

*Посвящаю 65-летию Великой Победы и светлой
памяти моего учителя Николая Арсеньевича
Батина (1911–1997) – участника Великой
Отечественной войны, Заслуженного работника
высшей школы БССР, доктора технических наук,
профессора, внесшего большой вклад в развитие
теории и технологии лесопильного производства*

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Янушкевич

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Утверждено

*Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений
по специальностям «Технология деревообрабатывающих
производств», «Машины и оборудование лесного комплекса»,
«Профессиональное обучение (деревообработка)»*

Минск 2010

УДК 674.093(075.8)

ББК 37.132я73

Я65

Рецензенты:

кафедра «Металлические и деревянные конструкции»
Белорусского национального технического университета
(кандидат технических наук, доцент *А. В. Оковитый*);
кандидат технических наук, директор филиала «Домостроение»
РУП «Завод газетной бумаги» *В. В. Тулейко*

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 : учебник для студентов высших учебных заведений по специальностям «Технология деревообрабатывающих производств», «Машины и оборудование лесного комплекса», «Профессиональное обучение (деревообработка)» / А. А. Янушкевич. – Минск : БГТУ, 2010. – 330 с.
ISBN 978-985-434-961-9.

В учебнике приведены характеристика продукции и сырья лесопильного производства, теория раскроя круглых лесоматериалов на пилопродукцию; описаны современные технологические процессы и оборудование участков лесопильного производства: складов сырья, лесопильных цехов, сортировки пилопродукции, складов пиломатериалов; рассмотрены вопросы комплексного использования древесины; даны методики расчета сырья, выбора и расчета технологического и вспомогательного оборудования и разработки технологических планов лесопильных цехов, а также сведения об охране труда на производственных участках.

УДК 674.093(075.8)

ББК 37.132я73

ISBN 978-985-434-961-9

© Янушкевич А. А., 2010

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2010

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 в комплексной дисциплине «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.

Современные технологические процессы лесопильного производства предусматривают применение высокопроизводительного оборудования, которое обеспечивает рациональный раскрой сырья, высокое качество пилопродукции и безопасные условия труда.

В лесопилении все шире применяют автоматизированные системы для измерения и учета лесоматериалов и их оптимального раскроя с использованием компьютерной техники и оборудования с программным управлением. Все это требует специальных знаний, которыми должны владеть специалисты лесопильных предприятий.

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.

При написании учебника использован многолетний опыт преподавания дисциплины автором и сотрудниками кафедры. В учебник включены результаты научных исследований по теории раскроя бревен на пиломатериалы и по совершенствованию технологии лесопиления, которые выполнены доктором технических наук профессором Н. А. Батыным и сотрудниками кафедры под его руководством, а также научные разработки других лесотехнических ВУЗов и отраслевых НИИ, опыт работы лесопильных предприятий.

Учебник «Тэхналогія лесапільна-дрэваапрацоўчых вытворчасцей» был издан автором на белорусском языке в 1997 г.

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

Настоящее издание учебника 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 сотрудникам кафедры технологии деревообрабатывающих производств, аспиранту Е. А. Жуковской, студентам Слушнику Сергею, Беть Снежане, Бубич Евгении, Грищенко Дарье, Дианову Вячеславу, Жавнерчик Екатерине, Зарубо Антоне, Ленцевичу Андрею, Мизевич Любове, Пачковской Юлии, Толстому Игорю, Усовой Ольге, Хвостовой Екатерине, Чайчицу Вадиму, Часнойть Марине, Черепковой Татьяне за помощь в подготовке учебника к изданию.

Автор благодарен рецензентам А. В. Оковитому и В. В. Тулейко за большой труд и полезные советы, которые содействовали улучшению качества учебника.

Автор надеется, что книга будет также полезной для специалистов лесопильного производства. Замечания и пожелания будут приняты автором с благодарностью.

ВВЕДЕНИЕ

Лесопильное производство является крупнейшим потребителем древесного сырья.

Распиловка бревен на пиломатериалы – первая технологическая операция механической обработки древесины. В результате выполнения этой операции получают пиломатериалы (брусья, доски, бруски, заготовки), которые широко используются в изготовлении строительных материалов и изделий, мебели, тары, музыкальных инструментов и т. п.

Одним из главных направлений повышения эффективности лесопильного производства является рациональное и комплексное использование древесного сырья с целью получения наибольшего объемного выхода спецификационных пиломатериалов высокого качества.

От того, как рационально использовано пиловочное сырье на первой стадии механической обработки, в значительной степени зависит эффективность всего лесопильно-деревообрабатывающего производства, поскольку в себестоимости лесопроductии доля сырья составляет около 75%.

Ежегодно в Беларуси по всем видам рубок заготавливается около 15 млн. м³ древесины, в том числе деловой – около 9 млн. м³. В стране каждый год вырабатывается около 2,5 млн. м³ пиломатериалов, которые идут на производство различной продукции. Например, на изготовление строительных материалов и ремонтно-строительные работы используется около половины пиломатериалов, на производство промышленной продукции и товаров народного потребления – около 30% пиломатериалов.

В соответствии с Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь предусмотрено дальнейшее строительство новых и модернизация действующих лесопильных предприятий с внедрением новых технологий и современного высокопроизводительного оборудования. На предприятиях концерна «Беллесбумпром» приоритетной задачей является организация производства пиломатериалов на основе использования фрезернопильного оборудования (ОАО «Светлогорский ЦКК», Шкловский РУП «Завод газетной бумаги», ОАО «Гомельдрев», ОАО «Речицадрев» и др.). Предусматривается существенная модернизация лесопильных цехов в системе Минлесхоза (Борисовский, Кличевский, Бегомльский, Островецкий ГЛХУ и др.), обеспечивающая выпуск конкурентоспособной пилопродукции.

В последнее время размерно-качественная характеристика пиловочного сырья ухудшается. Поэтому все большее внимание уделяется рациональному раскрою бревен, повышению качества пилопродукции и эффективному использованию отходов лесопиления. Проблема рационального использования древесины является частью проблемы охраны окружающей среды. На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях ежегодно образуется около 1 млн. м³ древесных отходов. Уменьшение количества отходов при организации рационального раскроя сырья и полное эффективное их использование даст возможность удовлетворить потребность в лесопроодукции без увеличения заготовки древесины, т. е. позволит сохранить лес – наше национальное богатство.

Рациональному использованию древесного сырья способствует внедрение в лесопильное производство современного оборудования (фрезернопильных линий, ленточно-конвейерных линий, автоматизированных сортировочных устройств и т. п.).

Среди многочисленных факторов, которые способствуют повышению эффективности лесопильного производства, особое место занимает подготовка инженерных работников, которые могут обеспечить новые подходы к организации производства в современных условиях.

Изучение технологии лесопильного производства по учебнику даст возможность заложить фундамент знаний, будет содействовать развитию способностей специалистов к самостоятельному и творческому решению производственных задач.

ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основной продукцией лесопильного производства являются пиломатериалы, которые вырабатывают при продольной распиловке круглых лесоматериалов (бревен). К дополнительной продукции относят технологическую щепу, получаемую при измельчении кусковых отходов: горбылей, реек и обрезков.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

С учетом большого разнообразия вырабатываемые пиломатериалы разделяют по следующим признакам.

По породам – хвойные и лиственные. К хвойным относят ель, сосну, кедр и др., к лиственным – березу, ольху, осину, дуб и др.

По назначению – внутригосударственного использования и экспортные. Пиломатериалы внутригосударственного использования в свою очередь бывают общего и специального назначения.

Пиломатериалы общего назначения применяют для производства строительных изделий и конструкций, мебельных заготовок и в других целях.

Пиломатериалы специального назначения (например для авиа- и судостроения, для музыкальных инструментов и т. д.) должны удовлетворять специальным требованиям в отношении размеров и наличия пороков древесины. Эти требования зависят от того, в какой отрасли промышленности будут применяться пиломатериалы. Например, авиационные пиломатериалы вырабатывают только I и II сортов; они имеют ограничения в отношении наличия и размеров пороков древесины, а также по показателям макроструктуры и по физико-механическим свойствам (количество годовых слоев на 1 см, плотность, прочность при сжатии в продольном направлении и т. д.).

Пиломатериалы для судостроения также имеют дополнительные ограничения в отношении наличия и размеров пороков (ограничены размеры сучков, трещин и др.). Пиломатериалы для производства музыкальных инструментов должны быть радиальной распиловки и в них ограничены размеры пороков древесины.

Экспортные пиломатериалы также имеют свои особенности в отношении размеров и наличия пороков древесины.

По виду обработки бывают обрезные пиломатериалы, у которых все четыре стороны обрезаны, или необрезные, у которых обрезаны

только две пласти, а кромки не обрезаны или обрезаны лишь частично. Бывают также односторонне-обрезные пиломатериалы.

По принятой терминологии пластью называют продольные широкие стороны доски, а кромкой – продольные узкие стороны доски (рис. 1). Часть поверхности бревна, что осталась на кромке доски, называют обзолом. Обзол бывает острый и тупой.

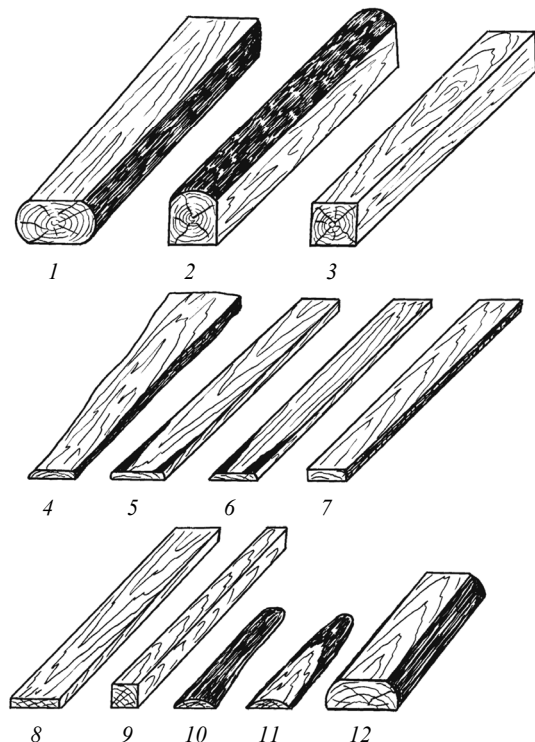


Рис. 1. Классификация пиломатериалов:

- 1 – брус двухкантный; 2 – брус трехкантный; 3 – брус четырехкантный;
 4 – доска необрезная; 5 – доска обрезная с тупым обзолом; 6 – доска обрезная с острым обзолом; 7 – доска односторонне-обрезная; 8 – доска обрезная;
 9 – брус; 10 – обапол горбыльный; 11 – обапол дощатый; 12 – шпала

По форме и размерам поперечного сечения пиломатериалы делятся на доски, бруски и брусья (рис. 1). Пиломатериалы, у которых толщина не более 100 мм, а ширина превышает две толщины, называют досками.

Если же эти пиломатериалы имеют ширину меньшую, чем две толщины, тогда это бруски. Пиломатериалы, толщина и ширина у которых больше 100 мм, называют брусьями.

По расположению пластей относительно годовичных слоев пиломатериалы бывают радиальной, тангенциальной и смешанной распиловки. К радиальным относятся пиломатериалы, у которых годовичные слои почти перпендикулярны к пласти (угол больше 60°). Они обладают лучшими резонансными свойствами и применяются в производстве музыкальных инструментов. К тангенциальным пиломатериалам относят пиломатериалы, у которых угол между пластью и касательной к годовичному слою меньше 45° .

По местоположению в бревне доски делятся на центральные, сердцевинные и боковые. Две доски, которые выпиливают из центра бревна, называются центральными. Если сердцевину бревна выпиливают в одну доску, тогда ее называют сердцевинной. Остальные доски, которые выпиливают за пределами двух центральных или одной сердцевинной, называют боковыми.

По качеству древесины, точности и качеству обработки пиломатериалы делятся по сортам, характеристика которых дается в соответствующих стандартах.

РАЗМЕРНАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Пиломатериалы должны удовлетворять требованиям стандартов в отношении размеров, качества древесины (по порокам), качества и точности обработки. Для хвойных и лиственных пиломатериалов общего назначения установлены соответствующие размеры и требования по качеству.

Пиломатериалы хвойных пород (обрезные и необрезные) должны соответствовать по толщине размерам, приведенных 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 как 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	Ширина (обрезные пиломатериалы)								
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 минус 1,0 мм; более 100 мм — от +3,0 мм до минус 2,0 мм;
- по ширине при размерах до 100 мм — от +2,0 мм до минус 1,0 мм; более 100 мм — от +3,0 мм до минус 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 (отборный, 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.

Сучки по форме и расположению на пластьях и кромках пиломатериалов могут быть различными (рис. 2). По состоянию древесины они бывают здоровые, загнившие, гнилые или табачные. В гнилом сучке гниль занимает больше 1/3 площади его разреза, в табачном древесина полностью или частично преобразуется в рыхлую массу.

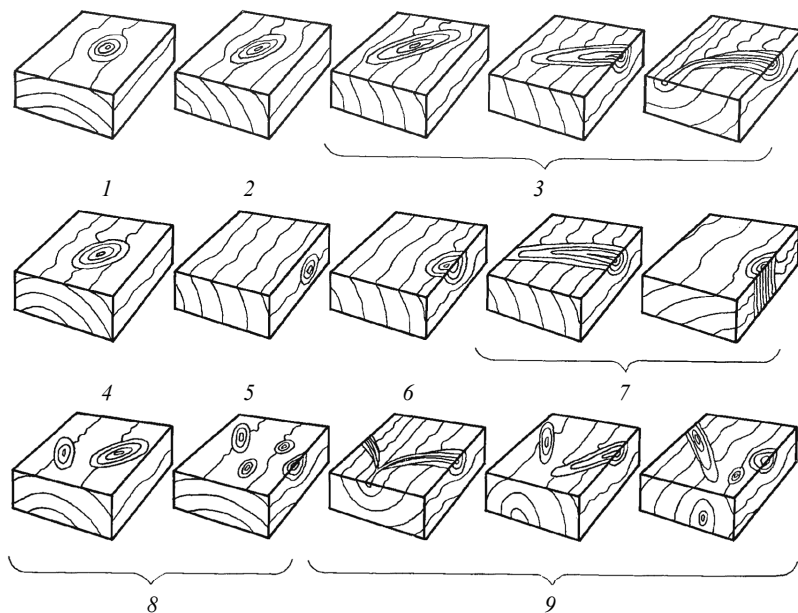


Рис. 2. Основные разновидности сучков в пиломатериалах:

- 1 – круглый; 2 – овальный; 3 – продолговатый;
- 4 – пластевой; 5 – кромочный; 6 – ребровой; 7 – сшивной;
- 8 – групповые; 9 – разветвленные

По степени срастания с окружающей древесиной бывают сучки, которые срослись с древесиной почти полностью (не менее 3/4 периметра

разреза сучка) или мало (менее $1/4$ периметра) и совсем не срослись (выпадающие). Сучки ухудшают внешний вид, нарушают однородность, вызывают искривление волокон древесины, затрудняют ее механическую обработку. Они отрицательно сказываются на прочности пилопродукции при растяжении вдоль волокон и изгибе. При поперечном сжатии и продольном скалывании сучки повышают прочность древесины.

Размер сучка – это расстояние между касательными к его контуру, которые проведены параллельно продольной оси пиломатериала. Размеры определяют в долях ширины (толщины) доски или в миллиметрах. При определении сорта пиломатериала учитывают вид сучков, их размеры и количество на любом однометровом участке доски по ее длине на каждой из сторон.

Трещины в зависимости от расположения в пиломатериале бывают пластевые, кромочные и торцовые, а в зависимости от глубины – неглубокие, глубокие и сквозные.

К неглубоким относят трещины глубиной не более 5 мм (у пиломатериалов толще 50 мм – глубиной не более $1/10$ толщины). Трещины, особенно сквозные, нарушают целостность пиломатериалов и снижают их механическую прочность.

Грибные поражения на пиломатериалах могут быть в виде цветных пятен и полос, плесени и гнили. Размеры этих пороков определяют в долях площади пиломатериала и строго ограничивают. Гнили в пиломатериалах не допускаются (кроме досок IV сорта, в которых допускается гниль в виде пятен и полос общей площадью не более 10% площади пиломатериала). Цветные пятна и полосы, плесень ухудшают внешний вид пиломатериалов. Из таких пиломатериалов нельзя производить, например, тару для хранения пищевых продуктов. Гнили значительно влияют на механические свойства древесины.

Обзол – это часть боковой поверхности бревна, которая осталась на кромке пиломатериала. Он бывает острый или тупой. В обрезных досках острый обзол не допускается, а размеры тупого обзола ограничиваются.

Параметр шероховатости поверхности пиломатериалов 0, I, II и III сортов не должен превышать 1250 мкм, а IV сорта – 1600 мкм.

Сорт пиломатериалов в виде соответствующего количества полосок или точек проставляют на торцах водостойкими красками или мелом. Доски IV сорта не маркируют. Маркировка досок общего назначения содержит только обозначение сорта, а специальных пиломатериалов – сорт и букву, которая соответствует их назначению. Например,

марка «IP» обозначает первый сорт резонансной доски, марка «II» – второй сорт доски общего назначения.

