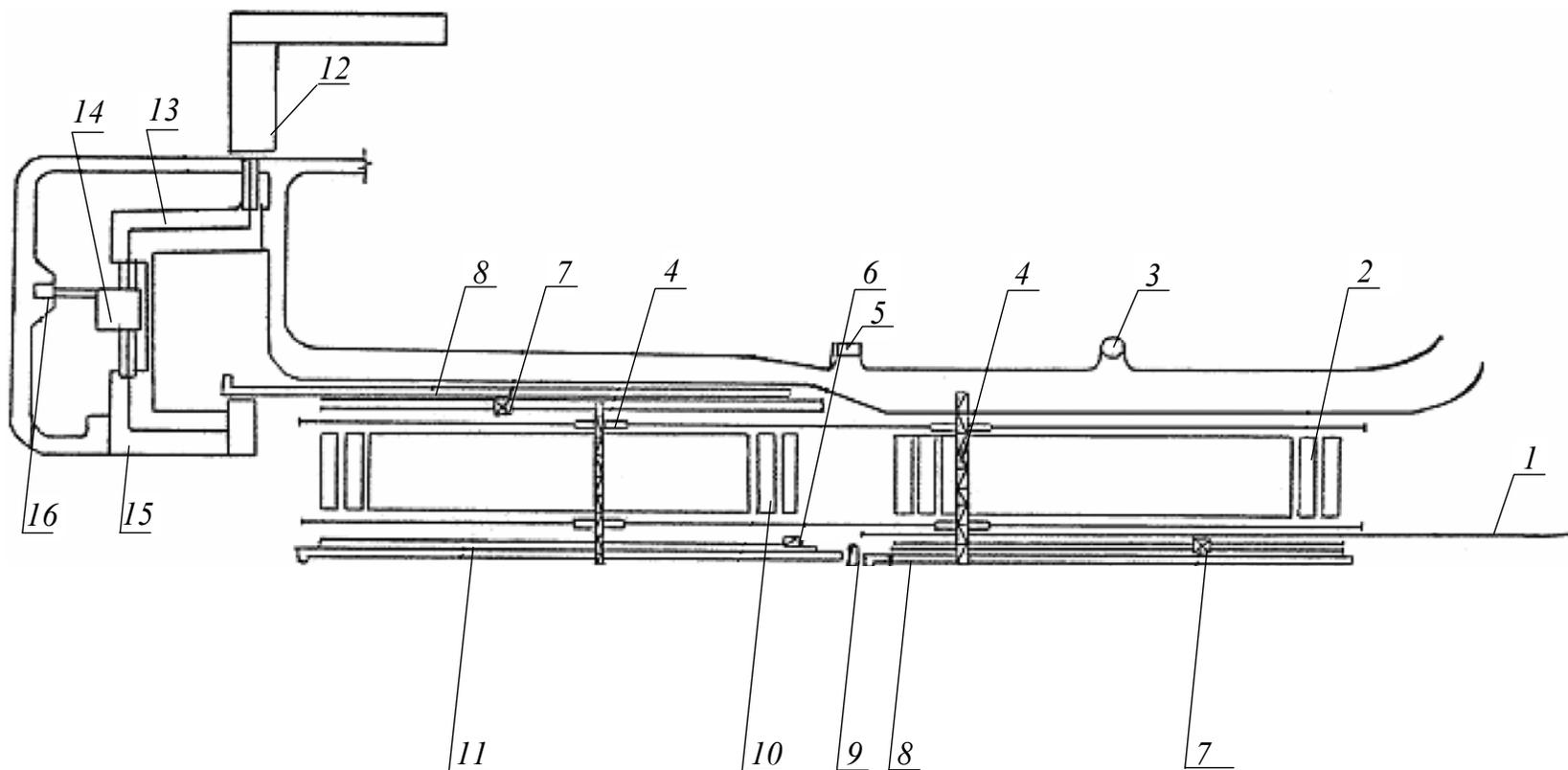


Рис. 17. Схема склада сырья лесопильного цеха:

- 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, проведенным в разделе 3. При этом определяют количество:

- грузоподъемного оборудования;
- сортировочных устройств;
- окорочных станков;
- 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.

5.2. 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 3.

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. 18.

Пиломатериалы перевозят на склад из лесопильного цеха автолесовозами. Формирование сушильных пакетов осуществляется на пакетоформировочной машине. Антисептирование досок осуществляется 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 пиломатериалов осуществляется башенными кранами в полувагоны.

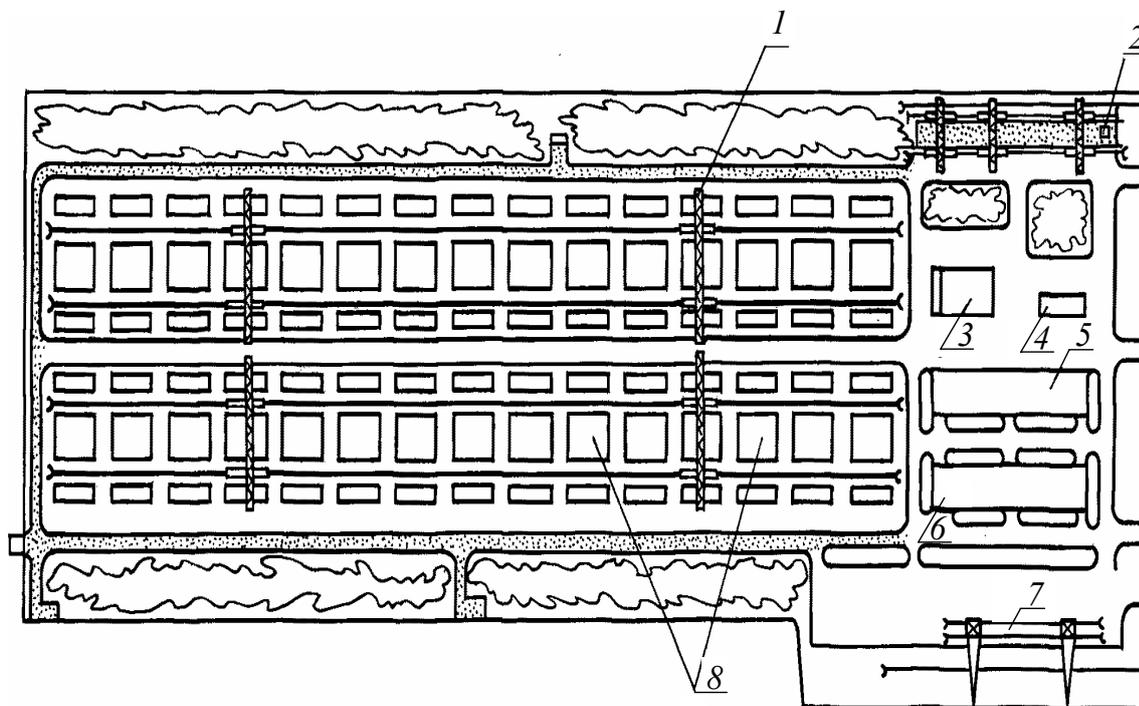


Рис. 18. Схема комплексно-механизированного склада пиломатериалов:
 1 – консольно-козловые краны; 2 – установка для антисептирования пиломатериалов; 3 – установка для торцовки и сортировки сухих досок по сортам; 4 – пакетоформирующая машина; 5 – склад сухих пиломатериалов; 6 – установка для сортировки 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 необходимого 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 пиломатериалов.