Пиломатериалы лиственных пород 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.

Определены 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 м 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 (см. табл. 1 и 2 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.

ИЗМЕРЕНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

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 чем 150 мм от торца; ширину необрезных досок определяют как полу-сумму ширины двух пластей, измеренных на середине ее длины (рис. 3):

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

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 предусмотрены три способа – поштучный, пакетный и выборочный.

При поштучном учете определяют объем каждой необрезной доски по формуле

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

где V – объем доски, м^3 ; 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 $K_y = 0,95$).

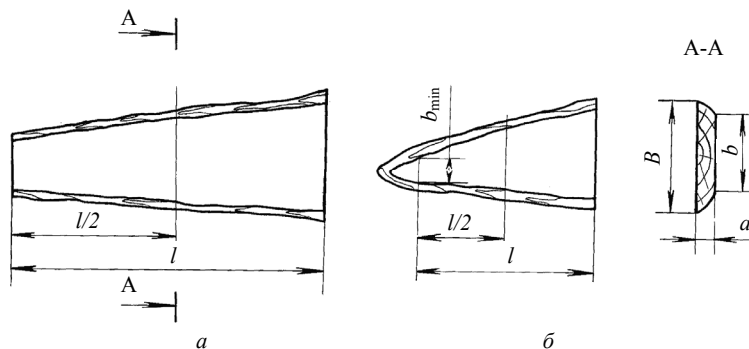


Рис. 3. Измерение необрезных досок:

a – ширина узкой пласти соответствует размеру по стандарту, длина доски равна длине бревна; b – ширина узкой пласти не соответствует размеру по стандарту, длина доски меньше длины бревна

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

$$V_d = BHLf,$$

где V_d – объем досок, м^3 ; 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 ($f = 0,52-0,73$).

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

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 определить средние размеры досок по спецификации.

Средние толщину и ширину пиломатериалов можно найти по следующим формулам:

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

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

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 $a_1, a_2, \dots, a_n$; $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – объем досок, м³, которые имеют соответствующую ширину $b_1, b_2, \dots, b_n$.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЩЕПА

Технологическая щепа – это дополнительная продукция лесопиления, которая получается в результате измельчения кусковых отходов (горбылей, реек, отрезков). Она является сырьем для производства разнообразной продукции – целлюлозы, бумаги, картона, древесностружечных и древесноволокнистых плит, продукции гидролизного производства и др.

В зависимости от назначения щепы установлены требования к ее размерам, качеству и породному составу. Качество щепы зависит от содержания коры, гнили, минеральных веществ, от качества поверхности торцов. Например, в щепе, которая используется для производства целлюлозы, допускается содержание коры 1–3%, в то время как в щепе, которая является сырьем для производства древесностружечных плит, содержание коры может быть до 15%. Устанавливаются также требования в отношении размеров щепы (щепа для целлюлозы имеет толщину не более 5 мм, длину 15–25 мм, а щепа для древесностружечных плит – соответственно не более 30 мм и 10–60 мм).

Отметим, что в лесопильном производстве кусковые отходы составляют около 20% от объема сырья, поэтому переработка их на тех-

нологическую щепу позволяет повысить комплексное использование древесины.

Контрольные вопросы

1. Что является продукцией лесопильного производства? 2. Дайте классификацию пиломатериалов. 3. Перечислите правила измерения обрезных и необрезных досок. 4. Чем отличается распиловочный размер доски от номинального? 5. По каким признакам пиломатериалы делятся по сортам? 6. Что включает в себя спецификация пиломатериалов и как определяются их средние размеры по спецификации? 7. Какие основные требования предъявляются к технологической щепе?

Упражнения

1. При обмере хвойных обрезных досок сразу после их выхода из обрезного станка были установлены следующие размеры: первая доска – толщина 26 мм, ширина 104 мм и длина 4,1 м; вторая – соответственно 25 мм, 102 мм и 6,02 м. Определить объем этих досок.

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

3. Определить сорт хвойной доски толщиной 32 мм и шириной 125 мм, которая имеет на пласти три здоровых сучка по 30 мм. Размер остальных сучков – менее 20 мм. Другие пороки не выявлены.

4. Определить средние толщину и ширину обрезных досок по спецификации, которая приведена в таблице.

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
Итого	250	240	470	40	1000

СЫРЬЕ ДЛЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сырьем для производства пилопродукции являются круглые лесоматериалы (бревна) хвойных и лиственных пород, которые представляют собой части стволов деревьев разной длины и диаметра, очищенные от сучьев и удовлетворяющие требованиям стандартов по размерам и качеству.

ФОРМА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Круглые лесоматериалы имеют очень разнообразную форму. Однако стволы деревьев, выросших в густом лесу, и их части (бревна) по форме напоминают геометрическое тело.

Исследования профессора Н. П. Анучина показали, что кривая, которая характеризует образующую линию ствола, может быть описана уравнением

$$y^2 = cx^b, \quad (1)$$

где y – радиус поперечного сечения ствола; c – постоянный коэффициент; x – расстояние сечения от начала координат; b – показатель степени, который меняется от 0 до 3 в зависимости от условий роста дерева и от местонахождения сечения по длине ствола.

На отдельных участках ствола уравнения образующей линии будут иметь один из описанных ниже видов.

При $b = 0$ уравнение (1) будет соответствовать уравнению прямой линии, которая проходит параллельно оси X , значит $y^2 = c$. При вращении такой прямой вокруг оси X образуется цилиндр. Следовательно, на этом участке ствол дерева имеет вид цилиндра.

При $b = 1$ уравнение (1) будет $y^2 = cx$, значит, оно соответствует уравнению параболы второго порядка. При вращении ее вокруг оси X образуется параболоид вращения – такую форму будет иметь в этом случае участок ствола дерева.

При $b = 2$ уравнение (1) будет $y^2 = cx^2$. Оно соответствует прямой линии, которая пересекается с осью X . При вращении ее вокруг оси образуется конус. Значит, в этом случае ствол дерева будет иметь форму конуса. И, наконец, при $b = 3$ уравнение (1) будет $y^2 = cx^3$, это значит, что оно соответствует уравнению параболы Нейла. При вращении ее вокруг оси X образуется нейлоид.

Таким образом, в зависимости от места вырезки из ствола бревна могут иметь форму, которая напоминает цилиндр, усеченный параболо-

лоид вращения, усеченный конус или нейлоид (рис. 4). Форму нейлоида имеют только комлевые отрезки длиной 2–4 м. Наибольшее количество бревен напоминают форму усеченного параболоида вращения или усеченного конуса.

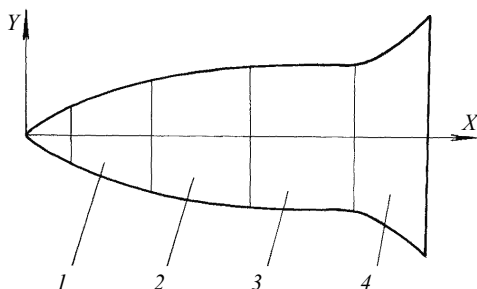


Рис. 4. Форма продольного сечения ствола дерева:
1 – усеченный конус; 2 – усеченный параболоид вращения;
3 – цилиндр; 4 – нейлоид

Объем усеченного параболоида вращения $V_{\text{п}}$ определяют по формуле

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

а объем усеченного конуса $V_{\text{к}}$ – по формуле

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

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

Относительное увеличение объема параболоида $V_{\text{п}}$ по сравнению с объемом конуса $V_{\text{к}}$ можно определить по формуле

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

В результате расчетов установлено, что различие объемов P небольшое и составляет в среднем 0,35–1,12% в зависимости от сбега бревен. Например, для бревен с коэффициентом сбега $K = 1,35$ $P = 1,115\%$.

Поперечные сечения ствола напоминают по форме круг или эллипс. Отметим, что фактическая форма бревна в большей или меньшей степени отличается от принятой формы геометрического тела.

Точную форму поперечного или продольного сечения ствола можно определить только специальными математическими методами [27].

ИЗМЕРЕНИЕ БРЕВЕН

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 принимают их полусумму. Место измерения диаметра не должно совпадать с утолщением, которое вызвано наличием сучка или других пороков. Учитывают диаметр бревен в сантиметрах.

В соответствии со стандартами круглые лесоматериалы делятся на три группы: мелкие – диаметром 6–13 см через 1 см, средние – диаметром 14–24 см через 2 см, крупные – диаметром 26 см и более через 2 см. Для выработки пиломатериалов и заготовок общего назначения используются лесоматериалы диаметром 10 см и более.

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 – I, II и III. 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 I и II сортов.

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

Кроме требований, предъявляемых для лесоматериалов I 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.

ОБЪЕМ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В лесной таксации при определении объема ствола принимается теоретическая функциональная зависимость между площадями поперечных сечений и высотой ствола, которая выражается уравнением

$$F = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 \dots,$$

где F – площадь поперечного сечения; A, B, C, D – постоянные коэффициенты; x – расстояние от основания ствола до рассматриваемого сечения.

Объем ствола дерева или его части можно определить как сумму бесконечно коротких отрезков по формуле

$$V = \int_0^x (A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \dots) dx, \quad (3)$$

откуда

$$V = Ax + Bx^2/2 + Cx^3/3 + Dx^4/4 + \dots, \quad (4)$$

где V – объем ствола или его части.

В зависимости от количества принятых членов выражения (4) и способов определения постоянных коэффициентов объем ствола или его части можно определить с разной степенью точности. При ограничении выражения двумя или тремя членами для определения объема ствола или его частей используют четыре простые формулы:

- формулу конечных поперечных сечений (формула Смалиана);
- формулу среднего и верхнего поперечных сечений (формула Губера);
- формулу поперечного сечения на одной третьей длины ствола от комлевого торца и сечения верхнего торца (формула Госфельда);
- формулу трех поперечных сечений (формула Ньютона – Рикке).

Например, простая формула конечных сечений для определения объема бревна (формула Смалиана) имеет следующий вид:

$$V = L(F_0 + F_L) / 2,$$

где F_0, F_L – площадь поперечного сечения соответственно в комлевом торце и на расстоянии L от него.

Отметим, что простые формулы определения объемов дают примерные результаты, точность уменьшается при увеличении длины лесоматериалов. Поэтому для получения более точных результатов ствол дерева или бревно можно условно разделить на короткие отрезки и определить их объем по простым формулам. Сумма объемов всех коротких отрезков составляет объем целого бревна:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n, \quad (5)$$

где $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ – объемы коротких отрезков, определенные по простым формулам; n – количество отрезков, на которые условно делится бревно при его измерении.

Если в формулу (5) подставить значения объемов отрезков, определенные по каждой из четырех простых формул, получим четыре сложные формулы для определения объемов круглых лесоматериалов. Например, сложная формула конечных сечений (формула Смалиана) будет иметь такой вид:

$$V = \left(\frac{F_0 + F_n}{2} + F_1 + F_2 + \dots + F_{n-1} \right) l,$$

где $F_0, F_1, \dots, F_n$ – площадь конечных сечений соответствующих отрезков; $l = L / n$ – длина короткого отрезка.

При определении объема бревна по сложным формулам погрешность расчета не превышает 2%. Однако при массовом обмере и учете сырья определение объема по формулам требует многочисленных расчетов. Поэтому в практической деятельности объем бревна определяют по его вершинному диаметру и длине, пользуясь стандартизированными таблицами объемов (табл. 2). Таблицы объемов круглых лесоматериалов были составлены на основе обмера более 26 000 стволов деревьев. При этом измеряли диаметры секций длиной 1,42 м и объем определяли по сложным формулам.

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	0,530	0,590	0,640
34	0,320	0,430	0,490	0,540	0,600	0,660	0,720
36	0,360	0,480	0,540	0,600	0,670	0,740	0,800
38	0,390	0,530	0,600	0,670	0,740	0,820	0,900
40	0,430	0,580	0,660	0,740	0,820	0,900	0,990
42	0,470	0,640	0,730	0,810	0,900	1,000	1,080
44	0,520	0,700	0,800	0,890	0,990	1,090	1,200
46	0,570	0,770	0,870	0,980	1,080	1,190	1,300

Отметим, что фактический объем отдельных бревен будет отличаться от объема, который определен по таблицам, потому что, во-первых, объем определяют по четному диаметру, а при округлении, как было отмечено выше, учетный диаметр не соответствует фактическому; во-вторых, фактическая форма бревна не всегда совпадает с формой, принятой при расчетах объема (например, имеет больший или меньший сбеги, кривизну и т. д.).

Однако в большой совокупности бревен средний фактический объем почти совпадает с табличным, поэтому последний может быть принят при практических расчетах.

СБЕГ БРЕВЕН

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

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

$$c = (D - d) / L, \quad (6)$$

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

Величина сбегов зависит от условий роста дерева, диаметра бревна и может быть определена по формуле Н. П. Анучина:

$$c = 0,39 + 0,021D. \quad (7)$$

Если в формулу (7) подставить значение $D = d + cL$, то она будет иметь следующий вид:

$$c = (18,6 + d) / (47,6 - L).$$

Отметим, что определение сбегов 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 сбегов и длины бревна зависит коэффициент сбегов

$$K = D/d = (d + cL) / d.$$

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

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

$$V = V_{\text{ц}} + V_{\text{сб}},$$

где V – объем бревна (формула (2)), м^3 ; $V_{\text{ц}}$ – объем цилиндрической зоны, $V = (\pi d^2 / 4)L$, м^3 ; $V_{\text{сб}}$ – объем зоны сбега, м^3 .

Объем зоны сбега:

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

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

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

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

Объем зоны сбега в процентах от всего объема бревна:

$$P_{\text{сб}} = 100 V_{\text{сб}} / V = 100 (K^2 - 1) / (K^2 + 1).$$

В табл. 3 приведены значения $P_{\text{сб}}$ в зависимости от коэффициента сбега.

Таблица 3

Объем сбеговой зоны

$K = D / d$	1,1	1,2	1,3	1,4
$P_{\text{сб}}, \%$	9,5	18,0	25,6	32,4

Из табл. 3 видно, что при увеличении коэффициента сбега значительно увеличивается объем сбеговой зоны и бревна в целом. Значит, при одном и том же диаметре в верхнем торце фактический объем бревна будет отличаться от табличного, если сбеги бревна не совпадают со средним сбегом, принятым в таблице объемов.

Если определить колевой диаметр из формулы (2):

$$D = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi L} - d^2},$$

и подставить это значение в формулу (6), то средний сбеги, который заложен в таблицах объемов бревен, можно будет определить по формуле

$$c = \frac{\sqrt{\frac{8 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi L} - d^2} - d}{L}, \quad (8)$$

где V – объем бревна по таблицам, м³; L – длина бревна, м; d – диаметр бревна, см.

Коэффициент сбега определяется по формуле

$$K = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi L} - d^2} \cdot d \quad (9)$$

Значения s и K , рассчитанные по формулам (8) и (9), приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Значения сбега бревен s , см/м

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м						
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
10	0,33	0,41	0,49	0,53	0,54	0,54	0,60
11	0,42	0,47	0,53	0,59	0,59	0,63	0,65
12	0,45	0,48	0,57	0,62	0,64	0,64	0,63
13	0,53	1,51	0,62	0,65	0,68	0,67	0,67
14	0,55	0,60	0,60	0,65	0,67	0,68	0,65
16	0,72	0,67	0,70	0,68	0,69	0,67	0,68
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

По данным табл. 4 и 5 средний сбега увеличивается с увеличением диаметра бревна. При этом коэффициент сбега практически не меняется. Он становится больше только с увеличением длины бревна.

Таблица 5

Значения коэффициента сбега K

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м						
	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
10	1,10	1,16	1,22	1,26	1,30	1,33	1,39
11	1,12	1,17	1,22	1,27	1,30	1,34	1,38
12	1,11	1,16	1,21	1,26	1,29	1,32	1,34
13	1,12	1,16	1,22	1,25	1,29	1,31	1,33
14	1,12	1,17	1,19	1,23	1,26	1,29	1,30
16	1,13	1,17	1,20	1,21	1,24	1,25	1,28
18	1,12	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24
20	1,13	1,16	1,19	1,19	1,20	1,20	1,24
22	1,13	1,16	1,16	1,19	1,18	1,21	1,23
24	1,15	1,15	1,17	1,18	1,19	1,20	1,20
26	1,15	1,16	1,16	1,19	1,18	1,20	1,22
28	1,18	1,16	1,18	1,18	1,19	1,20	1,20
30	1,17	1,16	1,18	1,17	1,19	1,21	1,20
32	1,15	1,17	1,17	1,18	1,18	1,20	1,20
34	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,20
36	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,19	1,19
38	1,14	1,16	1,16	1,17	1,17	1,19	1,20
40	1,13	1,14	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19
42	1,12	1,14	1,16	1,16	1,17	1,19	1,18

Если фактический сбег бревен будет больше или меньше среднего сбега, который заложен в табл. 2 (см. формулу (8)), то фактический объем их соответственно будет больше или меньше табличного.

Профессор Н. А. Батин установил, что отклонение фактического объема бревен от табличного для отдельных бревен может быть в пределах 15–30%. Однако при обмерах больших партий лесоматериалов, в которых бывают и малосбежистые, и сильносбежистые бревна, их средний объем V_T , определенный по таблицам, будет практически совпадать с фактическим V_F . Результаты экспериментальных исследований Н. А. Батина показывают, что $V_F = (0,988–1,012)V_T$.