Методики выбора и расчета оборудования приведены в разделе 3 и учебнике [1], а также в специальной литературе [3]. 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

148. В лесопильном цехе, работающем в две смены 250 дней в году, ведется распиловка хвойных бревен на одноэтажных лесорамах и круглопильных станках. Годовая производительность цеха составляет 60 000 м³ бревен. На завод сырье поступает железнодорожным и автомобильным транспортом. Максимальный объем бревен, одновременно поступающих на завод, составляет 180 м³. Спецификация сырья включает бревна диаметром 14–36 см и длиной 4 м. Средний диаметр бревен – 20 см. Выбрать и определить требуемое количество оборудования для выгрузки, сортировки и окорки бревен и разработать схему склада сырья. Предусмотреть сортировку бревен по четным диаметрам.

149. Лесопильный цех работает 250 дней в 2 смены и распиливает за год 100 000 м³ бревен. Доставка сырья на завод осуществляется регулярно 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 требуемое

количество и разработать технологическую схему склада сырья. Предусмотреть сортировку бревен по четным диаметрам.

150. Выбрать оборудование для выгрузки, сортировки и окорки бревен, определить потребное количество и разработать технологическую схему склада сырья для условий, приведенных в табл. 19. Доставка сырья на завод осуществляется автомобильным и железнодорожным транспортом.

Таблица 19

Характеристика бревен на складе

Вариант	Годовая производительность	Диаметр поступающих бревен, см	Средние размеры бревен		Порода древесины	Объем одновременно поступающих бревен, м ³
			$d_{\text{ср}}$, см	$L_{\text{ср}}$, м		
01	30	14–32	18	4	сосна	90
02	50	16–30	20	5	сосна береза	100
03	80	18–32	20	6	сосна береза	100
04	100	16–38	20	4	сосна	120
05	120	14–38	22	6	сосна	180
06	50	18–32	22	5	сосна береза	120
07	60	16–34	20	4	сосна	120
08	80	14–38	22	4	береза	100
09	75	14–28	18	5	сосна береза	90
10	60	16–36	20	4	сосна	80
11	100	14–32	18	4	береза	120
12	50	16–30	18	5	сосна береза	60

151. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 19 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 120 000 м³ бревен, средний диаметр бревен – 22 см, длина – 6 м.

152. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 20 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 100 000 м³ бревен, средний диаметр бревен – 20 см, длина – 5 м.

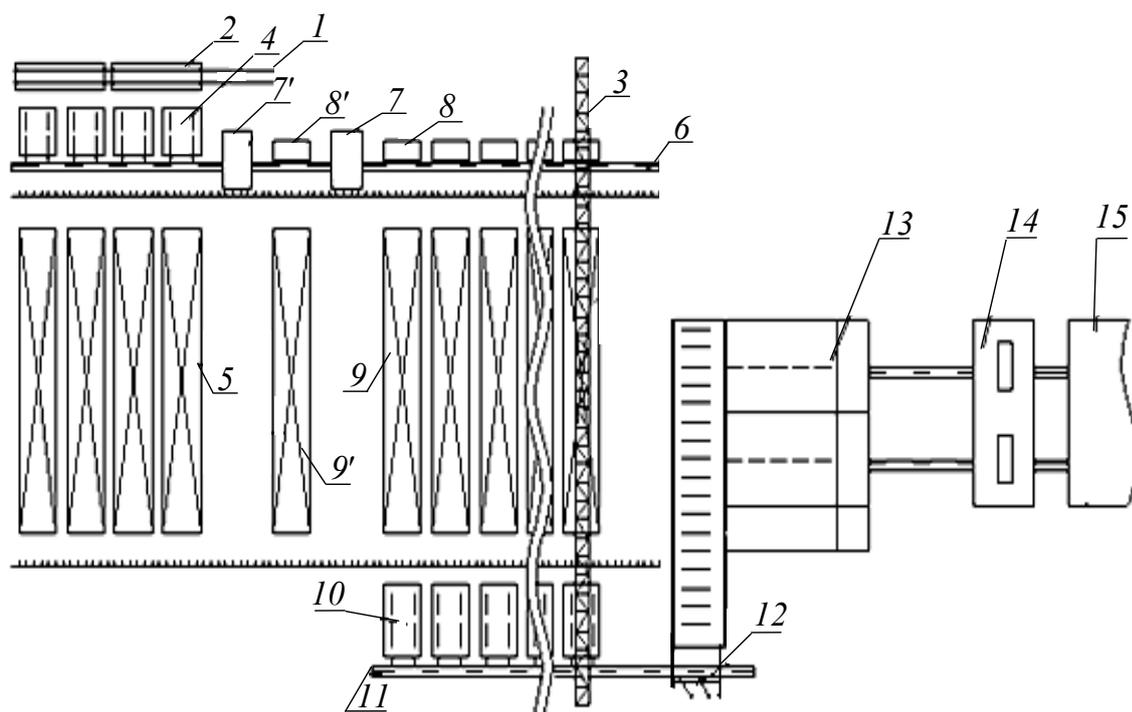


Рис. 20. Схема технологического процесса склада сырья с заводским бассейном и окорочной станцией:

- 1 – железнодорожный путь; 2 – полувагоны с сырьем;
 3 – консольно-козловой кран; 4 – приемные площадки с механизмами поштучной выдачи бревен; 5 – штабеля несортированных бревен;
 6 – сортировочный конвейер; 7' – дефектоскоп-металлоискатель;
 7 – пульт управления сортировкой бревен; 8' – лесонакопитель для некондиционных бревен; 8 – лесонакопители для рассортированных бревен; 9' – штабель некондиционных бревен; 9 – штабеля рассортированных бревен; 10 – накопительные площадки с механизмами поштучной выдачи бревен; 11 – продольный конвейер для подачи бревен в заводской бассейн; 12 – бревносбрасыватель;
 13 – заводской бассейн; 14 – окорочная станция; 15 – лесопильный цех

153. Выполнить описание и анализ технологической схемы складов сырья, приведенной на рис. 21 и в пособии [4]. Годовая производительность лесопильного цеха – 80 000 м³ бревен, средний диаметр бревен – 18 см, длина – 4 м.

154. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 22 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 100 000 м³. Отгрузке подлежат 60% пиломатериалов.

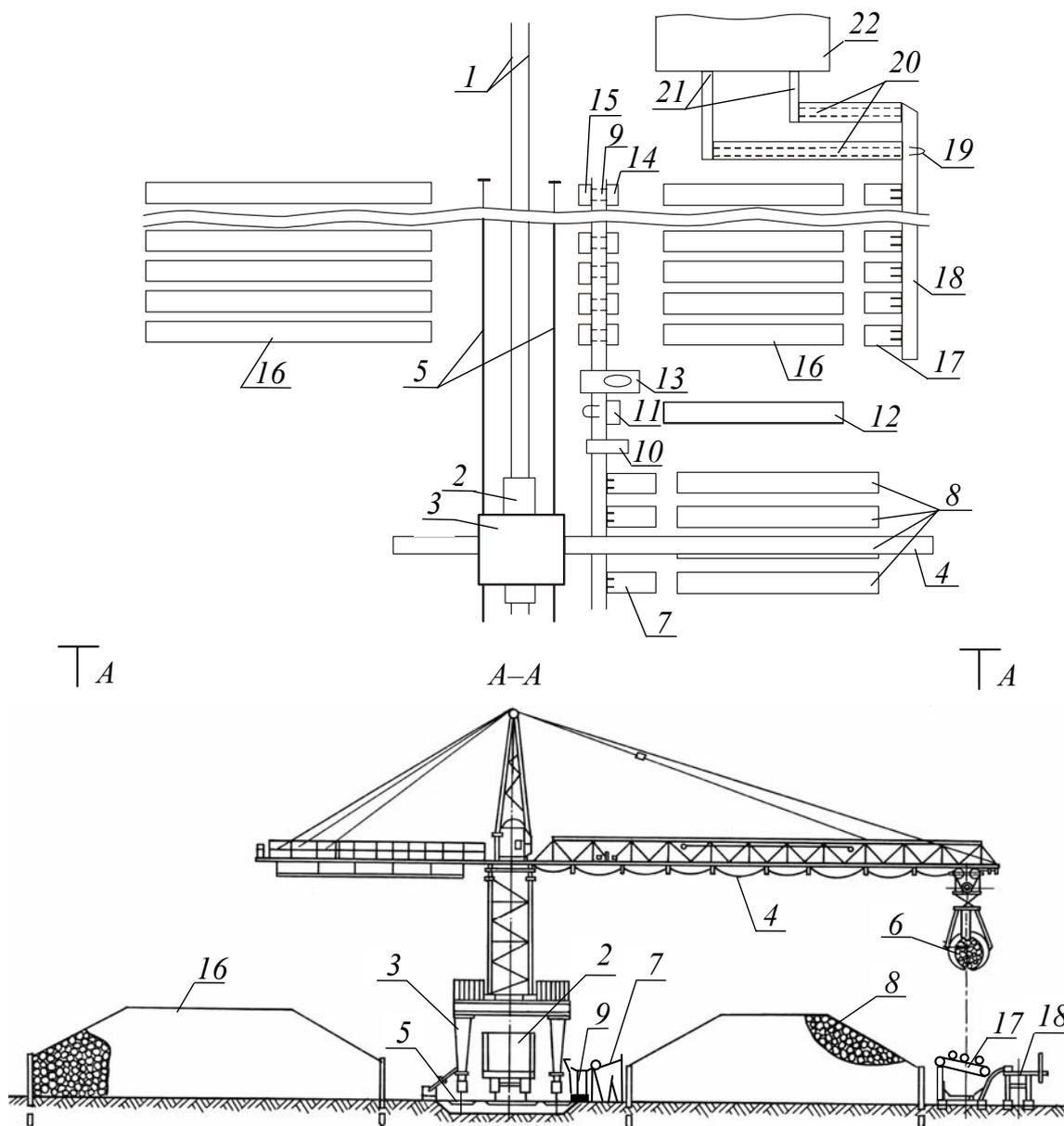


Рис. 21. Схема технологического процесса на складе сырья с башенным краном:

- 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 конвейер; 10 – дефектоскоп-металлоискатель;
 11 – лесонакопитель для некондиционных бревен; 12 – штабель для некондиционных бревен; 13 – пульт управления сортировочным конвейером;
 14 – двухсторонние лесонакопители для рассортированных бревен;
 15 – двухсторонние сбрасыватели бревен; 16 – штабели рассортированных бревен;
 17 – накопительные площадки с поперечным конвейером и механизмом поштучной выдачи бревен; 18 – продольный конвейер;
 19 – бревносбрасыватель; 20 – поперечные конвейеры с механизмами поштучной выдачи бревен; 21 – бревнотаски; 22 – лесопильный цех

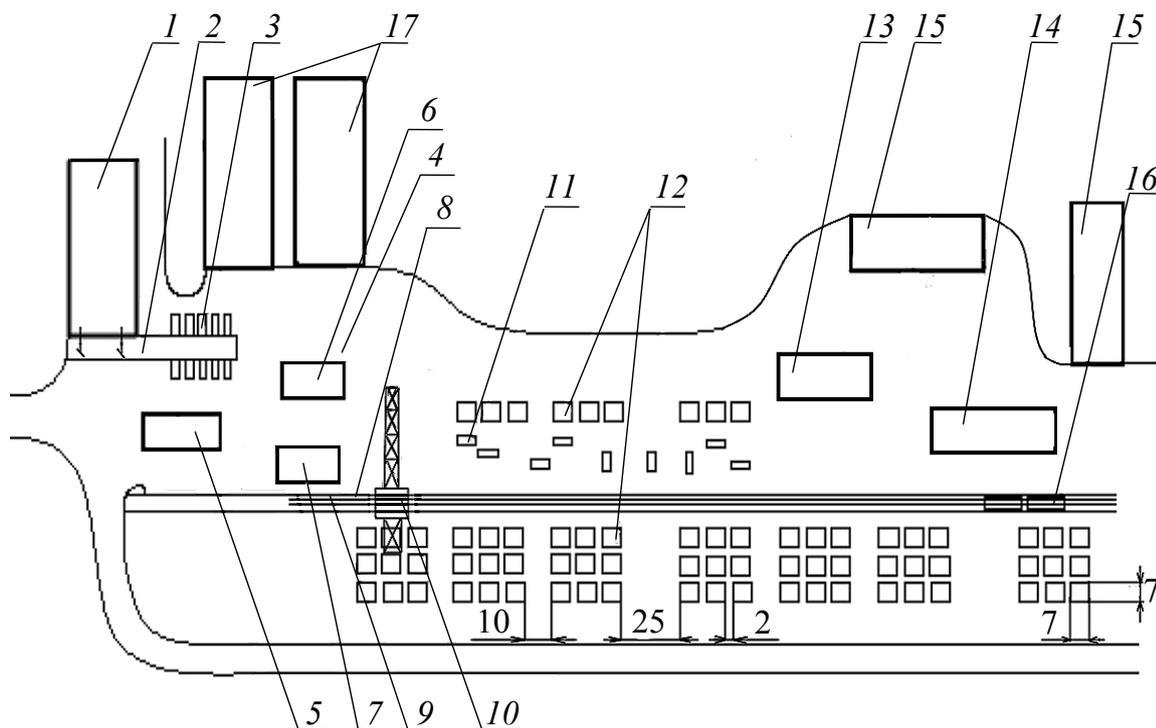


Рис. 22. Технологическая схема склада при отгрузке товарных пиломатериалов и их внутривозвратной переработке:

- 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 – деревообрабатывающие цехи

155. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 23 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 80 000 м³. Отгрузке подлежат 50% пиломатериалов.

156. Дать описание, выполнить анализ и разработать предложения по совершенствованию технологической схемы склада пиломатериалов, представленной на рис. 24 и в пособии [4]. Годовая производительность цеха по выпуску пиломатериалов – 40 000 м³.