Однако отклонение в размерах и отличие в форме бревен, которые поступают на распиловку, будут влиять на точность размеров выпиленных досок и объемный выход спецификационных пиломатериалов.

Поэтому при распиловке необходимо учитывать индивидуальные особенности бревна.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ, РАЗМЕРОВ И ОБЪЕМА БРЕВЕН С УЧЕТОМ ИХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Известно, что у каждой породы форма ствола имеет специфические особенности, которые связаны с биологическими свойствами этой породы дерева. На форму и диаметр бревна влияют также место и условия роста. Например, ствол дерева, которое выросло в густом лесу, имеет меньший сбеж, чем ствол дерева, которое выросло отдельно. С этим связана и форма, и объем бревен, которые будут выпилены из этих стволов. Однако на лесопильные предприятия информация об условиях роста деревьев не поступает. Значит, чтобы учесть фактическую форму, размер, объем бревна и выбрать оптимальную схему его раскроя, необходимо на основе подробной информации об индивидуальных особенностях лесоматериала составить его математическую модель.

Для описания формы боковой поверхности хлыстов и бревен профессора А. А. Пижурин и М. С. Розенблит предложили математическую модель, образованную совокупностью одинаково ориентированных эллипсов вдоль некоторой кривой линии – оси (рис. 5). Такая модель поверхности бревна задавалась уравнением

$$\left(\frac{x - f_1(z)}{a(z)} \right)^2 + \left(\frac{y - f_2(z)}{b(z)} \right)^2 = 1,$$

где $f_1(z), f_2(z)$ – функции, которые определяют координаты центров эллипсов; $a(z), b(z)$ – функции, которые задают размеры осей эллипсов; $0 < z < L$ – текущая длина бревна или хлыста.

Уравнение оси бревна обычно задается в виде полинома

$$f(z) = c_0 + c_1 z + c_2 z^2 + c_3 z^3,$$

где c_0, c_1, c_2, c_3 – постоянные коэффициенты.

Эта модель учитывает кривизну бревен и овальность поперечного сечения.

В Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ) разработан способ точного определения фактических размеров и объема, который позволяет учитывать индивидуальные особенности бревна. Этот способ основан на построении числовых интерпо-

ляционных моделей круглых лесоматериалов. В качестве математического аппарата для таких моделей были использованы кубические сплайн-функции.

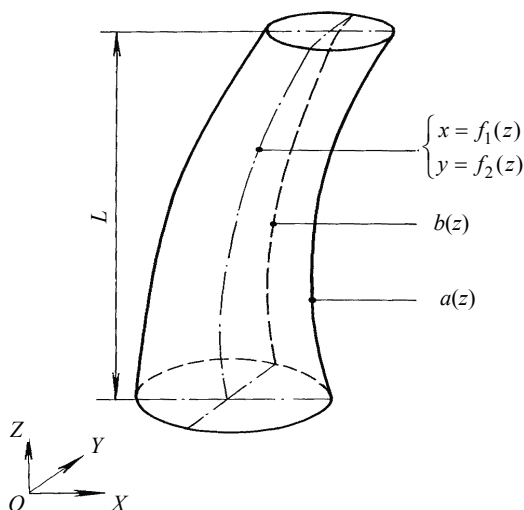


Рис. 5. Моделирование поверхности хлыста
по А. А. Пижурину и М. С. Розенблиту

Кубическая сплайн-функция, или просто сплайн, – это непрерывная функция, сложенная из нескольких кубических компонентов, которые ровно «склеены» между собой, т. е. так, что в местах склейки имеют общую касательную и, может быть, кривизну. Здесь имеются в виду математические понятия касательной и кривизны как они определены в математическом анализе.

Звено кубического сплайна задается по аналогии с формулой (3) следующим выражением:

$$P_{i(x)} = \sum_{k=0}^3 a_k (x - x_i)^k,$$

где a_k – коэффициент i -го звена сплайна; x_i – i -й узел сплайна; $i = 1, 2, \dots, N$ – номер узла; N – количество узлов. Совокупность таких звеньев образует сплайн (рис. 6, а).

Вышеупомянутое обозначение придает сплайнам отличное качество для моделирования практически любых кривых и поверхностей.

При этом важную роль отыгрывают количество и размещение точек, где происходит склеивание кривых. Эти точки называют узлами. Обычно их выбирают равноудаленными. Количество узлов зависит от того, насколько сложной является кривая, которую надо моделировать. Так, если поперечное сечение бревна в виде круга, тогда при количестве точек $N = 4$ ошибка, определенная как сумма площадей заштрихованных сегментов (см. рис. 6, *a*), составляет 2,92%, а при $N = 6$ уменьшится до 0,93%.

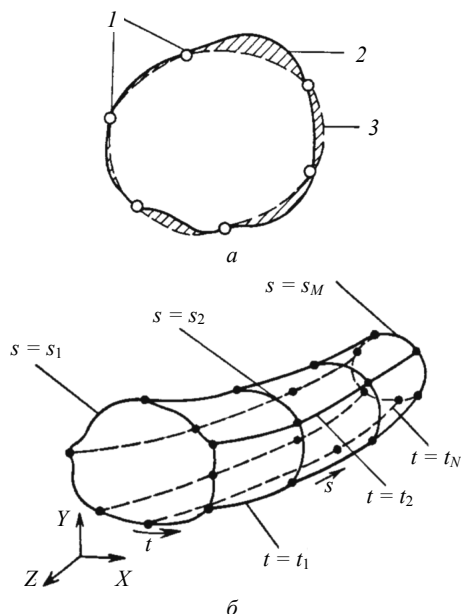


Рис. 6. Моделирование бревна при помощи сплайн-функции:
a – поперечное сечение: 1 – узлы; 2 – фактическое поперечное сечение;
 3 – сечение, аппроксимированное сплайном;
б – поверхность бревна

Если же $N = 8$, тогда она составляет всего лишь 0,12%. Таким образом, если увеличивать количество узлов, то можно сделать величину ошибки сколько угодно малой.

Поверхность бревна моделируется бикубическим сплайном. Этот сплайн строится как обобщение кубического сплайна на двухмерный случай.

Геометрическая модель поверхности бревна представляет собой объемное тело, построенное на каркасе его поперечных сечений и образующих (рис. 6, б). Параметрическое представление модели поверхности задается векторным уравнением

$$r(t, s) = (x(t, s), y(t, s), z(t, s)), \quad (10)$$

где бикубические сплайны имеют следующий вид:

$$x(t, s) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 a_{ij}^{kl} (t - t_i)^k (s - s_j)^l; \quad (11)$$

$$y(t, s) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 b_{ij}^{kl} (t - t_i)^k (s - s_j)^l; \quad (12)$$

$$z(t, s) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 c_{ij}^{kl} (t - t_i)^k (s - s_j)^l, \quad (13)$$

где a_{ij}^{kl} , b_{ij}^{kl} , c_{ij}^{kl} – коэффициенты сплайнов; t, s – параметры, заданные на отрезке $[0, 1]$, $i = 1, 2, \dots, N - 1$; $j = 1, 2, \dots, M - 1$.

Выражения (11)–(13) в совокупности представляют математическую модель поверхности бревна. Коэффициенты сплайнов рассчитываются путем решения соответствующих систем уравнений. Когда известны значения коэффициентов сплайнов, можно рассчитать объем бревна. Для этого нужно выполнить интегрирование вдоль образующей. Не приводя промежуточных расчетов, дадим окончательное выражение, которое определяет объем бревна через коэффициенты сплайнов:

$$V = \frac{L}{2} \left| \sum_{j=1}^{M-1} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 \sum_{m=0}^3 \sum_{n=0}^3 \frac{m-k}{(k+m)(l+n+1)} a_{ij}^{kl} b_{ij}^{mn} (t_{i+1} - t_i)^{k+m} \times \right. \\ \left. \times (s_{j+1} - s_j)^{l+n+1} \right|, \quad (14)$$

где L – длина бревна; N, M – количество узлов соответственно на сечении и образующей; a_{ij}^{kl} , b_{ij}^{mn} – коэффициенты сплайна.

Для определения точности расчета объемов по формуле (14) было проведено компьютерное моделирование для бревен диаметром 14–50 см и длиной 3,0–6,5 м. При этом на сечениях бревна количество узлов составило 8, а вдоль образующей равноудаленные узлы (сечения) были расположены через отрезки длины, кратные 0,5 м. Результаты моделирования показали, что погрешность определения объемов по

сравнению с табличными значениями не превышает 1,5%, причем эта величина достигнута только в вариантах моделирования с использованием двух концевых сечений. В остальных случаях при 3–11 поперечных сечениях она составила в среднем не более 0,5%. При моделировании в качестве настоящих были взяты стандартные объемы бревен.

Таким образом, использование математических моделей на базе кубических сплайнов, которые отличаются высокой точностью, позволяет получить адекватные описания формы и размеров круглых лесоматериалов. Это значит, что такая модель не только точно определяет размеры бревна, но и учитывает пороки его формы (кривизну, овальность, сбежистость и т. д.). Отметим при этом, что модель не требует сведений об условиях роста дерева. Она построена только на основании объективной информации о координатах точек каркаса бревна и потому может быть названа индивидуальной моделью для учета и раскроя бревен.

Сведения, необходимые для построения индивидуальных моделей конкретного бревна, которое подлежит учету и распиловке, могут быть получены с помощью соответствующих измерительных систем. Описание таких измерителей изложено в литературе [28].

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ В БРЕВНАХ

На качество круглых лесоматериалов и пиломатериалов влияют сучки, гнили, трещины, кривизна и др. На сортность лесоматериалов наибольшее влияние оказывают сучки, которые являются частью ветви в теле ствола. В дереве, которое растет, сучки развиваются от сердцевины ствола или из отдельных почек, которые находятся на его поверхности. Нижние ветки отмирают, высыхают и обламываются под влиянием внешних сил (ветра, снега и т. д.). Остатки сучков зарастают.

В верхней части ветви остаются на протяжении всей жизни дерева. При заготовке древесины их срубают и на поверхности бревна остаются сучки (рис. 7).

В комлевых бревнах, которые выпилены из нижней части ствола, можно выделить три зоны качества: центральную, которая включает сердцевинную трубку, среднюю – с отмершими сучками, и внешнюю – бессучковую или малосучковую зону.

Бревна, которые выпиливают со средней части ствола, имеют две зоны распространения сучков: центральную – со здоровыми сучками, и внешнюю – со здоровыми или отмершими сучками.

Из верхней части ствола получают вершинные бревна, на поверхности которых много здоровых крупных сучков. Таким образом, вершинные бревна имеют одну качественную зону и наибольшее количество сучков на единицу длины.

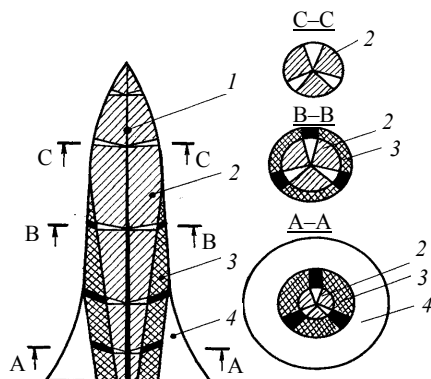


Рис. 7. Схема распространения сучков в стволе дерева:

1 – сердцевинная трубка; 2 – зона открытых сучков;
3 – зона заросших сучков; 4 – бессучковая зона

Зональное распространение сучков имеет важное практическое значение. Выделяют бревна с примерно одинаковым качеством по сучкам, например комлевые, средние или вершинные.

При составлении схем на распиловку бревен каждой качественной группы можно прогнозировать качество вырабатываемых пиломатериалов. Например, из внешней зоны комлевых бревен (бессучковая зона) выпиливают более качественные пиломатериалы, чем из вершинных.

Наличие и размеры сучков учитывают при определении сорта лесоматериалов. Правила измерения сучков показаны на рис. 8. Открытые сучки измеряют по наименьшему диаметру, а заросшие – по величине возвышения над сучком.

На сортность бревен влияют также гнили, которые являются результатом повреждения древесины дереворазрушающими грибами. Гнили бывают ядровые (возникают в ядре дерева, которое растет) и внешние, возникающие на поверхности бревна при неправильном хранении лесоматериалов. Допустимые размеры гнили в пиловочнике ограничивают и учитывают при определении сорта бревен. Грибные повреждения и гнили измеряют по наименьшей толщине вырезки или по наименьшему диаметру круга, в которые они входят (рис. 9).

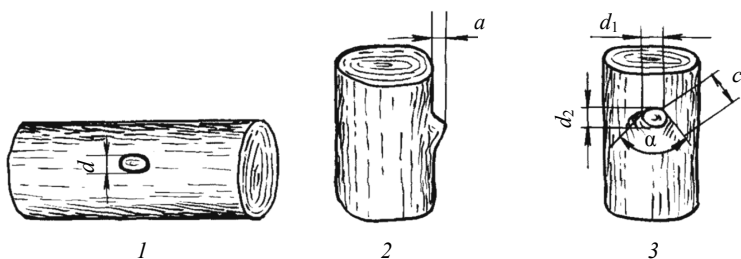


Рис. 8. Измерение сучков в круглых лесоматериалах:
1 – открытого; 2 – заросшего;
3 – заросшего в лесоматериалах лиственных пород

Трещины в лесоматериалах также влияют на их качество. Различают трещины метиковые, отлупные, морозные, боковые от усушки, торцовые от усушки.

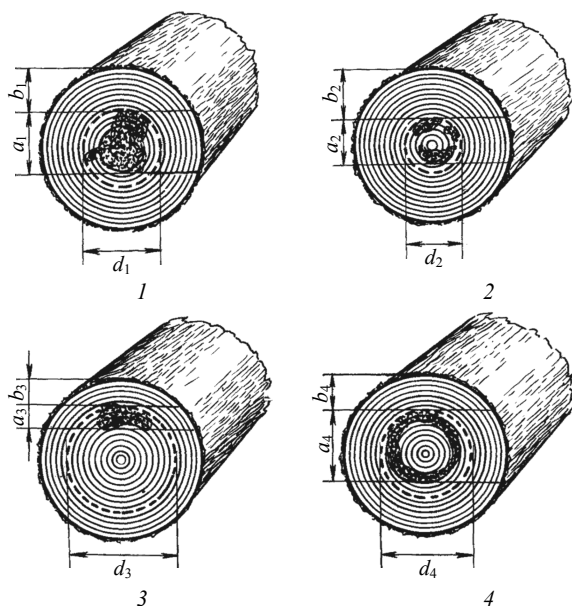


Рис. 9. Измерение грибных повреждений и гнили в круглых лесоматериалах. Зоны повреждения в виде:
1, 2 – центрального пятна (одного или нескольких);
3 – пятна, которое размещено эксцентрично; 4 – кольца

В растущем дереве трещины появляются, например, от воздействия внутреннего напряжения, которое возникает при сильном ветре, морозе. При неправильном хранении лесоматериалов могут появиться трещины усушки. При распиловке бревен с трещинами необходимо учитывать характер, размеры и направление последних. Торцовые трещины измеряют по глубине и наибольшей ширине или по наименьшему диаметру круга, в который они могут быть вписаны (рис. 10, а), боковые – по глубине и длине (рис. 10, б).

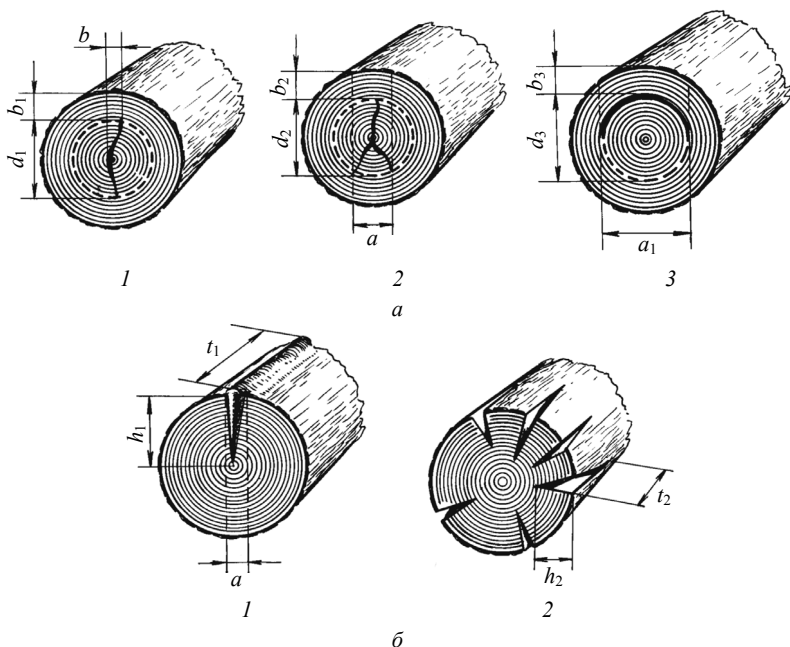


Рис. 10. Измерение трещин в круглых лесоматериалах:
а – торцовых: 1 – простые радиальные; 2 – сложные радиальные; 3 – круговые;
б – боковых: 1 – морозные; 2 – трещины усушки

Кривизна является пороком формы ствола. Она бывает простая и сложная. Бревна с простой кривизной имеют только один изгиб, а со сложной – изгибы в двух и больше плоскостях. Этот порок особенно распространен в тонких бревнах лиственных пород. Кривизна значительно снижает выход пиломатериалов и потому ограничивается в пиловочнике. На рис. 11 показаны правила измерения кривизны.