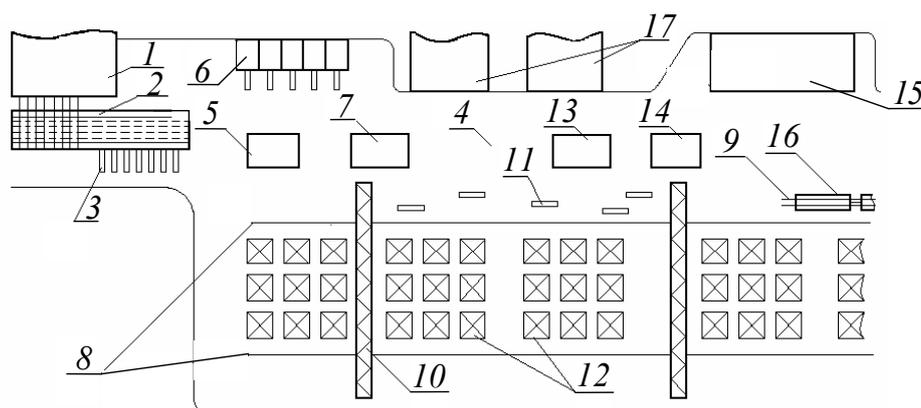


Рис. 23. Технологическая схема склада при внутривозвратной переработке и отгрузке пиломатериалов:

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

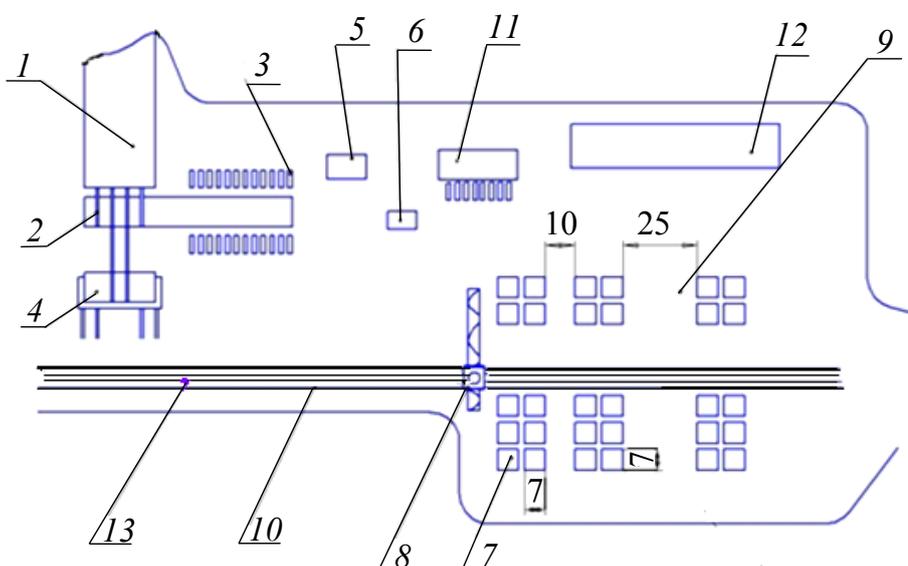


Рис. 24. Технологическая схема склада при внутривозвратной переработке пиломатериалов:

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

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Расход ширины поставка для пиломатериалов хвойных пород

Номинальная толщина или ширина доски (бруса), мм	Припуск на усушку для влажно- сти 20%, мм	Расход ширины поставка, мм, при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердцевинную доску или брус Р _с	на две доски	
			центральные 2Р _ц	боковые 2Р _б
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 2

**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 _с	на две доски	
			центральные 2Р _ц	боковые 2Р _б
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	—	—

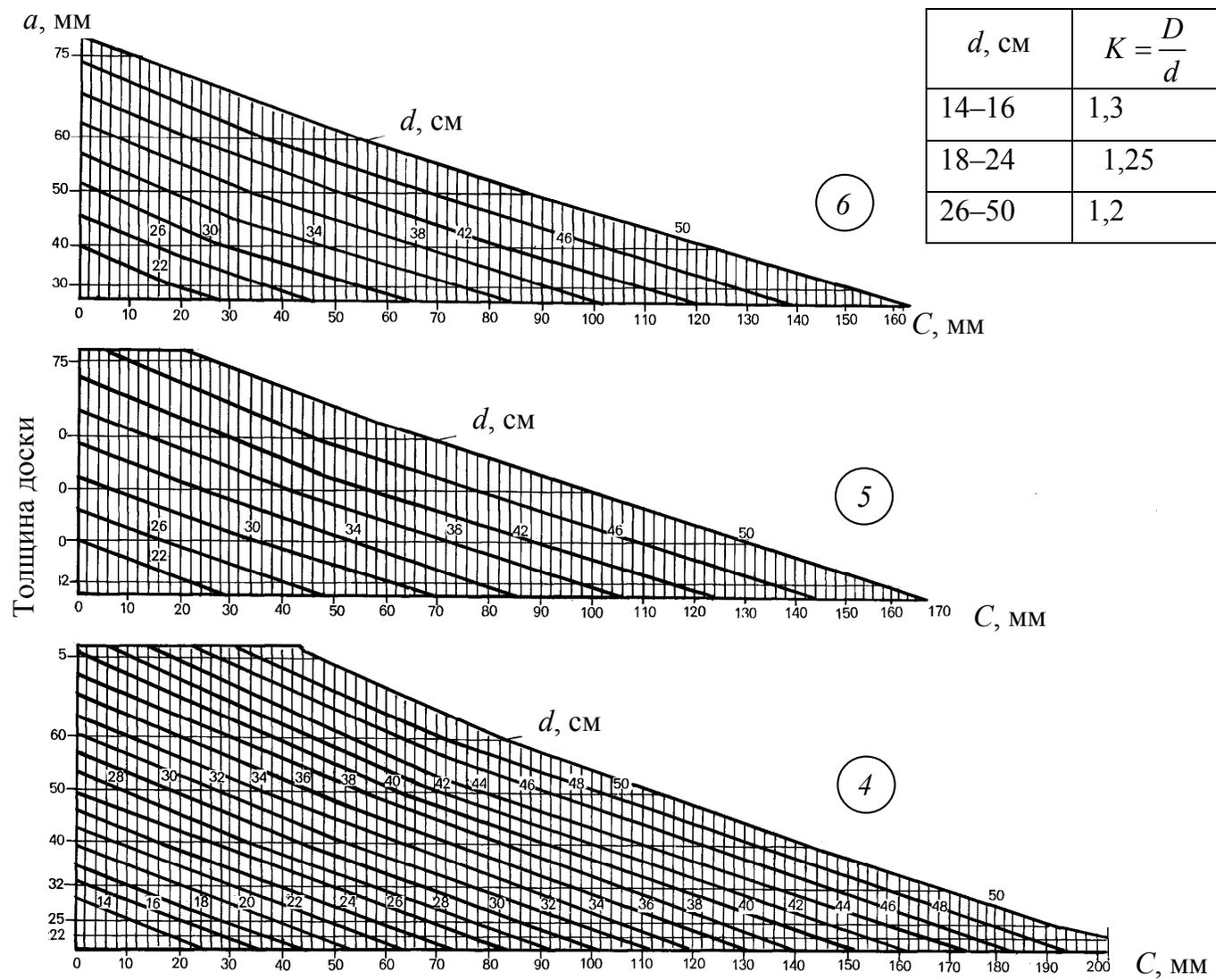


Рис. 1. Практические графики Н. А. Батина для составления поставов (окончание см. на с. 139)

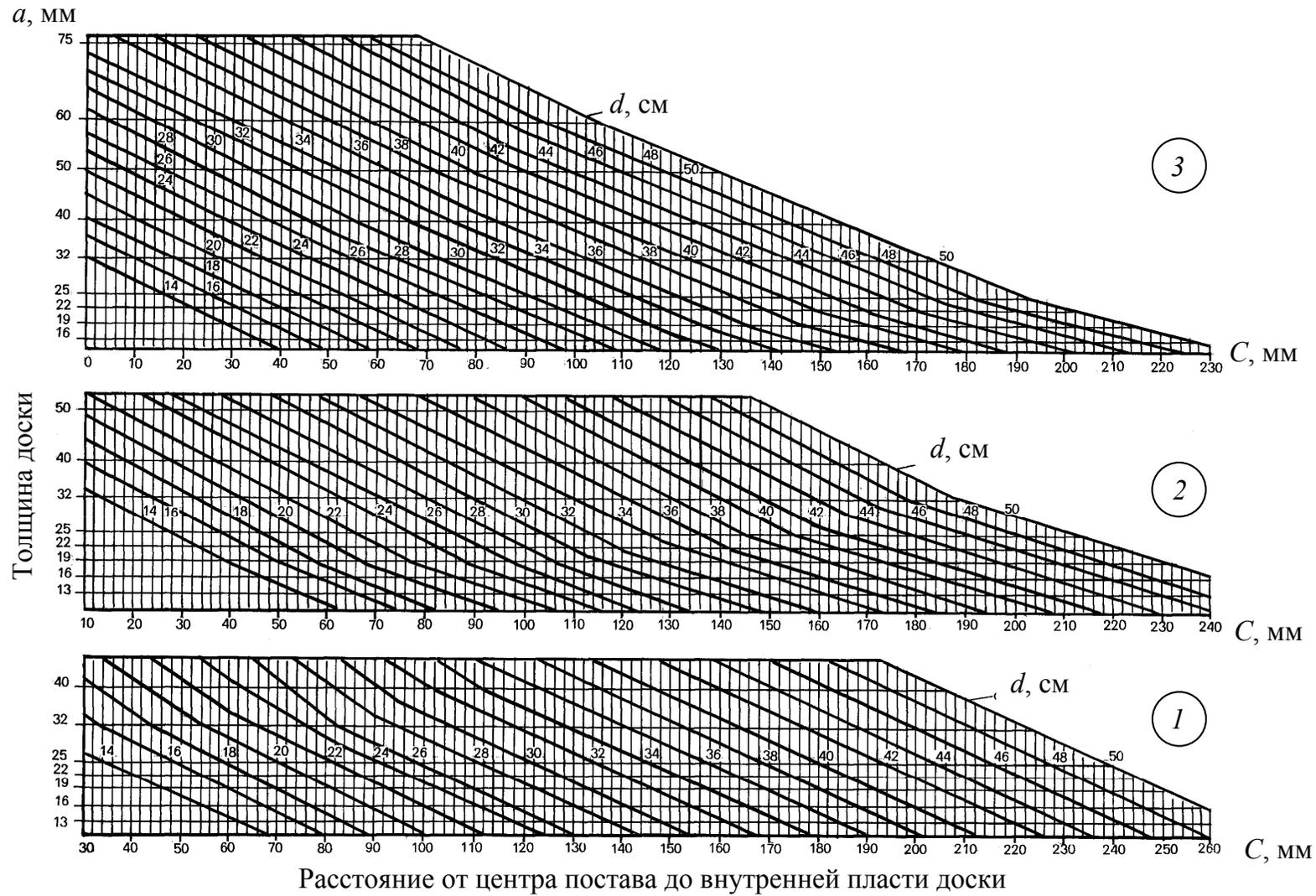


Рис. 1. Окончание (начало см. на с. 138)

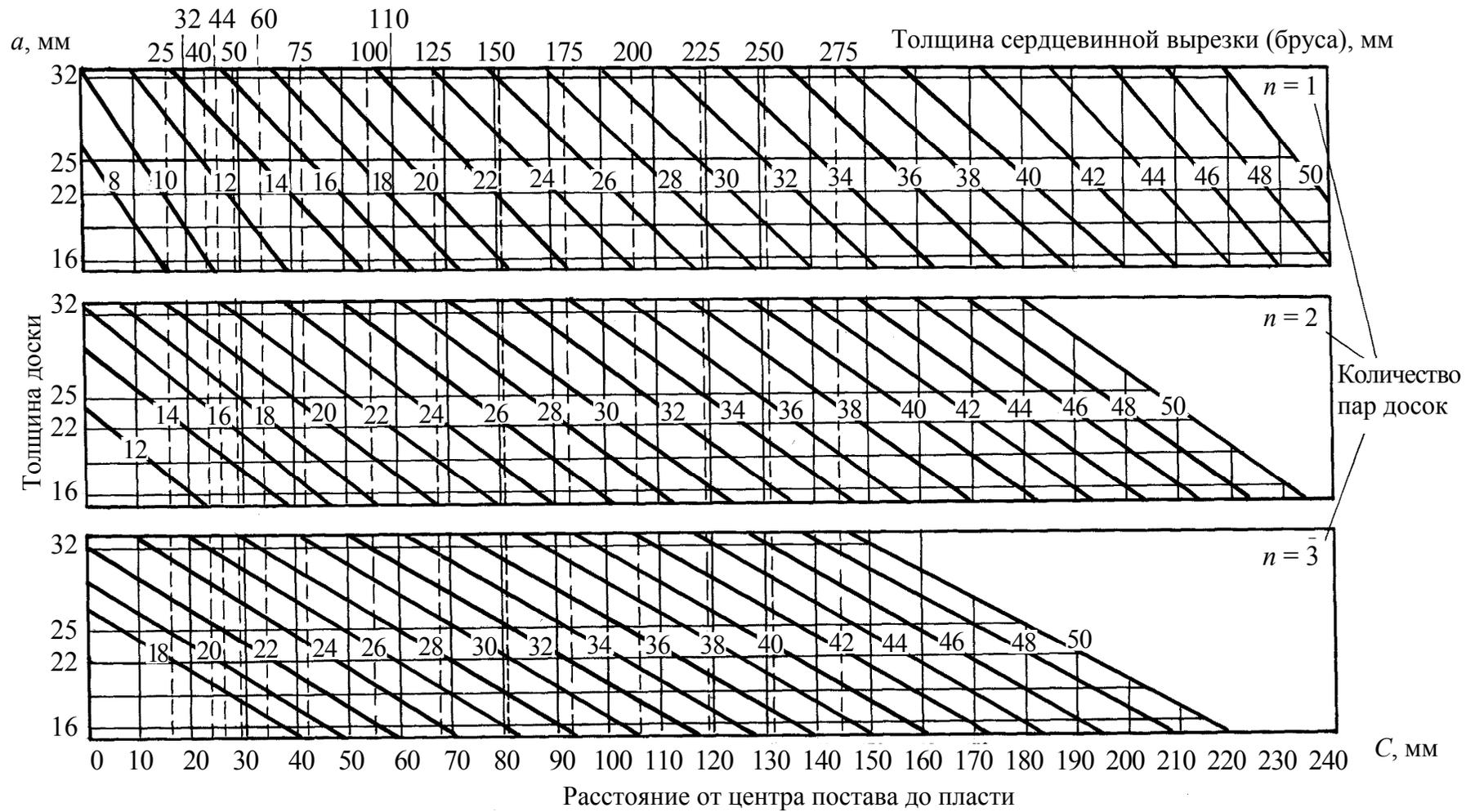


Рис. 2. Графики для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна по Н. А. Батину