Чтобы определить размер простой кривизны, измеряют величину стрелы прогиба в месте наибольшего искривления (в сантиметрах). Этот размер относят к длине искривления, которая измерена в метрах, и выражают в процентах. Сложную кривизну определяют по величине наибольшего искривления. Очень кривые бревна, для того чтобы уменьшить кривизну, распиливают на несколько частей. При определении сорта бревна учитывают также другие пороки древесины.

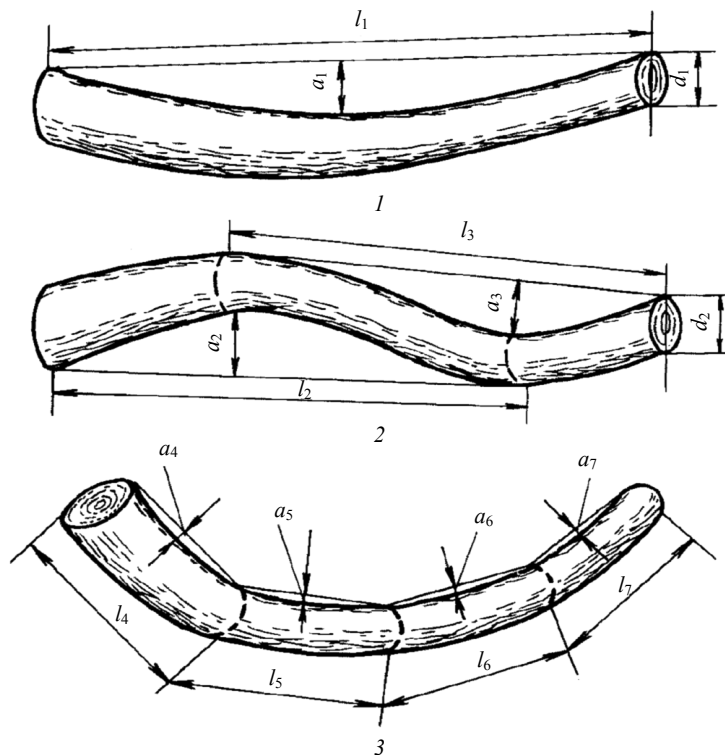


Рис. 11. Измерение кривизны в круглых лесоматериалах:
1 – простой; 2 – сложной; 3 – кривого бревна, которое распиливают на несколько частей, чтобы уменьшить кривизну

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 обозначение 0; 22, 32, 42 см – 2 и т. д. Десятки сантиметров легко определяются визуально. Марку наносят на верхний торец бревна водоустойчивой краской.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Спецификация лесоматериалов, которые поступают на лесопильный завод, должна содержать подробные сведения об их размерах, сортах и назначении, а также о составе пород и соотношении между ними.

Для выполнения технических и технологических расчетов (выбор и расчет подъемно-транспортных механизмов, лесопильного оборудования и т. д.) необходимо знать средние размеры бревен, которые поступают в переработку.

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

$$V_c = \sum_{i=1}^m V_i n_i / \sum_{i=1}^m n_i ;$$

$$L_c = \sum_{i=1}^m L_i n_i / \sum_{i=1}^m n_i ,$$

где V_i , L_i – объем, м^3 , и длина, м, i -го бревна; n_i – количество i -х бревен в партии, шт. По V_c и L_c при помощи таблиц объемов круглых лесоматериалов можно определить d_c – средний диаметр партии бревен. Его можно найти также по формуле

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

где d_i – диаметр i -го бревна, см.

Контрольные вопросы

1. Что является сырьем для лесопильного производства? 2. Какую форму имеют бревна по длине, в поперечном сечении? 3. Как определить сбег и объем бревна? 4. Перечислите правила измерения диаметра и длины бревна. 5. От чего зависит сбеговая зона бревна и как определить ее объем? 6. Назовите основные сортобразующие пороки в бревнах. 7. Какая закономерность распространения сучков

в круглых лесоматериалах? 8. Назовите правила маркировки бревен. 9. Как определяют средние размеры бревен по спецификации?

Упражнения

1. При измерении бревна установлено, что его вершинный диаметр составляет 21,6 см, комлевой – 24 см, длина – 4,6 м. Определить фактический сбег, коэффициент сбега и объем этого бревна и сравнить их со значениями табл. 2, 4, 5.

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

3. Определить средний сбег бревна, диаметр которого в вершинном торце составляет 20 см, а длина – 4 м.

4. При обмере бревна установлены следующие размеры: диаметр в вершинном торце – 22,4 см, в комлевом – 26 см; длина – 5,6 м. Определить фактический и табличный объемы этого бревна. Фактический объем найти для двух случаев: 1) бревно имеет форму усеченного конуса; 2) бревно имеет форму усеченного параболоида. Сравнить результаты расчетов.

5. Для условий упражнения 4 определить отдельно объем сбеговой и цилиндрической зон бревна и сравнить результаты расчетов.

6. Определить средние диаметр и длину бревен по спецификации, которая приведена в таблице.

Диаметр бревна, см	Длина бревна, м		
	4	5	6
	Объем партии бревен, м ³		
20	200	500	270
26	–	300	–
30	400	–	–

РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Раскрой бревен на пиломатериалы – первая технологическая операция в деревообработке. Рациональное использование древесины в производстве пилопродукции в значительной степени зависит от выбора способов и схем раскроя бревен.

СПОСОБЫ РАСПИЛОВКИ

Способ распиловки выбирают в зависимости от размеров и качества сырья и пилопродукции, технических требований к пиломатериалам (например, в отношении к размещению годичных слоев – радиальные или тангенциальные пиломатериалы). Основными способами распиловки бревен являются: 1) вразвал; 2) брусово-развальный; 3) развально-сегментный; 4) брусово-сегментный; 5) развально-секторный; 6) круговой (рис. 12).

При распиловке *вразвал* бревно за один проход через станок распиливают на необрезные пиломатериалы.

При распиловке *брусово-развальным* способом за первый проход из бревна выпиливают брус и несколько необрезных досок, а за второй проход из бруса выпиливают обрезные и необрезные доски. При этом ширина обрезных досок будет соответствовать толщине бруса.

При распиловке крупных бревен одновременно можно выпилить два или три бруса, а затем распиливать их на доски.

Распиловка *вразвал* и с *брусовкой* – наиболее распространенные способы. По сравнению с распиловкой *вразвал* распиловка с *брусовкой* имеет следующие преимущества: обеспечивает наиболее высокий объемный выход обрезных пиломатериалов; создает лучшие условия для производства обрезных досок заданной ширины; обеспечивает более полное использование качественных зон бревна (по поперечному сечению). Но при распиловке с *брусовкой* бревно необходимо пропускать через два станка (I и II проходы), поэтому производительность по распилу сырья несколько снижается.

При *развально-сегментном* способе в первом проходе из центральной зоны бревна выпиливают несколько необрезных досок и два сегмента. Затем сегменты распиливают на односторонне-обрезные радиальные пиломатериалы.

Брусово-сегментный способ отличается тем, что из бревна сначала выпиливают брус и два сегмента, а затем распиливают брус и сегменты с учетом назначения пилопродукции.

Развально-сегментный и брусово-сегментный способы применяют для распиловки крупных бревен.

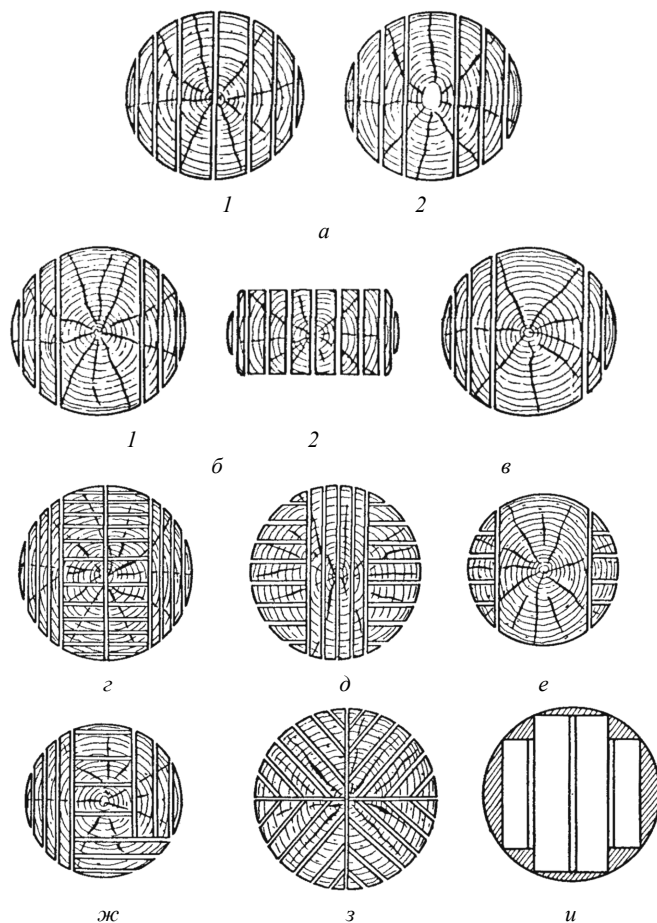


Рис. 12. Способы распиловки бревен:

a – вразвал: 1 – четный постав; 2 – нечетный постав;

б – брусово-развальный:

1 – I проход, выпиловка бруса; 2 – II проход, распиловка бруса;

в – выпиловка несимметричного бруса (шпалы);

г – брусово-развальный с выпиловкой двух брусков;

д – развально-сегментный; *е* – брусово-сегментный;

ж – круговой; *з* – секторный; *и* – агрегатная переработка

Секторный способ используют при выпилке специальных досок (радиальных или тангенциальных). Бревно распиливают на секторы, а затем каждый сектор – на доски в зависимости от их назначения.

Круговой способ применяют при индивидуальной распиловке крупных бревен, которые имеют ядровую гниль. При этом бревно после выпиливания одной-двух досок поворачивают вокруг продольной оси. Круговой способ применяют для выпиливания досок с заданным углом наклона годичных слоев к пласти.

Кроме рассмотренных способов распиловки бревен все большее распространение получает *агрегатная переработка* круглых лесоматериалов на пилопродукцию и технологическую щепу. При этом одновременно с выпилкой обрезных досок вырабатывается технологическая щепка из боковых зон бревна. Такой способ переработки бревен позволяет повысить коэффициент комплексного использования сырья.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЦИОНАЛЬНОМУ РАСКРОЮ

Рациональный раскрой бревен предусматривает выполнение следующих условий: 1) из бревна необходимо выпилить наибольшее количество пиломатериалов; 2) выпиленные пиломатериалы должны быть лучшего качества; 3) пиломатериалы по размерам должны соответствовать заданной спецификации.

Таким образом, характеристикой рационального раскроя является объемный, посортный и спецификационный выход пиломатериалов.

Объемный выход показывает количество пиломатериалов (в процентах), которые получаются при распиловке бревен. Его можно определить по формуле

$$\eta = (A / B)100\%, \quad (15)$$

где η – объемный выход пиломатериалов, %; A – объем выпиленных пиломатериалов, м³; B – объем распиленных бревен, м³.

Величина объемного выхода пиломатериалов при распиловке бревен зависит от многочисленных факторов: размеров бревен (диаметра и длины) и их качества (наличия кривизны); способов и схем распиловки; размеров пиломатериалов; ширины пропилов; точности подготовки и установки в станок режущих инструментов; подробности сортировки бревен и подборки их по поставкам; квалификации рабочих и ИТР; организации труда в лесопильном цехе и т. д.

Например, объемный выход увеличивается с увеличением диаметра и с уменьшением длины бревен. Кривые бревна перед распиловкой

необходимо раскроить по длине на более короткие – объемный выход досок увеличивается. Распиловка бревен с брусковкой повышает объемный выход обрезных досок по сравнению с распиловкой вразвал. При распиловке по одному поставу без сортировки бревен по диаметрам объемный выход снижается. Увеличение толщины пил и их неправильная подготовка и установка в лесораме также приводят к снижению объемного выхода пиломатериалов.

Посортный выход пиломатериалов – это выход пиломатериалов по сортам в процентах от объема бревен, а именно:

$$\eta_{ci} = (A_i / B)100\%,$$

где η_{ci} – сортный выход пиломатериалов i -го сорта, %; A_i – объем пиломатериалов i -го сорта, м^3 ; B – объем бревен, м^3 .

Распределение пиломатериалов по сортам в процентах от объема всех выпиленных пиломатериалов называют сортным составом пиломатериалов:

$$P_i = (A_i / A)100\%,$$

где P_i – доля пиломатериалов i -го сорта, %; A_i – объем пиломатериалов i -го сорта, м^3 ; A – общий объем выпиленных пиломатериалов, м^3 .

Посортный выход и сортный состав пиломатериалов зависят в первую очередь от качества сырья, а также от способов и схем распиловки, квалификации рабочих и т. д.

Сорт пиломатериалов является основным критерием для установления их стоимости (цены).

Чтобы повысить выход качественных пиломатериалов, необходимо знать и учитывать при раскрое качественные зоны бревна (см. рис. 7, с. 35).

При составлении схемы распиловки комлевых бревен нужно иметь в виду, что наиболее качественной является их периферийная зона, из которой можно выпилить высококачественные пиломатериалы. Из центральной части этих бревен целесообразно выпиливать толстые доски, в том числе сердцевинную доску-вырезку, толщина которой зависит от диаметра бревна (см. табл. 7, с. 80). Из периферийной зоны бревен, полученных из средней части хлыста, могут быть выпилены пиломатериалы пониженного качества, потому что в этой зоне размещены отмершие и часто загнившие сучки. Лучшие по качеству толстые пиломатериалы из этих бревен могут быть получены из участков, которые расположены между сердцевинной и периферийной зонами. Из вершинных бревен, которые имеют здоровые открытые сучки, получают

боковые доски пониженного качества. Из центральной зоны этих бревен могут быть выпилены толстые доски лучшего качества.

Таким образом, распиловка бревен, распределенных по качеству и по соответствующим поставам, дает возможность улучшить посортный состав выпиленных пиломатериалов.

Спецификационный выход показывает, все ли выпиленные пиломатериалы соответствуют спецификации по размерам, качеству, назначению и т. д. Он определяется по формуле

$$\eta_{\text{сп}} = (A_{\text{сп}} / A) 100\%,$$

где $\eta_{\text{сп}}$ – спецификационный выход пиломатериалов, %; $A_{\text{сп}}$ – объем пиломатериалов, которые соответствуют спецификации, м^3 ; A – общий объем выпиленных пиломатериалов, м^3 .

При распиловке бревен необходимо обеспечить более полное выполнение спецификации пиломатериалов, т. е. $\eta_{\text{сп}}$ должен быть близким или равным 100%.

Кроме указанных показателей, для оценки рациональности использования древесины при распиловке определяют *коэффициент комплексного использования сырья*:

$$K = \sum V_{\text{п}} / V_{\text{с}},$$

где $\sum V_{\text{п}}$ – суммарный объем пилопродукции, технологической щепы, технологических опилок и другой продукции, м^3 ; $V_{\text{с}}$ – объем переработанного сырья, м^3 .

ПОСТАВЫ

Поставом называют схему распиловки бревен на пиломатериалы заданных размеров, которая показывает толщину досок, их количество и местоположение в поперечном сечении бревна. Поставом называют также группу пил, которые установлены в многопильном станке соответственно схеме распиловки.

Поставы по расположению пропилов относительно оси бревна могут быть симметричными и несимметричными (рис. 13). Для групповой распиловки бревен применяют симметричные поставы, которые обеспечивают равномерное распределение нагрузки на лесораму. Несимметричные поставы применяют для выпиливания на однопильных станках специальных пиломатериалов, например шпал.

По количеству досок, которые выпиливают из бревна, поставы бывают четные и нечетные. В четном симметричном поставе сердцевина

делится пропилом на две *центральные* доски, а в нечетном – вырезается в одну *сердцевинную* доску. Все остальные доски в четном и нечетном поставках называют *боковыми*.

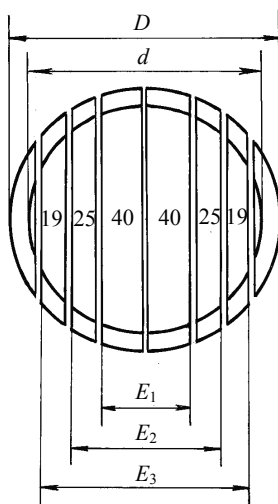


Рис. 13. Схема распиловки вразвал

Постав, который обеспечивает наибольший объемный выход обрезных пиломатериалов стандартных размеров, называют *максимальным*, а постав, обеспечивающий наибольший выход пиломатериалов, размеры и качество которых соответствуют спецификации, – *оптимальным*.