Таблица 3

Значения $E_{кр}$ и $E_{кр(н/о)}$ при распиловке бревен

Диаметр бревна, см	Обрезные пиломатериалы							Необрезные хвойные пиломатериалы $E_{кр(н/о)}$, мм
	$E_{кр}$ при длине бревна, м							
	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 4

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

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
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
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 5

Значения коэффициента сбега

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м						
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1	2	3	4	5	6	7	8
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 6

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–(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 7

Значения толщины сердцевинных вырезок (по К. А. Басанцеву)

Диаметр бревен, см	Допустимая наименьшая толщина досок, мм		Диаметр бревен, см	Допустимая наименьшая толщина досок, мм	
	центральных	серцевинных		центральных	серцевинных
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			

Техническая характеристика лесопильных рам

Параметры	Двухэтажные лесопильные рамы				Одноэтажные лесопильные рамы			
	2P75-1A	2P75-2A	2P50-12	2P50-22	P63-4Б	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 коленчатого вала, мин ⁻¹	325	325	360	360	285	285	285	480
Длина бревен, м	3–7,5	3–7,5	3–7,5	3–7,5	3–7,5	3–7,5	1–4	0,8–4
Наибольший диаметр бревен, см	52,0	–	28,0	–	38,0	38,0	38,0	–
Наибольшая толщина бруса, см	–	40,0	–	24,0	–	–	–	4,0–12
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 9

Расчетные технические посылки, мм, при распиловке бревен вразвал или с брусочкой при выпилке двух брусьев на двухэтажных лесопильных рамах, $H = 600$ мм (порода – сосна, ель, пихта)

Диаметр бревна, см	Количество пил (пропилов)					
	до 8	до 8	9	10	11	12
	2P50	2P75				
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
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 10

Расчетные технические посылки, мм, при распиловке бревен с брусочкой при выпилке одного бруса на двухэтажных лесопильных рамах, $H = 600$ мм (порода – сосна, ель, пихта)

Диаметр бревна, см	Количество пил (пропилов)				
	до 8	до 6	8	10	12
	2P50	2P75			
1	2	3	4	5	6
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

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5	6
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 11

**Расчетные технические посылки, мм, при распиловке брусьев
на двухэтажных лесопильных рамах, $H = 600$ мм
(порода – сосна, ель, пихта)**

Толщина бруса, мм	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. 4–6 при распиловке бревен других пород величина посылки принимается такой же, 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; дуба – 0,65.

Таблица 12

**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.						
	Число пил в поставе, шт.						
	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	3	4	5	6	7
100	22	20	–	–	–	–	–
120	19	18	15	–	–	–	–
1	2	3	3	4	5	6	7
140	16	15	13	12	–	–	–
160	14	13	11	10	10	–	–
180	12	12	9	8	8	8	–

Окончание табл. 12

1	2	3	3	4	5	6	7
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
Б. Распиловка с брусом (I проход)							
Диаметр бревна в вершине d , мм	Величина посылки при распиловке бревна, мм/об.						
	Число 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 брусом (II проход)							
Толщина бруса a , мм	Величина посылки при распиловке бруса, мм/об.						
	Число пил в поставе, шт.						
	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8
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.

Таблица 13

Коэффициент использования лесопильного потока на базе двухэтажных лесопильных рам

Продолжительность распиловки бревна, с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>d = 24–30 см; количество брусьев в накопителе – 3</i>										
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 = 32–38 см; количество брусьев в накопителе – 2</i>										
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 = 40 см и более; количество брусьев в накопителе – 1</i>										
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

Технические характеристики круглопильных станков для распиловки бревен

Показатели	Ц2К-М	ЦМКД-28а	УСК-1-1 (KARA, ZRB-120)	ZRD-12	Ц-32	СМ2211
Длина бревна, м: наибольшая наименьшая	2,6 1	4 1	6 2	6,5 2	4 1	6 1
Диаметр бревна, см: наименьший наибольший	10 26	– 28	10 40	10 35	10 32	8 32
Толщина досок, мм	–	19	16	16	–	–
Толщина бруса, мм: наименьшая наибольшая	60 180	85 200	– 300	– –	60 200	70 –
Количество пил, шт.	2 (4)	2 (4)	1	2 вала по 6 пил	4	2 вала по 6 пил
Диаметр нижней пилы, мм	700–800	800	700–1000	500	900	500
Диаметр верхней пилы, мм	–	–	–	500	–	500
Частота вращения пильно- го вала, мин ⁻¹	–	–	1056	2650	1500	2600
Скорость подачи, м/мин	5–19	3,8–10	0–60	0–40	6–20	5–20
Мощность, кВт	37,75 (45,8)	63	38,62	117,5	52	53,5
Масса, кг	1700		4000	2800	1750	4400
Габариты станка, м: длина ширина высота	4,78 1,42 1,485	7,06 1,67 1,7	18,04 2,85 1,75	2,4 2,0 1,9	6,0 1,5 1,6	9,5 2,4 2,0
Производитель		Тюмень СЗ	Вологодский СЗ	Silmet	Киверцы-лесмаш	МЗАЛ

Таблица 15а

Технические характеристики многопильных станков для распиловки брусьев (толщина бруса – до 160 мм)

Показатели	Ц5Д-8	Ц8Д-11	Ц8Д-130	ЦМ-150К	ДК-120	ДК-150	ЦРМ-150
Размеры брусьев, мм:							
ширина	до 400	13–480	13–512	10–450	до 460	до 460	–
толщина	13–80	60–130	32–130	20–150	10–120	40–150	150
длина	600–6000	1000–7000	2000–6500	не менее 840	не менее 800	не менее 800	не менее 900
Количество пил, шт.	10	8	8	7	7	5	до 10
Диаметр пил, мм	280–315	430–450	450	500	500	500	–
Частота вращения пильного вала, мин ⁻¹	3000	1820	1820	1500	1950	1950	–
Просвет станка, мм	500	630	630	–	–	–	430
Наибольшее расстояние между крайними пилами, мм	370	480	512	–	220	220	–
Скорость подачи, м/мин	12,5; 27,4; 41	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	34,5; 49,5	49,5	57,3	46,5	30,75	30,75	56
Габариты станка, мм:							
длина	2335	3100	2560	2050	1800	1800	2500
ширина	1270	2190	2660	1300	1300	1300	1300
высота	1350	1370	1575	1750	1600	1600	1400
Масса, кг	3220	3580	3450	2000	1750	1750	2700
Производитель	Вологодский СЗ	Вологодский СЗ	Вологодский СЗ	Даниловский СЗ	Даниловский СЗ	Даниловский СЗ	Киверцылесмаш

Таблица 156

Технические характеристики многопильных станков для распиловки брусьев (толщина бруса – свыше 160 мм)

Показатели	Ц8Д8-М	Ц8Д-10	Ц7Д-К	ЦМР-4М (Н)	ЦРМ-200	ЦМ-200	СМ2210 (2215)
Размеры брусьев, мм:							
ширина	550	19–420	10–630	10–250	–	800	600
толщина	180	200	30–160	25–145 (50–160)	15–200	50–200	240
длина	500–7500	1700–7000	не менее 1000	не менее 450	не менее 1000	не менее 1200	не менее 800
Количество пил, шт.	8	8	14	10	10	7; 10	2×8 (2×12)
Диаметр пил, мм	560	400–500	560	250–400	400–630	630	400
Частота вращения пильного вала, мин ⁻¹	1500	1826	1500	2500	2800	1500; 3000	2600
Просвет станка, мм	630	630	–	–	–	–	600
Наибольшее расстояние меж- ду крайними пилами, мм	500	380	330	–	430	620	–
Скорость подачи, м/мин	10–80	3; 4; 5; 12; 16; 24	6; 9; 12; 18	6–60	6–20	4,2; 5; 6; 8	5–20
Мощность, кВт	116	49,7	55	60	110	110	101,5 (151,5)
Габариты станка, мм							
длина	3500	2980	2800	2450	2700	2400	2800
ширина	3465	2525	1250	2520	1500	2500	2550
высота	1414	1777	1500	1815	1700	1600	1600
Масса, кг	5900	5260	3200	5070 (4800)	3400	4000	5300 (4800)
Производитель	Ками СА	Вологод- ский СЗ	Данилов- ский СЗ	Новозыбков- ский СЗ	Киверцы- лесмаш	Ками СА	МЗАЛ

Таблица 16

Технические характеристики ленточнопильных станков

Показатели	LT25LE11	LT40HDG	HG7	MiniProfi 800	ЛЛК-1	2ЛЛК130-1	ЛЛК-2	ЛГР50-1
Количество пильных механизмов, шт.	1	1	1	1	1	2	2	1
Размеры бревен, мм:								
наибольший диаметр	810	900	900	1000	10–60	500	600	500
наибольшая длина	6 400	6 400	4 500	6 100	6 500	6 500	6 500	6 000
наименьшая длина	120	120	–	–	3 000	1 000	1 500	1 250
Ширина пропила, мм	2	2	1,8–2,2	2,2–3	2	2	2	1,5–2
Точность пропила, мм на 6 м	0,2	0,2	–	–	1	1	0,5	0,5
Средняя производительность, м ³ /ч	0,5	1	1,5	2,5	–	–	6	1
Скорость резания пилы, м/с	29,2	29,5	35	35	37	42	37	30
Скорость подачи, м/мин	ручная	14,6	до 58	до 75	до 60	0–80	0–80	ручная
Количество двигателей, шт.	1	1	1	–	–	–	–	1
Мощность, кВт	7,5	17,9	18	21	39	108		5,5
Габариты станка, мм:								
длина	8 000	8 500	6 000	7 700	13 500	20 400	17 180	7 540
ширина	2 000	2 000	2 370	2 470	2 300	5 550	3 510	1 640
высота	2 300	2 300	2 500	3 100	2 850	3 465	3 110	1 900
Масса станка, кг	1 132	1 365	2 000	2 500	4 100	16 500	9 900	300
Производитель	Woodmizer США	Woodmizer США	Pezzolato Италия	Pezzolato Италия	Данилов- ский СЗ	Данилов- ский СЗ	Данилов- ский СЗ	Данилов- ский СЗ

Технические характеристики фрезерно-пильных линий

Показатели	ЛАПБ-2М	ФБС 750М	ФБЛ-16М	GiGa 02В
Диаметр бревна, мм: в вершине	100–180	100–180	60–160	120–360
комле	280	260	240	–
Длина бревна, м	3–6,5	3–6,5	2–4	2–6
Максимальное количество выпиливаемых досок, шт.	4	–	–	–
Максимальное количество пил в поставе, шт.	5	–	–	–
Максимальная высота пропила, мм	155	–	–	250
Диаметр пилы, мм	630	–	–	300–400
Толщина пилы, мм	2,8–3	–	–	–
Толщина выпиливаемого бруса, мм	–	–	75–125	80–250
Количество фрезерных головок, шт.	–	2	–	2
Скорость подачи бревна, м/мин	40–60	50	18; 24; 36	20–60
Мощность, кВт	462	120	70	520
Габариты станка, м:				
длина	35	3,3	10,4	28,05
ширина	5,44	3,3	2	10,5
высота	2,37	2,5	–	3,4
Масса станка, кг	52 500	10 500	4 500	–
Пропускная способность, шт./мин	7,5	9	–	–
Производитель	Вологодский СЗ	Краснофлотский МБЗ	Краснофлотский МБЗ	А. Costa, Италия

Таблица 18

Технические характеристики торцовочных станков

Показатели	ЦКБ 40-1	ЦКБ 63-1
Наибольшие размеры пропила, мм:		
высота	100	100
ширина	400	620
Диаметр пилы, мм	500	620
Частота вращения пильного вала, мин ⁻¹	1440	1440
Наибольшее количество двойных ходов пилы, мин ⁻¹	45	45–50
Установленная мощность, кВт	10	10
Габариты, м:		
длина	1,2	1,18
ширина	1,23	1,14
высота	1,08	1,16
Масса, т	1,0	0,92

Таблица 19

Технические характеристики обрезных станков

Показатели	МГО-1	Ц2Д-1Ф	Ц2Д-У	Ц2Д-8	Ц2Д-7А
1	2	3	4	5	6
Размеры распиливаемого материала, мм:					
ширина	75–250	75–300	75–250	60–300	60–500
толщина	13–50	13–32	13–80	13–60 (100)	13–60 (100)
длина	1500–7500	1850–7500	1500–7500	1500–7500	1500–7500
Количество пил, шт.	2	2	2	2	2 (3)
Диаметр пилы, мм	250	450	250, 315	400	400–500

1	2	3	4	5	6
Диаметр фрезы, мм	–	563	–	–	–
Частота вращения пильного вала, мин ⁻¹	2850	1630	2850	3000	2400
Просвет станка, мм	630	630	630	710	800
Скорость подачи, м/мин	17 и 30	147	17 и 30	60; 80; 90; 100; 110; 120; 150	60; 80; 90; 100; 110; 120; 150
Общая установленная мощность, кВт	11	87,2	11	38 (53)	38 (53)
Габариты станка, мм:					
длина	1300	2520	1560	2200	2650
ширина	1450	2620	1570	1600	2050
высота	1250	1290	1290	1310	1250
Масса, кг	1060	4420	1180	3660 (3800)	4250

Таблица 20

Технические характеристики рубительных машин

Показатели	MP2-20, MP2-20H	MPГ-20Б-1	MPH-40-1	MP3-40H	MP3-50H
1	2	3	4	5	6
Производительность, пл. м ³ /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	–	1 000	–	–	–
максимальная длина	–	6 000	–	–	–

Окончание табл. 20

1	2	3	4	5	6
Мощность электродвигателя, кВт	75	75	160	132	160
Частота вращения, мин ⁻¹	600	750	600	600	600
Скорость конвейера, м/с	–	2,5–2,6	–	–	–
Габаритные размеры, мм	2 830×1 640×1 505	2 520×1 720×1 490	–	–	–
Масса, кг	6 060 (MP2-20) 5 670 (MP2-20H)	6 200	10 550	8 710	8 930

Таблица 21

Технические характеристики сортировочных установок для щепы

Показатели	СЦ-70	СЦ-140	СЦ-200
Производительность в насыпном объеме, м ³ /ч	70	140	200
Количество сит, шт.	2	2	3
Угол наклона сит, град	5	5	5
Площадь рабочей поверхности сит, м ² :			
верхнего	2	4	5,6
среднего	–	–	5,6
нижнего	2	4	5,6
Частота колебаний ситовой коробки, с ⁻¹	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 22