Поставы обозначают разными способами. Например, развальный постав (рис. 13) можно обозначить следующим образом:

$$19 - 25 - 40 - 40 - 25 - 19,$$

или $\frac{2}{40} - \frac{2}{25} - \frac{2}{19},$ или $\frac{40}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$

Постав на распиловку с брусковкой (рис. 14) обозначают следующим образом:

$$\text{I проход } 25 - 200 - 25;$$

$$\text{II проход } 25 - 25 - 75 - 75 - 25 - 25$$

или I – $\frac{200}{1} - \frac{25}{2};$ II – $\frac{75}{2} - \frac{25}{4}.$

Следует отметить, что второй вариант записи поставов короче, поэтому он применяется чаще.

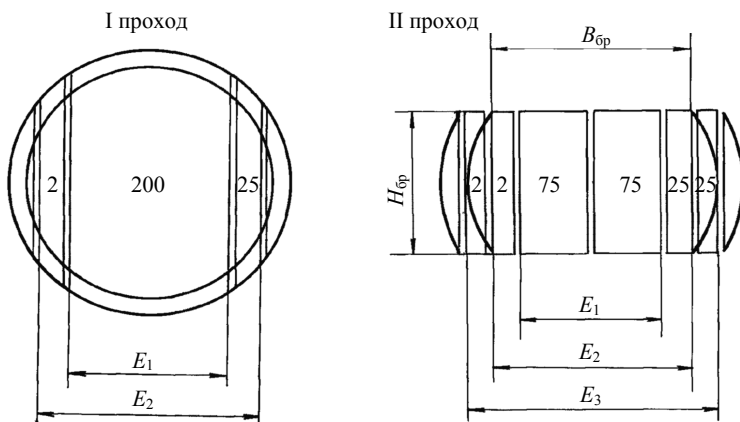


Рис. 14. Схема распиловки с брусковой

В поставках указывают номинальные размеры досок. При установке пил в пильную рамку расстояние между ними регулируют межпильными прокладками соответствующих размеров. Толщина прокладки должна учитывать номинальный размер доски, припуск на усушку и величину уширения зубьев пил.

Известно, что объемный выход пиломатериалов в значительной степени зависит от схемы распиловки бревна (поставы). Значит, чтобы обеспечить рациональное использование древесины при распиловке круглых лесоматериалов, в первую очередь необходимо определить такие схемы (поставы), которые дадут возможность получить из сырья заданных размеров наибольший объемный выход пиломатериалов. Решение этой сложной задачи дает теория раскроя бревен на пиломатериалы.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Теория раскроя бревен на обрезные пиломатериалы была впервые изложена в 1932 г. русским математиком Х. Л. Фельдманом в книге «Система максимальных поставов на распиловку». Дальнейшее развитие теория раскроя получила в научных трудах профессоров Д. Ф. Шапиро, А. Н. Песоцкого, Г. Д. Власова, П. П. Аксенова, В. Ф. Ветшевой, Р. Е. Калитеевского, В. Г. Турушева, Л. З. Лурье, С. Н. Рыкунина, М. С. Розенблита, В. С. Шалаева, кандидата технических наук Г. Г. Титкова и др.

Особое место среди них занимает белорусский ученый, профессор, доктор технических наук Н. А. Батин, который на основе теоретических исследований разработал практические графики для составления оптимальных поставов. Эти графики, по словам проф. А. Н. Песоцкого, «представляют собой результаты наиболее новой, научно и технически обоснованной разработки в области составления максимальных и оптимальных поставов».

Рассмотрим основные направления развития теории раскроя бревен на пиломатериалы.

Теория максимальных поставов Х. Л. Фельдмана

Х. Л. Фельдман поставил перед собой задачу определить толщину и ширину обрезных досок, которые дают наибольшую площадь поперечного сечения при вписании их в круг (рис. 15).

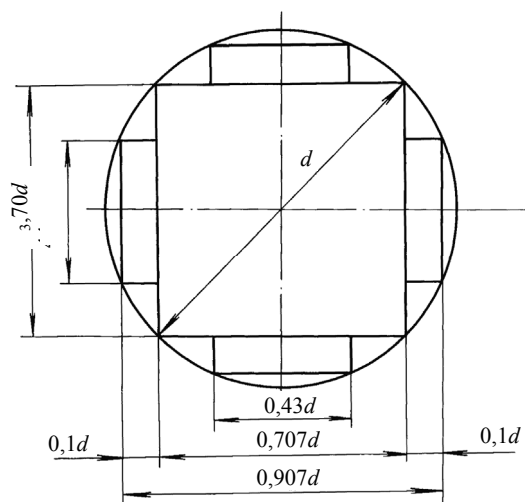


Рис. 15. Схема раскроя бревна по Х. Л. Фельдману

В результате решения этой задачи он установил, что наибольшей будет площадь квадрата, размеры сторон которого будут равны $0,707d$. Таким образом, площадь поперечного сечения квадратного бруса $F = 0,5d^2$. Но размеры бруса квадратного сечения не всегда удовлетворяют требованиям спецификации пиломатериалов, поэтому

часто приходится отклоняться от расчетных размеров и принимать толщину бруса в пределах $(0,6-0,8)d$. Площадь сечения такого бруса будет приближаться к максимальной. В сегменты, которые прилегают к сторонам квадрата (см. рис. 15), Х. Л. Фельдман вписал прямоугольники. По его исследованиям размеры поперечного сечения этих прямоугольников следующие: толщина – $0,1d$, ширина – $0,43d$.

Таким образом, охват вершинного диаметра бревна поставом составляет

$$E_{\text{ак}} = 0,707d + 2 \cdot 0,1d = 0,907d.$$

Этот постав на распиловку цилиндрической зоны Х. Л. Фельдман назвал основным (I проход). В таком случае брусовой постав (I проход) будет $0,1d - 0,707d - 0,1d$. Брус, полученный в I проходе, во II проходе можно распилить на несколько обрезных досок. Тогда постав II прохода будет

$$0,1d - \frac{0,707d}{n} - 0,1d,$$

где n – количество досок, выпиленных из бруса.

Развальный постав при четном количестве досок (см. рис. 15):

$$0,1d - \frac{0,707d - 0,43d}{2} - \frac{0,43d}{2} - \frac{0,43d}{2} - \frac{0,707d - 0,43d}{2} - 0,1d.$$

Х. Л. Фельдман определил теоретическое использование поперечного сечения бревна (геометрический выход досок):

$$P = \frac{\sum F_d}{F_6} 100\%, \quad (16)$$

где P – геометрический выход досок; $\sum F_d$ – сумма площадей поперечных сечений досок с припусками на усушку и на пропилы; F_6 – площадь поперечного сечения бревна.

Если подставить в формулу (16) размеры пиломатериалов, которые определены по рис. 15, то получим $P = 85,6\%$. Однако недостатком такого подхода является то, что припуски на усушку и на пропилы были включены в поперечное сечение досок. В дальнейших исследованиях Х. Л. Фельдман исключил из геометрического выхода площадь припусков на усушку и пропилы и разработал систему брусковых и развальных поставов на выпилровку обрезных досок максимальных поперечных сечений. Но они не нашли широкого применения в практике, потому что не учитывали спецификации пиломатериалов.

Теория раскроя бревен на пиломатериалы Д. Ф. Шапиро

Общие положения. Профессор Д. Ф. Шапиро в своих исследованиях определил оптимальные размеры досок с учетом следующих условий: 1) форма бревна принималась за усеченный параболоид, а торцовое сечение – за круг; 2) сечение бревна, параллельное его продольной оси, имеет вид параболы, т. е. каждая необрезная доска, которая выпиливается из бревна, ограничена параболой (полной или усеченной); 3) сначала определялись оптимальные размеры досок по ширине и длине, а затем – по толщине.

Образующая линия бревна является параболой, уравнение которой в соответствии с рис. 16 будет иметь следующий вид:

$$y^2 = 2pz. \quad (17)$$

Параметр параболы определяется по формуле

$$2p = (D^2 - d^2) / 4L,$$

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

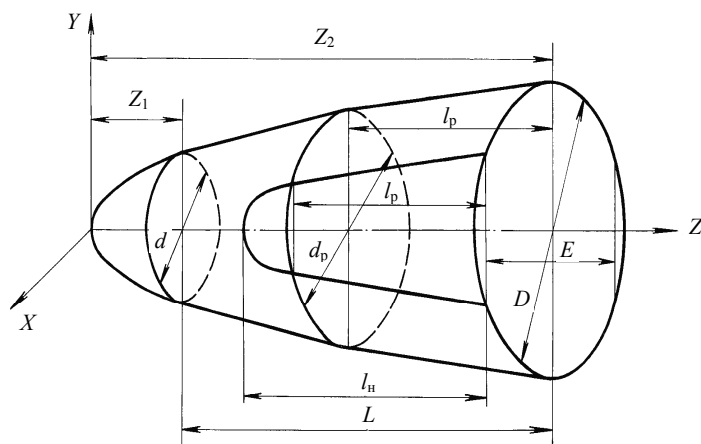


Рис. 16. Расчетная форма бревна

Определим диаметр бревна d_p в расчетном сечении, расположенном на расстоянии l_p от комлевого торца. В соответствии с рис. 16 и уравнением параболы (17):

$$\left(\frac{d_p}{2}\right)^2 = 2p(z_2 - l_p) = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D^2 - d^2}{4L}\right)l_p,$$

откуда

$$d_p = \sqrt{D^2 - \left(\frac{D^2 - d^2}{L}\right)l_p}. \quad (18)$$

Если мы знаем этот диаметр, то можем определить ширину необрезной доски в расчетном сечении бревна (см. рис. 16):

$$b_p = \sqrt{d_p^2 - E^2} = \sqrt{D^2 - \left(\frac{D^2 - d^2}{L}\right)l_p - E^2}. \quad (19)$$

Рассмотрим частные случаи определения ширины доски:

1) в вершинном торце бревна при $d_p = d$, т. е. когда $l_p = L$, ширина доски будет

$$b = \sqrt{d^2 - E^2}; \quad (20)$$

2) в комлевом торце бревна при $d_p = D$, т. е. когда $l_p = 0$, ширина доски будет

$$B = \sqrt{D^2 - E^2}.$$

Длину необрезной доски l_n можно определить при условии $b_p = 0$, т. е. когда $l_p = l_n$. Подставим значение $b_p = 0$ и $l_p = l_n$ в формулу (19), тогда

$$D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L}l_n - E^2 = 0,$$

откуда

$$l_n = \frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2}L, \quad (21)$$

где l_n – длина необрезной доски в зависимости от ее местоположения в поперечном сечении бревна.

Отметим, что местоположение доски задано величиной E – расстоянием между соответствующими симметричными пластинами досок в поставе. Например, если $E \leq d$, тогда $l_n = L$ и необрезная доска ограничена усеченной параболой. А если $E > d$, тогда

$$l_n = \frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2}L,$$

т. е. $l_n < L$ и она ограничена полной параболой.

Оптимальные размеры обрезных досок. При распиловке бревен вразвал получают необрезные доски, которые затем перерабатывают на обрезные. Оптимальные размеры обрезных досок по длине и ширине должны обеспечивать наибольшую площадь, а значит, и максимальный выход при раскросе необрезных пиломатериалов. Известно, что необрезная доска по форме напоминает параболу. Поэтому для решения поставленной задачи достаточно определить размеры сторон вписанного в параболу прямоугольника, который будет иметь максимальную площадь.

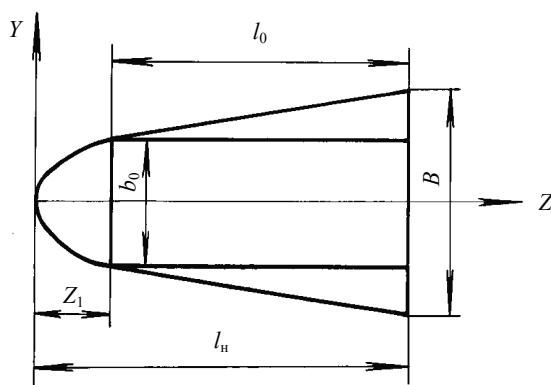


Рис. 17. Схема раскроя необрезной доски

В соответствии с рис. 17 площадь прямоугольника, вписанного в параболу, равна

$$F = b_0 l_0. \quad (22)$$

Известно, что уравнение параболы $y^2 = 2pz$. Учитывая обозначения, принятые на рис. 17, можно записать:

$$(b_0/2)^2 = 2pz_1 = 2p(l_n - l_0);$$

$$(B/2)^2 = 2pl_n.$$

Разделим первое уравнение на второе и получим

$$b_0^2/B^2 = (l_n - l_0)/l_n,$$

откуда

$$b_0 = B\sqrt{(l_n - l_0)/l_n} = B\sqrt{l_n - l_0}/\sqrt{l_n}. \quad (23)$$

Подставим значение b_0 в формулу (22):

$$F = Bl_0 \sqrt{l_n - l_0} / \sqrt{l_n}.$$

Для определения оптимальной длины доски возьмем производную от F по l_0 , т. е.

$$\frac{dF}{dl_0} = \frac{B}{\sqrt{l_n}} \left(\sqrt{l_n - l_0} - \frac{l_0}{2\sqrt{l_n - l_0}} \right) = 0,$$

но $\frac{B}{\sqrt{l_n}} \neq 0$, значит,

$$\sqrt{l_n - l_0} - \frac{l_0}{2\sqrt{l_n - l_0}} = 0,$$

или

$$2(l_n - l_0) - l_0 = 0,$$

откуда

$$l_0 = 2l_n / 3. \quad (24)$$

Таким образом, оптимальная длина обрезной доски составляет $2/3$ длины необрезной доски, начиная от комлевого торца.

Если значение l_n (см. формулу (21)) подставить в формулу (24), то получим оптимальную длину обрезной доски в зависимости от ее местоположения в поставе:

$$l_0 = 2/3 \frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2} L. \quad (25)$$

Оптимальную ширину обрезной доски можно определить, если подставить значение $l_0 = 2l_n / 3$ в формулу (23):

$$b_0 = B \sqrt{(l_n - (2l_n / 3)) / l_n} = B \sqrt{1/3} = 0,577B.$$

Таким образом, оптимальная ширина обрезной доски составляет примерно $0,6$ ширины необрезной доски в комлевом торце.

Известно, что $B = \sqrt{D^2 - E^2}$, тогда оптимальная ширина обрезной доски в зависимости от ее местоположения в поставе будет

$$b_0 = \sqrt{(D^2 - E^2) / 3} = 0,577 \sqrt{D^2 - E^2}. \quad (26)$$

Напомним, что в уравнениях (25) и (26) D и d – диаметры бревна соответственно в комлевом и вершинном торцах; E – расстояние между соответствующими симметричными пластами досок в поставе.

Пифагорическая и параболическая зоны бревна. При распиловке бревен вразвал часть необрезных досок в вершинном торце будет иметь ширину $b \geq 0,577B$. В таком случае эти доски обрезают по ширине в вершинном торце, и их оптимальная длина будет соответствовать длине бревна, т. е. их не надо укорачивать.

Определим, при каком значении E необрезные доски не требуют укорачивания, т. е. $l_0 = L$. Подставим в формулу (25) вместо l_0 значение L и обозначим ширину зоны, в пределах которой $l_0 = L$, через $E_{кр}$. Тогда получим

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{D^2 - E_{кр}^2}{D^2 - d^2} L = L,$$

откуда

$$E_{кр} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2}, \quad (27)$$

где $E_{кр}$ – ширина зоны в вершинном торце бревна, в пределах которой ширина обрезных досок будет определяться по теореме Пифагора (20), а длина этих обрезных досок соответствует длине бревна. Такую зону называют *пифагорической*.

Отметим, что $E_{кр}$ зависит от коэффициента сбega $K = D / d$. Если в формулу (27) подставить $D = Kd$, то получим

$$E_{кр} = d\sqrt{1,5 - 0,5K^2}. \quad (28)$$

Результаты вычисления $E_{кр}$ в зависимости от K :

K	1,1	1,2	1,3	1,4
$E_{кр} / d$	0,946	0,883	0,810	0,721

Таким образом, с увеличением коэффициента сбega бревна значение $E_{кр}$ уменьшается.

Из формулы (28) можно установить, при каких условиях все необрезные доски поставки надо будет укорачивать, чтобы получить максимальный выход обрезных досок. Это случится, если $E_{кр} = d\sqrt{1,5 - 0,5K^2} = 0$, тогда $K = 1,73$. Значит, если бревно имеет превышение комлевого диаметра над вершинным в 1,73 раза, тогда, чтобы из него выпилить обрезные доски максимального объема, их надо укорачивать. При этом будут большие потери древесины. Поэтому при раскросе хлыстов на сортименты обязательно надо обеспечить условие $K < 1,73$.

Зону поперечного сечения бревна, которая расположена за границами пифагорической зоны, называют *параболической*. Необрезные доски, выпиленные из этой зоны, должны быть укорочены до оптимальной длины и обрезаны до оптимальной ширины. В этом случае l_0 и b_0 определяют по формулам (25) и (26). Таким образом, при определении оптимальных размеров обрезных досок необходимо учитывать, из какой зоны бревна они выпиливаются.