Технические характеристики продольных цепных конвейеров

Показатели	БА-40	БА-60	БА-100
Размеры бревен:			
наибольший диаметр, см	40	60	100
длина, м	3–7,5	3–7,5	3–7,5
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 23

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	6 100	11 100	21 100	41 100
ширина	7 000	7 000	7 000	7 000
высота	1 060	1 060	1 060	1 060
Масса, кг	1 200	1 600	2 400	4 100

Таблица 24

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	1–4,5	1,7–10	1,7–10	2,8–10	4,5–20
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 25

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, до-сок/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 26

Технические характеристики кранов

Показатели	КБ-572А	ККЛ-8	ККЛ-12,5	ККС-12,5
1	2	3	4	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

Окончание табл. 26

1	2	3	4	5
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 27

Технические характеристики лесовозов и лесопогрузчиков

Показатели	4049М	4008	Т-140М	Валмет		Амкодор 352Л
				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 28

Технические характеристики сортировочных конвейеров для бревен

Показатели	Сортировочные устройства			
	БС-60-2Ф	РБ2-12	ЛСБ-15	ЛТ-86А
Размеры бревен: диаметр, см длина, м	12–60 4–7	10–60 4–7	12–55 4–6,5	8–110 1,6–6,5
Количество сортировочных мест, шт.	32 + 2	12 + 2	16	13
Скорость, м/с	2	1,6	1,8	0,8
Производительность, бревна/ч	800	700	640	400
Установленная мощность, кВт	390	79	122	37
Масса, т	400	60,5	42	18

Таблица 29

Технические характеристики окорочных станков

Показатели	ОК40-2	2ОК40-2	ОК63-2	2ОК63-2
Размеры бревна: диаметр, см длина, м	6–35 1,5–6,5	6–35 2,5–6,5	10–55 2,7–7,5	10–55 2,7–7,5
Диаметр просвета ротора, мм	400	400	630	630
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	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

Технические характеристики роликовых конвейеров

Показатели	Для лесопильных рам				Навесные		Для круглопильных станков (распиловка бруса)	
	1-го ряда		1-го ряда					
	ПРД-63	ПРД-80	ПРД-63	ПРД-80	ПРДН-5	ПРДН-6	ВЦ8Д-8	РЦ8Д-8
1. Размеры досок (брусьев):								
длина, 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	2,7–7,5	2,0–7,5
ширина, мм	80–530	100–700	60–300	80–400	60–300	80–320	550	100–500
толщина, мм	–	–	16–100	16–100	16–100	16–100	60–200	80–180
2. Размеры роликов, мм:								
диаметр	219	219	219	219	219	219	–	–
длина	800–1 400	800–1 400	1 120	1 400	500	630	–	–
3. Расстояние между роликами, мм	1 450	1 450	1 350	1 350	1 450	1 450	–	–
4. Окружная скорость роликов, м/с	2,12	1,59	1,15	1,15	2,90	1,30	–	–
5. Установленная мощность, кВт	4,5	4,5	2,8	4,0	2,8	3,0	4,0	3,0
6. Габариты, мм:								
длина	23 680	23 680	10 865	10 865	9 930	9 995	6 400	10 420
ширина	2 460	2 930	2 490	3 015	1 080	1 210	2 000	2 030
высота	1 600	1 540	725	800	680	680	1 400	970
7. Масса, кг	4 104	5 224	2 515	2 835	1 336	1 470	2 300	2 500

ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич, А. А. Технология лесопильного производства: учебник для вузов / А. А. Янушкевич. – Минск: БГТУ, 2010. – 330 с.
2. Янушкевіч, А. А. Тэхналогія лесапільнай вытворчасці. Курсавое і дыпломнае праектаванне: вучэб.-метады. дапаможнік / А. А. Янушкевіч. – Мінск: БДТУ, 2008. – 148 с.
3. Справочник по лесопилению / под ред. А. М. Копейкина. – М.: Экология, 1991. – 491 с.
4. Пастушени, В. И. Складские работы на лесопильных предприятиях: учеб.-метод. пособие / В. И. Пастушени. – Минск: БГТУ, 2011. – 170 с.
5. 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.
6. Волынский, В. Н. Каталог деревообрабатывающего оборудования / В. Н. Волынский. – М.: АСУ-Импульс, 2003. – 378 с.
7. 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.
8. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р. Е. Калитеевский. – СПб.: Профинформ, 2005. – 480 с.
9. Трофимов, С. П. Механический транспорт деревообрабатывающих предприятий: учеб. пособие / С. П. Трофимов. – Минск: БГТУ, 2005. – 94 с.
10. Янушкевич, А. А., Процессы раскроя бревен на пиломатериалы курса «Технология ЛДП»: метод. пособие / А. А. Янушкевич, И. Н. Кухаренко. – Минск: БТИ им. С. М. Кирова, 1986. – 70 с.
11. Янушкевіч, А. А. Тэхналогія лесапільна-дрэваапрацоўчых вытворчасцей: практыкум / А. А. Янушкевіч. – Мінск: БДТУ, 2004. – 138 с.

12. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия: СТБ 1711-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 11 с.

13. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия: СТБ 1712-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 16 с.

14. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия: СТБ 1713-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 11 с.

15. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия: СТБ 1714-2007. – Введ. 01.05.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 9 с.

16. Пиломатериалы. Доски необрезные. Методы определения объема: СТБ 1628-2006. – Введ. 01.11.2006. – Минск: Госстандарт, 2006. – 6 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ	5
1.1. Пиломатериалы	5
1.2. Бревна	10
Контрольные вопросы	16
Задачи	16
1.3. Составление поставов	23
1.4. Расчет поставов на выпилровку обрезных досок	29
1.5. Расчет поставов на выпилровку необрезных досок	31
1.6. Нормирование расхода сырья на пиломатериалы	39
1.7. Баланс древесины	40
Контрольные вопросы	42
Задачи	43
2. ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ	48
2.1. Лесопильные рамы	48
2.2. Круглопильные и ленточнопильные станки	54
2.3. Линии агрегатной переработки бревен	57
2.4. Станки для торцовки и обрезки досок	58
2.5. Оборудование для переработки отходов	60
2.6. Транспортное оборудование	61
2.7. Сортировочные установки для пиломатериалов	64
2.8. Техничко-экономические показатели лесопильного цеха	66
Контрольные вопросы	69
Задачи	71
3. СКЛАДЫ СЫРЬЯ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ	81
3.1. Грузоподъемное и транспортное оборудование	81
3.2. Оборудование для сортировки бревен	84
3.3. Окорочные станки	86
Контрольные вопросы	89
Задачи	90

	167
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ	98
Контрольные вопросы	106
Задачи	107
5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СКЛАДОВ СЫРЬЯ И ПИЛОМАТЕРИАЛОВ	123
5.1. Склады сырья	123
5.2. Склады пиломатериалов	126
Контрольные вопросы	129
Задачи	129
Приложение	136
Литература	164

Учебное издание

Янушкевич Антон Антонович

**ТЕХНОЛОГИЯ
ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.
ПРАКТИКУМ**

Учебное пособие

Редактор *Р. М. Рябая*

Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*

Корректор *Р. М. Рябая*

Подписано в печать 25.04.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,8. Уч.-изд. л. 10,0.
Тираж 425 экз. Заказ 102.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.

Переплетно-брошюровочные процессы
произведены в ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
Ул. Красная, 23, 220600, г. Минск. Заказ .