Если $E < E_{кр}$ (пифагорическая зона), тогда

$$b_0 = \sqrt{d^2 - E^2} ; l_0 = L.$$

Если $E > E_{кр}$ (параболическая зона), тогда

$$b_0 = \sqrt{(D^2 - E^2)/3} ; l_0 = 2(D^2 - E^2)L/3(D^2 - d^2).$$

Соответственно можно определить и объем этих досок. Объем обрезной доски, выпиленной из пифагорической зоны:

$$V = ab_0l_0 = a\sqrt{d^2 - E^2}L. \quad (29)$$

Объем доски, выпиленной из параболической зоны:

$$\begin{aligned} W = ab_0l_0 &= a\sqrt{(D^2 - E^2)/3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{D^2 - E^2}{D^2 - d^2} L = \\ &= aL \frac{0,385}{D^2 - d^2} \sqrt{(D^2 - E^2)^3}. \end{aligned} \quad (30)$$

В формулах (29) и (30) D и d – диаметры бревна соответственно в комлевом и вершинном торцах; L – длина бревна; a – толщина доски; E – расстояние между соответствующими симметричными пластинами досок в поставе.

Номограммы. После того как были установлены оптимальные размеры досок по ширине и длине, профессор Д. Ф. Шапиро определил оптимальную толщину досок. Он рассмотрел три случая (рис. 18):

1. Все доски находятся в пифагорической зоне бревна – тогда общий объем полученных обрезных досок будет

$$Q = \sum_{i=1}^n V_i,$$

где V_i – объем i -й обрезной доски, который находится по формуле (29); n – количество досок в поставе.

2. Все доски находятся в параболической зоне бревна – тогда общий объем полученных обрезных досок будет

$$Q_2 = \sum_{i=1}^n W_i,$$

где W_i – объем i -й обрезной доски, который определяется по формуле (30); n – количество досок в поставе.

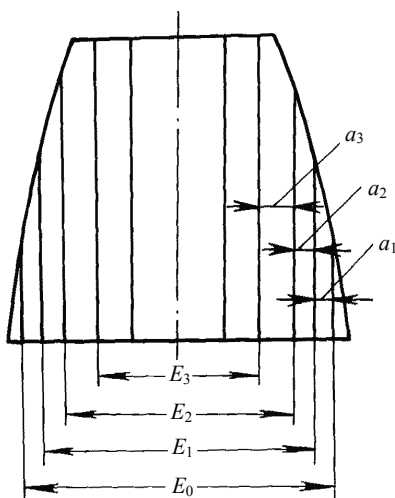


Рис. 18. Схема раскроя бревна по Д. Ф. Шапиро

3. Одна часть досок выпиливается из пифагорической зоны, а другая – из параболической зоны бревна, тогда общий объем обрезных досок будет

$$Q_3 = \sum_{i=1}^n V_i + \sum_{j=1}^m W_j,$$

где V_i – объем i -й обрезной доски, выпиленной из пифагорической зоны (формула (29)); n – количество досок из пифагорической зоны; W_j – объем j -й обрезной доски, выпиленной из параболической зоны (формула (30)); m – количество досок из параболической зоны.

Затем Д. Ф. Шапиро взял частные производные от Q по a , приравнял их к нулю и вывел формулы оптимальной толщины обрезных досок для каждого из трех принятых случаев. Но эти формулы оказались очень сложными, поэтому Д. Ф. Шапиро на их основании построил номограммы для составления максимальных поставов.

На рис. 19 приведена одна из номограмм. По наклонным линиям $E_0, E_1, E_2, \dots, E_6$ можно определить толщину досок в зависимости от их количества в поставе (например, a_1, a_2 и a_3 – при выпиливании трех пар досок и т. д.). Ширина досок определяется по оси ординат. По кривой mK находят ширину доски в пифагорической зоне. Кривая Kp показывает ширину досок, которые выпиливают из параболической зоны, вертикальная линия nt – границу между параболической и пифагорической зонами бревна.

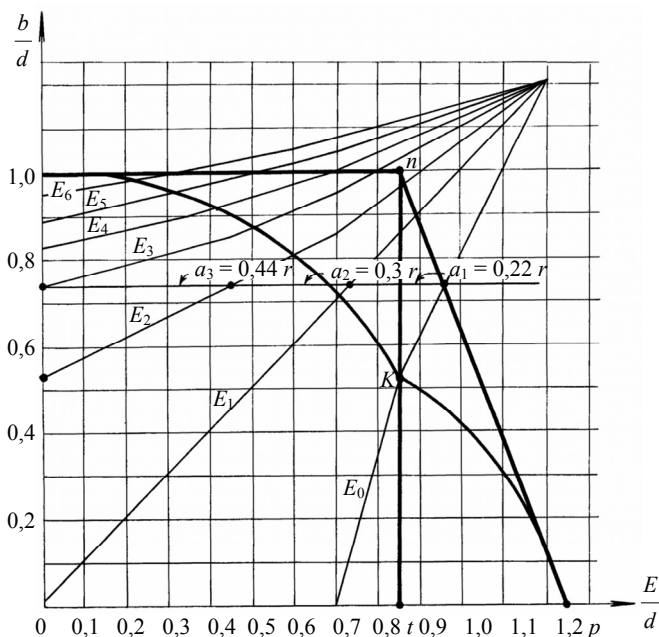


Рис. 19. Номограмма Д. Ф. Шапира для расчета и составления поставов

Однако номограммы не учитывают припусков на усушку и ширину пропилов, что сказывается на точности результатов при их применении. Они не нашли в свое время широкого распространения в связи со сложностью их использования (их было 210 шт.). Но исследования Д. Ф. Шапира явились первыми наиболее глубокими научными разработками в области рационального использования сырья при распиловке бревен на пиломатериалы. Они получили развитие в дальнейших исследованиях по раскряку бревен.

Графики Г. Г. Титкова для определения оптимальной толщины досок

Г. Г. Титков определил коэффициент использования поперечного сечения бревна в зависимости от местоположения обрезной доски в поставе и ее толщины (рис. 20). При этом он принял некоторые допущения: 1) бревно имеет цилиндрическую форму; 2) выпиливаются обрезные доски; 3) в каждую доску относят половину потерь на опилки; 4) с увеличением толщины доски увеличиваются потери на рейки, с уменьшением толщины доски потери на рейки уменьшаются, но в последнем случае увеличиваются потери на опилки, поэтому должны быть выбраны оптимальные соотношения между ними.

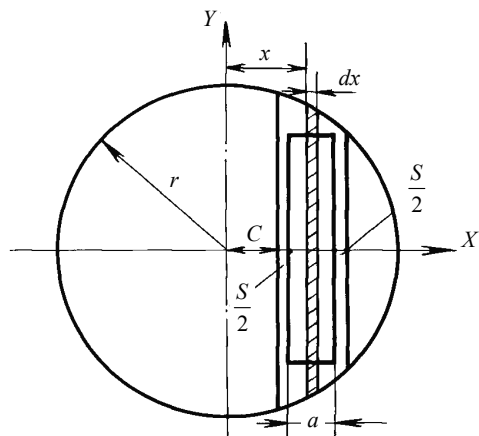


Рис. 20. Схема раскроя бревна по Г. Г. Титкову

Коэффициент использования поперечного сечения бревна K определяют по формуле

$$K = F_d / F_6, \quad (31)$$

где F_d — площадь поперечного сечения обрезной доски номинальных размеров; F_6 — площадь поперечного сечения участка бревна, затраченного на выпиливание этой обрезной доски.

В соответствии с рис. 20 площадь прямоугольника будет

$$F_d = 2a\sqrt{r^2 - (c + a + s/2)^2}. \quad (32)$$

Площадь криволинейной трапеции (участка бревна):

$$F_6 = 2 \int_c^{c+a+s} \sqrt{r^2 - x^2} dx = 2 \left(\frac{x}{2} \sqrt{r^2 - x^2} + \frac{r^2}{2} \arcsin \frac{x}{r} \right) \Big|_c^{c+a+s}.$$

После преобразований получим

$$F_6 = r^2 \left(\arcsin \frac{c+a+s}{r} - \arcsin \frac{c}{r} \right) + (c+a+s) \sqrt{r^2 - (c+a+s)^2} - c \sqrt{r^2 - c^2}. \quad (33)$$

В формулах (32) и (33) r – радиус вершинного торца бревна; a – толщина обрезной доски; c – расстояние от центра торца бревна до оси пропилов; s – ширина пропила.

Значения F_d и F_6 Г. Г. Титков подставил в формулу (31) и определил K в зависимости от a и c . По результатам расчетов он построил график (рис. 21, а).

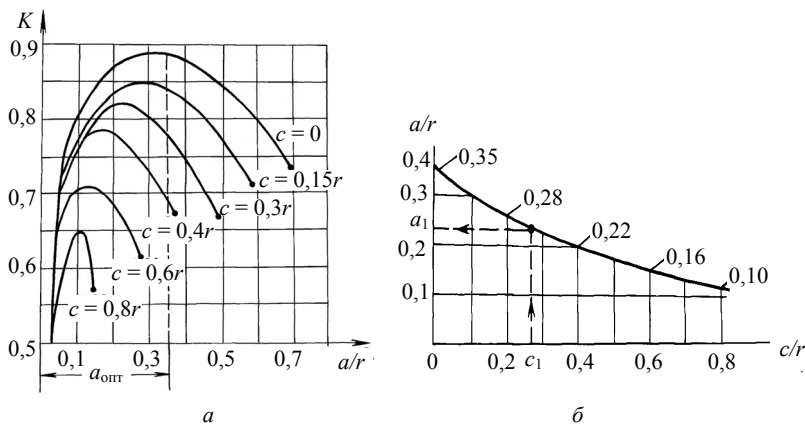


Рис. 21. Графики Г. Г. Титкова по раскрою бревен:

a – график коэффициента использования поперечного сечения бревна;

$б$ – график оптимальной толщины досок

График показывает, что с увеличением расстояния от центра торца бревна до доски коэффициент использования площади поперечного сечения бревна K уменьшается, потому что увеличиваются потери в рейки.

На графике при максимальном значении K можно определить оптимальную толщину обрезных досок в зависимости от местоположения их

в поставе (расстояния c). Доски, расположенные ближе к центру торца, имеют большую оптимальную толщину. Значит, при составлении постава в его центре надо ставить более толстые доски, а к краю – более тонкие. При этом поперечное сечение бревна будет использоваться более полно.

Если в соответствии со спецификацией необходимо принять толщину доски, которая отличается от оптимальной, тогда по графику можно определить, насколько уменьшается K . Надо отметить, что новое значение K незначительно отличается от максимального значения.

По графику (рис. 21, а) Г. Г. Титков построил кривую оптимальной толщины доски в зависимости от расстояния ее от центра торца бревна (рис. 21, б).

По этой кривой можно составить только один постав с максимальным выходом досок, поэтому были построены параллельные кривые с заданным понижением K , по которым можно перейти к спецификационным размерам досок.

Недостатком графиков Г. Г. Титкова является то, что он не учитывал сбеговой зоны бревна. Но то, что Г. Г. Титков в своих исследованиях учел припуски на усушку и ширину пропилов, явилось шагом к составлению практических схем раскроя бревен на пиломатериалы.

Исследования П. П. Аксёнова по раскрою бревен и необрезных досок

Профессор П. П. Аксёнов исследовал степень использования необрезных досок при переработке их в обрезные. При этом он разделял отходы, полученные при обрезке досок, на обзолные и сбеговые рейки (рис. 22, а).

Степень использования необрезных досок K_n при переработке их в обрезные характеризуется коэффициентом

$$K_n = K_{обз} K_{сб},$$

где $K_{обз}$ – коэффициент использования необрезных досок, учитывающий отходы в обзолную рейку; $K_{сб}$ – коэффициент использования необрезных досок, учитывающий отходы в сбеговую рейку.

В результате теоретических исследований П. П. Аксёнов нашел зависимость $K_{обз}$ и $K_{сб}$ от толщины досок и их местоположения в торце бревна при распиловке бревен вразвал. С увеличением толщины досок отходы в обзолные рейки возрастают. Отходы в сбеговые рейки зависят от величины сбега, но не от толщины досок.

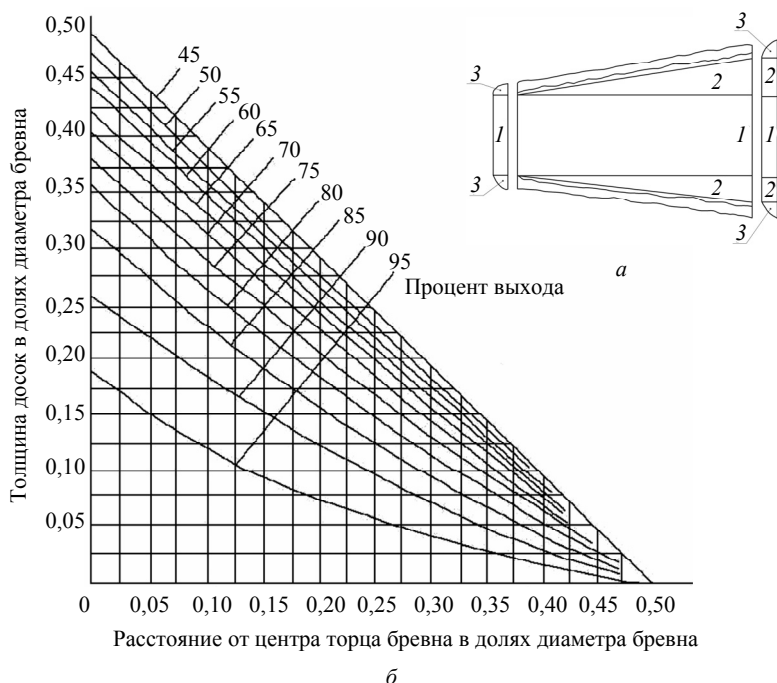


Рис. 22. Графики П. П. Аксенова по раскрою бревен и необрезных досок:

а — схема раскроя необрезной доски на обрезную;

1 — обрезаемая доска, 2 — сбегающая рейка, 3 — обзолная рейка;

б — график толщин необрезных досок

с одинаковым процентом их использования при обрезке параллельно сбегу;

в — график предельных толщин досок.

С увеличением расстояния внутренней пласти доски от центра торца бревна уменьшается коэффициент использования поперечного сечения необрезных досок $K_{обз}$. Это необходимо учитывать при составлении поставов на распиловку бревен развальным способом – чем меньше коэффициент $K_{обз}$, тем больше отходов древесины, зависящих от постава.

Для составления поставов П. П. Аксёнов построил график толщины необрезных досок с одинаковым процентом их использования при обрезке параллельно сбегу (рис. 22, б). На графике по оси абсцисс приведены значения расстояния внутренней пласти доски от центра торца бревна в долях диаметра, а по оси ординат – толщина досок. Кривые показывают процент использования поперечного сечения при обрезке необрезных досок параллельно сбегу на обрезные доски трапецидального вида.

По этим кривым определяют толщину досок в зависимости от расстояния их от центра бревна и заданного процента использования поперечного сечения. Если в спецификации пиломатериалов нет толщины доски, которая определена по графику, необходимо принять меньшую толщину. При этом степень использования поперечного сечения повысится.

Учитывая, что минимальная толщина досок ограничивается возможностью бревнопильных станков и стандартами, П. П. Аксёнов на основании теоретических исследований построил график предельных толщин досок, допускаемых в поставах для бревен разных диаметров (рис. 22, в). Для досок, расположенных ближе к центру бревна, дана предельная толщина, обеспечивающая степень использования поперечного сечения 90–95%. Для крайних боковых досок – предельная толщина по минимально допускаемой стандартной толщине.

Наклонные прямые ограничивают верхний предел значения толщины досок в зависимости от расстояния внутренней пласти от центра бревна и диаметра бревна. В случае несовпадения значения толщины доски, определенной по графику, с толщиной доски по спецификации необходимо принимать меньшее требуемое значение.

Также П. П. Аксёнов теоретически доказал, что при увеличении количества вырабатываемых заготовок по длине необрезных досок отходы древесины в сбеговую рейку уменьшаются, а коэффициент $K_{сб}$ увеличивается. Так, например, при коэффициенте сбега бревна $K_{сб} = 1,2$ относительный выход обрезной продукции с увеличением количества вырабатываемых заготовок по длине необрезных досок от 2 до 10 возрастает до 109,3–122,0%. Это значит, что необрезные доски эффективнее перерабатывать на заготовки.

Теоретические исследования Н. А. Батина по раскрою бревен

Графики для составления оптимальных поставов. Напомним, что для составления постава необходимо выбрать способ распиловки бревна, определить количество досок, которые будут из него выпилены, и толщину этих пиломатериалов в зависимости от их местоположения в поперечном сечении торца.

Для того чтобы определить оптимальную толщину обрезных досок, Н. А. Батин рассматривал две смежные доски в поставе, которые выпиливают из участка бревна шириной H . Этот участок расположен на расстоянии c_m от центра торца бревна (рис. 23).

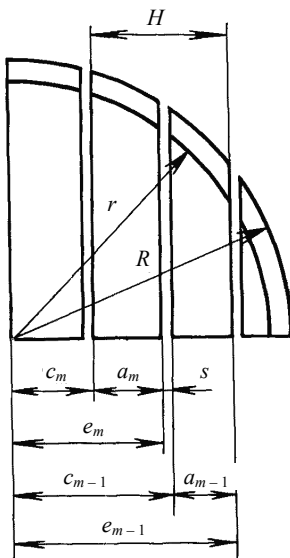


Рис. 23. Схема раскроя бревна по Н. А. Батину

При этом он анализировал три случая, которые могут быть при выпиливании досок:

первый – обе доски находятся в пифагорической зоне, т. е. $e_m < e_{кр}$ и $e_{m-1} < e_{кр}$;

второй – одна доска находится в пифагорической зоне, а вторая в параболической зоне, т. е. $e_m < e_{кр}$ и $e_{m-1} > e_{кр}$;

третий – обе доски находятся в параболической зоне, т. е. $e_m > e_{кр}$ и $e_{m-1} > e_{кр}$.

Во всех случаях $e_{кр} = \frac{E_{кр}}{2} = \sqrt{1,5r^2 - 0,5R^2}$; e_{m-1} – расстояние от центра до наружной пласти первой доски поставы; e_m – расстояние от центра торца до наружной пласти второй доски поставы.

Отметим, что нумерация досок принята от периферийной зоны к центру торца бревна.

Из рис. 23 вытекает, что

$$\left. \begin{aligned} e_m &= c_m + a_m, \\ e_{m-1} &= c_m + H, \\ a_{m-1} &= H - s - a_m, \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

где c_m – расстояние от центра до внутренней пласти второй доски; a_{m-1} , a_m – толщина соответственно первой и второй досок в поставе; H – ширина участка торца бревна, из которого выпиливают две доски; s – ширина пропила.

Объем обрезной доски в зависимости от ее местоположения определяют по формулам (29) и (30).

Для первого случая общий объем двух обрезных досок, которые выпиливают из участка торца бревна шириной H :

$$V_1 = V_m + V_{m-1} = 2L \left(a_m \sqrt{r^2 - e_m^2} + a_{m-1} \sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} \right); \quad (35)$$

для второго случая:

$$V_2 = V_m + W_{m-1} = 2L \left(a_m \sqrt{r^2 - e_m^2} + A a_{m-1} \sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} \right); \quad (36)$$

для третьего случая:

$$V_3 = W_m + W_{m-1} = 2LA \left(a_m \sqrt{(R^2 - e_m^2)^3} + a_{m-1} \sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} \right), \quad (37)$$

где $A = 0,385 / (R^2 - r^2)$; $R = D / 2$; $r = d / 2$.

Чтобы определить оптимальную толщину досок, были взяты производные:

$$\frac{dV_1}{da_m} = 0; \quad \frac{dV_2}{da_m} = 0; \quad \frac{dV_3}{da_m} = 0.$$

После преобразований были получены уравнения для определения оптимальной толщины доски в каждом из трех случаев:

$$a_m = \left(\sqrt{r^2 - e_m^2} - \sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} \right) \frac{\sqrt{r^2 - e_m^2}}{e_m}; \quad (38)$$

$$a_m = \left(\sqrt{r^2 - e_m^2} - A \sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3} \right) \frac{\sqrt{r^2 - e_m^2}}{e_m}; \quad (39)$$

$$a_m = \frac{\sqrt{(R^2 - e_m^2)^3} - \sqrt{(R^2 - e_{m-1}^2)^3}}{3e_m \sqrt{R^2 - e_m^2}}. \quad (40)$$

При исследовании функций (35)–(37) на максимум были учтены формулы (34) и то, что

$$\frac{de_m}{da_m} = 1; \quad \frac{de_{m-1}}{da_m} = 0; \quad \frac{da_{m-1}}{da_m} = -1.$$

Индекс m указывает на номер доски в поставе, если начинать считать от края торца к центру бревна.

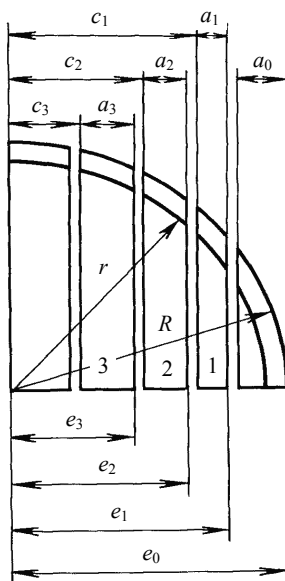


Рис. 24. Схема раскря бревна к определению оптимальной толщины досок по Н. А. Батину

Толщина первой доски $a_m = a_1$ (рис. 24) будет определена из условия, что $a_{m-1} = a_0$ относится к горбылю, внешняя сторона которого не пропилена (ширина равная нулю), т. е.

$$\sqrt{r^2 - e_{m-1}^2} = \sqrt{r^2 - e_0^2} = 0;$$

$$\sqrt{R^2 - e_{m-1}^2} = \sqrt{R^2 - e_0^2} = 0.$$

Если подставить эти значения в формулы (38)–(40), то получим:
при $e_m = e_1 \leq e_{кр}$

$$a_1 = \frac{r^2 - e_1^2}{e_1}; \quad (41)$$

при $e_m = e_1 > e_{кр}$

$$a_1 = \frac{R^2 - e_1^2}{3e_1}. \quad (42)$$

На основе результатов проведенных теоретических исследований Н. А. Батин по формулам (38)–(42) построил *графики для составления оптимальных поставов*, которые обеспечивают наибольший выход обрезных досок с учетом требований спецификации. Всего было построено 72 графика для бревен диаметром в вершинном торце от 14 до 50 см при разных $K = D / d$. Один из таких графиков приведен на рис. 25.

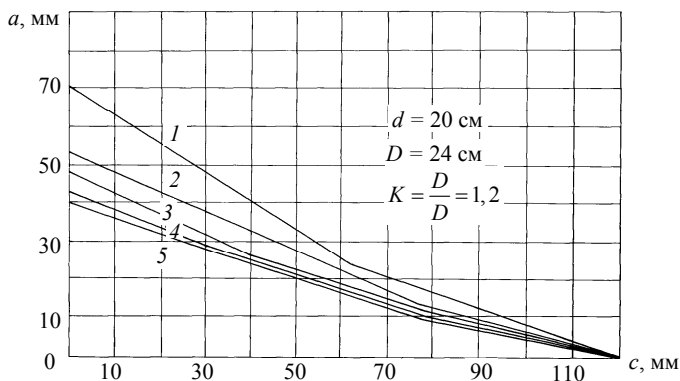


Рис. 25. Графики Н. А. Батина для составления оптимальных поставов:
 a – оптимальная толщина доски; c – расстояние внутренней пласти доски от центра торца бревна; 1, 2, 3, 4, 5 – кривые для определения оптимальной толщины соответствующей доски

По графику для бревна соответствующего диаметра можно составить оптимальный постав для выбранного количества досок в зависимости от требований спецификации. Максимальный объемный выход досок будет достигнут по поставу с количеством пар досок, которое соответствует номеру нижней кривой линии. Отметим, что при нечетном поставе сердцевинная доска считается за пару центральных досок.

Однако при составлении поставов по этим графикам установлено, что для определения оптимальной толщины досок используют только ограниченные участки каждого из 72 графиков. Учитывая это, Н. А. Батин построил практические графики для составления поставов – всего 6 графиков (рис. 26).

Практические графики построены в прямоугольных координатах. На оси абсцисс отложены расстояния от центра торца бревна до внутренней пласти доски, а на оси ординат – толщина доски. Наклонные кривые линии выражают зависимость толщины доски от расстояния ее до центра постава и построены для бревен, диаметр которых в вершинном торце составляет 14–50 см.

Каждый из шести графиков имеет свой номер (от 1 до 6). Если в поставе доски пронумерованы от периферии к центру, тогда номер доски в поставе соответствует номеру графика, по которому определяется ее толщина. Но при расчетах поставов нумерацию досок начинают от центра торца бревна. В этом случае номер графика, по которому надо определять толщину доски, будет

$$N = (m + 1) - n, \quad (43)$$

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

Отметим, что сердцевинная доска условно принимается за одну пару досок.

По графикам Н. А. Батина можно составить оптимальные поставки на распиловку бревен диаметром 14–50 см с учетом требований спецификации пиломатериалов. Они очень просты в пользовании и дают точные результаты. Порядок пользования графиками будет приведен ниже.

Оптимальное количество досок в поставе. При составлении поставов необходимо учитывать, что на объемный выход оказывает влияние количество досок в поставе. Н. А. Батин на основе теоретических исследований определил оптимальное количество досок в поставе в зависимости от способа распиловки и диаметра бревен (табл. 6).

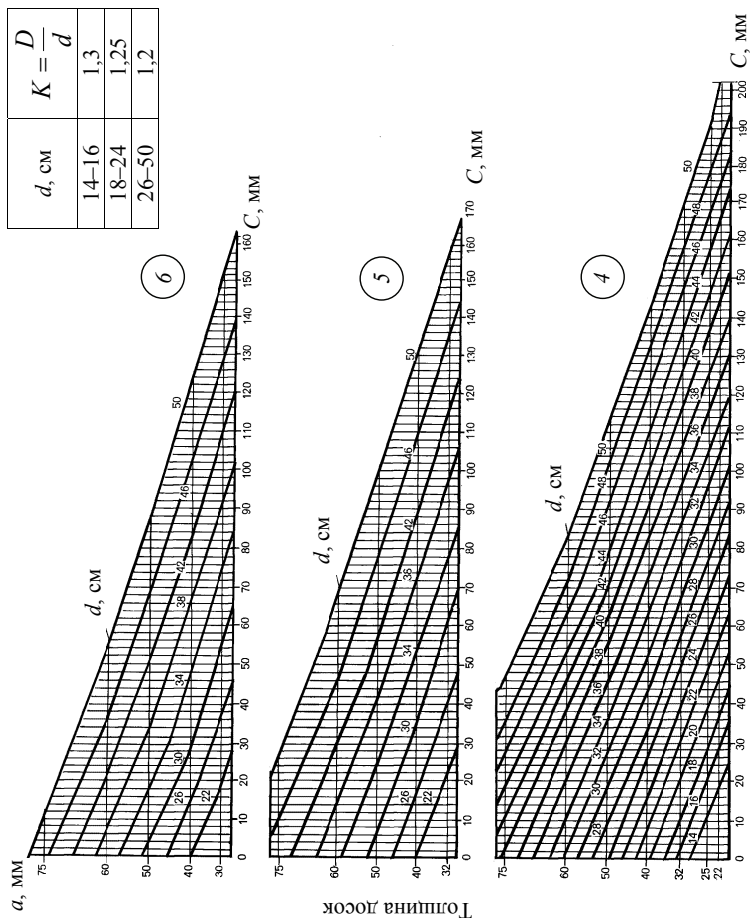
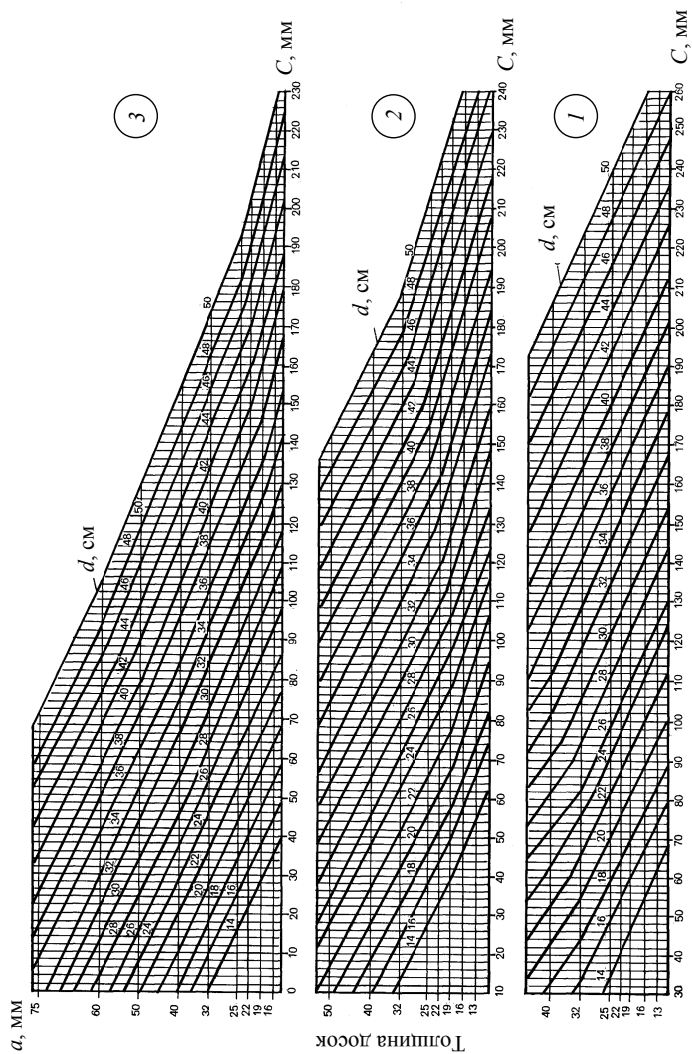


Рис. 26. Окончание (начало см. на с. 69)



Расстояние от центра постава до внутренней пласти доски

Рис. 26. Практические графики Н. А. Батина для составления поставов
(окончание см. на с. 68)

Оптимальное количество досок в поставе при распиловке бревен

Диаметр бревна, см	Распиловка вразвал	Распиловка с брусковой 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(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 I проходе, а цифры в скобках – количество досок с каждой стороны за пределами пласти бруса во II проходе.

При распиловке бревен с брусковой в табл. 6 приведены значения оптимального количества досок в зависимости от диаметра бревна и толщины бруса. Там же для некоторых случаев указаны два или три варианта количества досок в поставе. Эти варианты показывают почти совпадающие результаты по объемному выходу обрезных пиломатериалов. Однако надо иметь в виду, что постав с большим количеством досок дает немного больший объемный выход.

Графики для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна. При составлении поставов на распиловку бревен с брусковой в первую очередь необходимо определить высоту (толщину) бруса, которая выбирается в зависимости от диаметра бревна с учетом спецификации пиломатериалов. Доски, которые выпиливают из бруса, имеют ширину, равную толщине бруса.

Оптимальное количество досок, которые выпиливают из боковой зоны бревна за брусом, и их оптимальная толщина зависят от диаметра бревен и принятой толщины бруса. Теоретические исследования показали, что оптимальная толщина досок по мере удаления от центра уменьшается. Однако известно, что некоторые отклонения толщины доски от оптимального размера практически не влияют на объемный выход (см. графики Г. Г. Титкова).

Таким образом, при составлении постава на распиловку боковой зоны бревна за брусом (за центральными или за сердцевинной досками) можно выпиливать доски одинаковой толщины. При этом необходимо обеспечить оптимальные соотношения между размерами боковой зоны, количеством досок и их толщиной.

Что дает выпиливание досок одинаковой толщины? Уменьшается количество сечений пиломатериалов, которые выпиливают одновременно, создаются условия для упрощения технологического процесса сортирования и окончательной обработки досок. Это содействует механизации и автоматизации трудоемких операций и повышению производительности труда.

Толщина досок определяется по формулам:

$a = a_1$ – для одной пары досок;

$a = \frac{a_1 + a_2}{2}$ – для двух пар досок;

$a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ – для трех пар досок,

где a_1, a_2, a_3 – оптимальная толщина досок, определенная для данных условий по графикам оптимальных толщин (см. рис. 26).

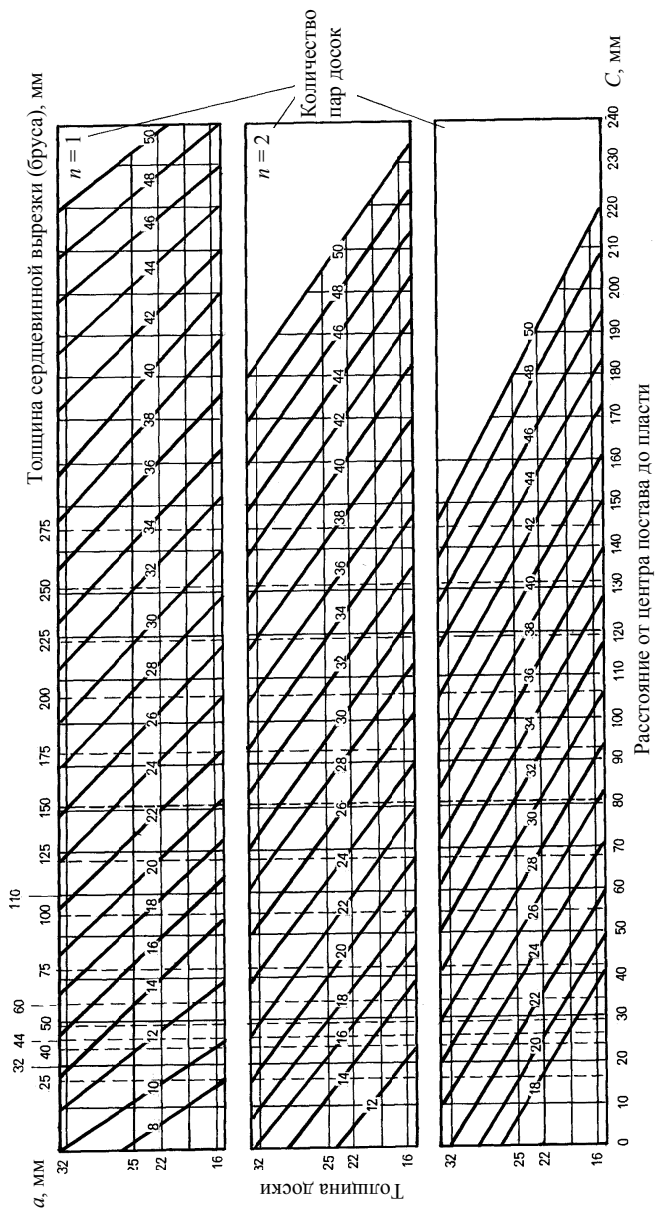


Рис. 27. Графики для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна по Н. А. Батину

На основе теоретических исследований Н. А. Батин разработал графики для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна (рис. 27). Всего было построено три графика: для выпиливания соответственно одной, двух или трех пар досок из боковой зоны бревна (номер графика соответствует количеству пар досок).

На нижней горизонтальной линии графиков отложено расстояние от центра торца бревна до пласти боковой зоны, которая подлежит раскрою; на верхней указаны значения толщины бруса или сердцевинной доски с учетом усушки и пропилов, а на вертикальной линии – номинальная толщина доски. Все размеры даны в миллиметрах. Кривые линии соответствуют диаметрам бревна в вершинном торце. По графикам можно определить количество и толщину досок, которые выпиливают из боковой зоны бревна, в зависимости от величины вырезки из центральной зоны бревна (толщины бруса – при распиловке с брусковой, сердцевинной доски или двух центральных – при распиловке вразвал). Графиками можно пользоваться, чтобы выбрать оптимальный диаметр бревна для выпиливания бруса и досок заданной толщины.

О порядке пользования этими графиками будет сказано ниже.

Теоретические положения по распиловке бревен на радиальные пиломатериалы

Радиальность доски характеризуется углом наклона годовичных слоев к ее пласти, т. е. так называемым *углом радиальности*. Угол радиальности α определяется углом между касательной, проведенной к годовичному слою посередине ширины и толщины доски, и пластью доски.

Радиальные пиломатериалы с углом радиальности не менее 60° применяют для производства резонансных заготовок, используемых в музыкальных инструментах, а с углом радиальности $\alpha > 45^\circ$ – для производства клееных щитов и брусьев.

Пиломатериалы радиальной распиловки отличаются повышенной формоустойчивостью, т. е. меньше подвергаются короблению в процессе сушки и при изменении условий эксплуатации изделий, из них изготовленных.

Благодаря этим свойствам радиальные пиломатериалы широко используются в изготовлении клееных материалов из массивной древесины – щитов и брусьев, которые, в свою очередь, нашли применение в производстве мебели и столярно-строительных изделий, а также в деревянном домостроении.

Распиловка бревна на радиальные пиломатериалы осуществляется различными способами: развально-секторным или развально-сегментным, которые описаны выше.

Однако в последнее время широкое распространение для распиловки круглых бревен на радиальные пиломатериалы получил комбинированный развально-сегментно-брусковый способ. В этом случае в первом проходе выпиливают из центральной части несколько необрезных радиальных досок, а из боковых сегментов – брусья толщиной, равной ширине досок по спецификации. Во втором проходе брусья распиливают на обрезные радиальные доски требуемой толщины и ширины.

При составлении поставок на распиловку бревен указанным способом в первую очередь необходимо определить размеры центрального участка бревна, в пределах которого могут быть выпилены радиальные пиломатериалы, а затем – размеры участка сегмента, в пределах которого из бруса могут быть выпилены радиальные доски.

Расчетная схема для определения участков радиальности бревна и сегмента приведена на рис. 28 [7].

Из рис. 28 видно, что угол радиальности определяется углом наклона касательной I-I, проведенной к годичному слою в середине ширины и толщины доски (точка K), и прямой MN .

Половина ширины радиальной доски будет $MN = b / 2$. При обозначениях, принятых на рис. 28, a , имеем $b / 2 = h = 2y$.

Из треугольников OMN и OKN определим значения $h = \sqrt{r^2 - x_1^2}$ и $y = x_1 \operatorname{tg} \alpha$ и подставим эти значения. Тогда будем иметь

$$\sqrt{r^2 - x_1^2} = 2x_1 \operatorname{tg} \alpha,$$

где r – радиус бревна.

Решив это уравнение, получим

$$x_1 = \frac{r}{\sqrt{1 + 4 \operatorname{tg}^2 \alpha}}.$$

Согласно рис. 28, a , ширина участка радиальности в I проходе $E_{1(\text{рад})} = 2x_1$.

Тогда

$$E_{1(\text{рад})} = \frac{d}{\sqrt{1 + 4 \operatorname{tg}^2 \alpha}},$$

где d – диаметр бревна.

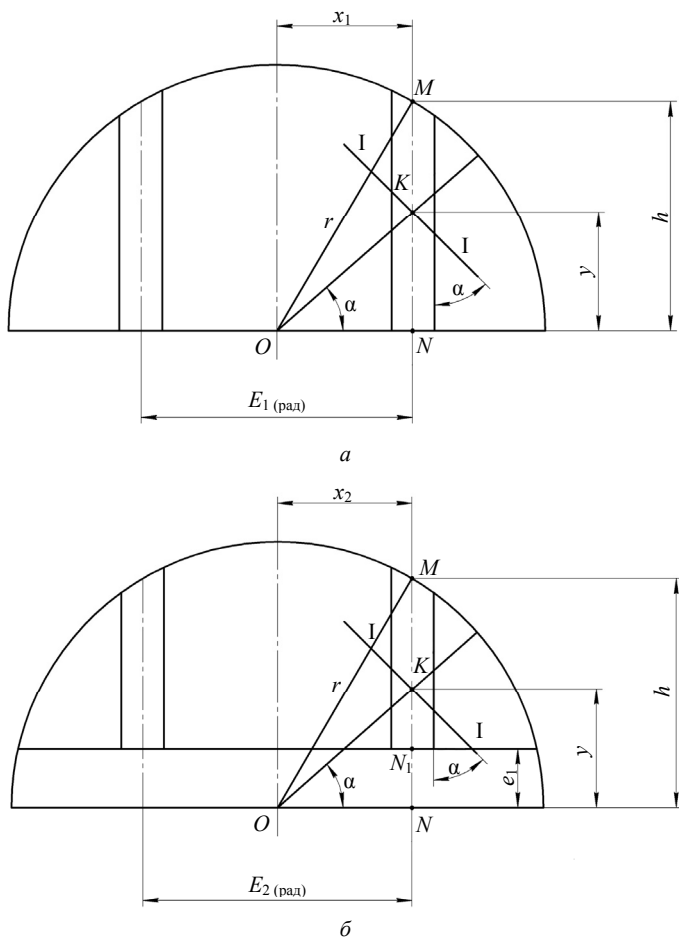


Рис. 28. Расчетная схема для определения участков радиальности:
a – бревна; *б* – сегмента

Как указывалось выше, для изготовления клееных щитов или брусьев угол радиальности составляет $\alpha \geq 45^\circ$.

Тогда $E_{1(\text{рад})} = 0,447d$.

Таким образом, определена максимальная ширина постава на распиловку центральной части бревна (I проход), в пределах которой могут быть выпилены радиальные пиломатериалы.

При распиловке брусьев, полученных из сегментов (II проход), ширина участка радиальности определяется следующим образом.

Согласно рис. 28, б, ширина доски, выпиленной из сегмента, будет $MN_1 = b_2 = h - e_1 = 2(h - y)$.

Отсюда $h = 2y - e_1$, где e_1 – половина ширины центральной вырезки при I проходе.

Из треугольников OMN и OKN определим значения $h = \sqrt{r^2 - x_2^2}$ и $y = x_2 \operatorname{tg} \alpha$ и подставим эти значения. Тогда будем иметь

$$\sqrt{r^2 - x_2^2} = 2x_2 \operatorname{tg} \alpha - e_1.$$

Решив это квадратное уравнение, получим

$$x_2 = \frac{2e_1 \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{r^2(1 + 4\operatorname{tg}^2 \alpha) - e_1^2}}{1 + 4\operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

Угол радиальности $\alpha \geq 45^\circ$, тогда, выполнив преобразования, получим

$$x_2 = 0,447 \left(\sqrt{r^2 - 0,2e_1^2} + 0,895e_1 \right).$$

Ширина участка сегмента, в пределах которого могут быть выпилены радиальные пиломатериалы, будет

$$E_{2(\text{рад})} = 2x_2 = 0,447 \left(\sqrt{d^2 - 0,2E_{1(\text{рад})}^2} + 0,895E_{1(\text{рад})} \right).$$

Из этого уравнения видно, что ширина участка радиальности при распиловке сегмента зависит от диаметра бревна и ширины центральной вырезки в I проходе.

Максимальная ширина постова при распиловке сегмента (II проход), в пределах которой могут быть выпилены радиальные пиломатериалы, будет при $E_{1(\text{рад})} = 0,447d$, т. е. $E_{2(\text{рад})} = 0,617d$.

Таким образом, определены исходные положения для составления поставов на распиловку бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы.

Предельный охват диаметра бревна поставом

При составлении поставов необходимо знать максимальное расстояние между крайними пропилами, в пределах которого могут быть получены обрезные доски минимальных стандартных размеров по ширине и длине ($b_{\min}$ и $l_{\min}$). В соответствии с рис. 29 $E_{\text{пр}} = \sqrt{d_p^2 - b_{\min}^2}$.

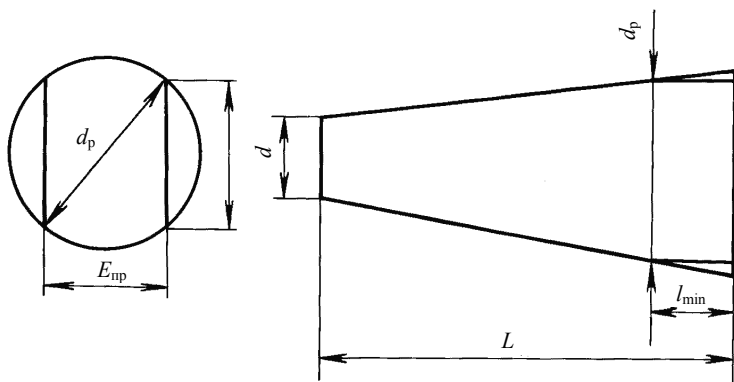


Рис. 29. Схема для определения предельного охвата диаметра бревна поставом

Ранее был определен расчетный диаметр бревна (см. формулу (18)):

$$d_p = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_{\min}},$$

тогда

$$E_{пр} = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_{\min} - b_{\min}^2}. \quad (44)$$

Таким образом, предельный охват диаметра бревна поставом $E_{пр}$ зависит от диаметра бревна, его длины, сбега и минимальных размеров пиломатериалов. Отметим, что при распиловке бревен по поставам, ширина которых превышает значение $E_{пр}$, размеры выпиленных пиломатериалов не будут удовлетворять требованиям стандартов.

Рассеивание размеров пиломатериалов

При теоретических исследованиях раскроя форма бревен принималась за параболоид вращения, а поперечное сечение – за круг. Однако фактическая форма бревна отличается от расчетной. Бревна по длине имеют разный сбег, кривизну, в поперечном сечении – эллиптичность. Фактические размеры бревен по толщине также не совпадают с расчетными, потому что правила округления предусматривают относить, например, к диаметру 20 см бревна диаметром от 19 до 20,9 см. Кроме того, при распиловке возможна несимметричная подача бревен

относительно центра поставы. Все это приводит к тому, что фактические размеры выпиливаемых пиломатериалов (ширина и длина) не совпадают с расчетными.

Отклонения фактических размеров досок от расчетных называют *рассеиванием ширины и длины пиломатериалов*. Рассеивание размеров пиломатериалов исследовали А. Н. Песоцкий, Г. Д. Власов, Г. Г. Титков. Установлено, что наибольшие отклонения фактических размеров пиломатериалов от расчетных происходят при распиловке бревен вразвал. При распиловке с брусковой величина рассеивания меньше.

В пифагорической зоне выявлено рассеивание только по ширине досок, а в параболической – по ширине и длине. Отклонения от расчетных размеров в крайних досках больше, чем в досках, выпиленных из средней зоны бревна. Рассеивание размеров пиломатериалов приводит к тому, что снижается фактический объемный выход досок по сравнению с расчетным, т. е.

$$\eta_{\phi} = K_o \eta_p, \quad (45)$$

где η_{ϕ} , η_p – соответственно фактический и расчетный объемный выход пиломатериалов; K_o – коэффициент, который учитывает отклонение фактического объемного выхода от расчетного.

Отметим, что η_{ϕ} может быть установлен при проведении производственных исследований по раскрою бревен. В результате многочисленных исследований, проведенных в БГТУ, были установлены значения $K_o = \eta_{\phi} / \eta_p$ для бревен хвойных и лиственных пород. Средние значения этого коэффициента следующие: для бревен хвойных пород $K_o = 0,97$, для бревен лиственных пород $K_o = 0,95$.

Установленная взаимосвязь между фактическим и расчетным выходом пиломатериалов учитывается при определении нормативного выхода. Эта взаимосвязь показывает, что при составлении поставов необходимо обеспечивать наибольший расчетный объемный выход. При этом для заданных расчетных условий (диаметр и длина бревен, размеры выпиливаемых досок, применяемое оборудование и режущий инструмент и т. д.) будет обеспечен наибольший фактический объемный выход пиломатериалов.

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.

Основные требования к составлению рациональных поставок

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

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 брусковой толщиной 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 (см. рис. 26, с. 68–69, и 27, с. 72) и принимают по возможности одинаковых размеров. Толщину досок, которые выпиливают из средней части бруса во втором проходе, выбирают с учетом качественных зон бревна и спецификации пиломатериалов. При этом желательно выпиливать толстые доски только одного-двух размеров по толщине.

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

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

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

5. Не рекомендуется составлять поставы с большим количеством пил, т. е. выпиливать только тонкие доски, потому что при перегрузке лесопильной рамы значительно снижается ее производительность. Оптимальное количество досок в поставе выбирают по табл. 6 (см. с. 70).

6. В связи с тем что сердцевинная часть доски имеет низкое качество, толщина центральных и сердцевинных досок должна быть принята не менее, чем указано в табл. 7.

7. Ширина постова не должна превышать размеров предельного охвата диаметра бревна постовам (формула (44)).

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

Таблица 7

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

Диаметр бревен, см	Допустимая наименьшая толщина досок, мм	
	центральных	серцевинных
14–16	16	30
18–20	19	35
22–24	25	40
26–30	35	45
32–34	40	50
36–40	не выпиливать	40–50
42–44	не выпиливать	45–60

Порядок составления поставов

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

Пример 1. 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 выбираем оптимальное количество досок в поставе (6 досок) и составляем схему постова (рис. 30). После этого определяем толщину досок по графикам Н. А. Батина (см. рис. 26, с. 68–69). Сначала по формуле (43) устанавливаем номер графика, по которому будем определять толщину досок.

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

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

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

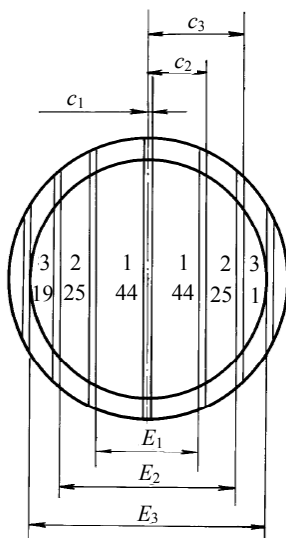


Рис. 30. Схема постава на распиловку бревен вразвал

По графику 2 определяем 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 находим 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 постава, т. е. расстояние между наружными пластиками крайних досок:

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

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

Пример 2. Составить постав на распиловку бревен хвойных пород диаметром 24 см, длиной 5 м на обрезные пиломатериалы с брусковой. Ширина пропила составляет 3,6 мм. По спецификации нужны доски шириной 150 мм.

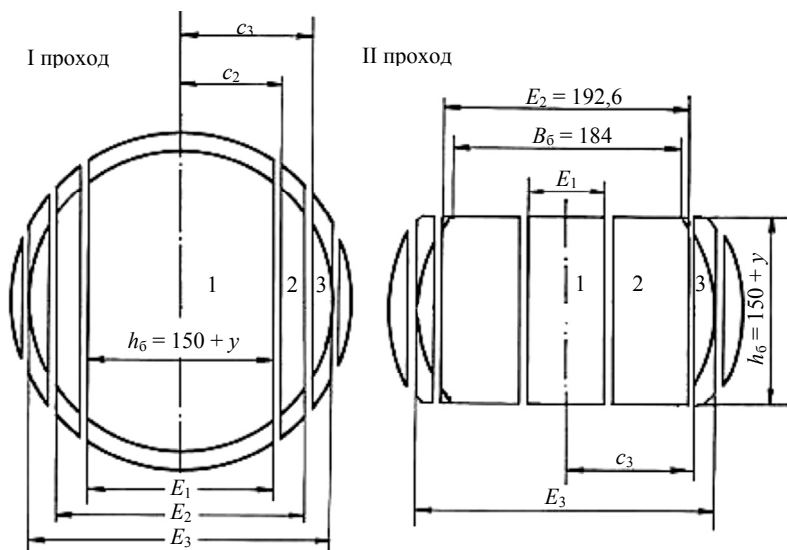


Рис. 31. Схема постава на распиловку бревен с брусковой

Решение. Постав для I прохода. С учетом спецификации пиломатериалов выбираем толщину бруса 150 мм (это соответствует $0,625d$, т. е. находится в пределах рекомендуемых правил составления поставов). По табл. 6 определяем количество досок, которые выпилят в I проходе (по две доски с каждой стороны за брусом). После этого составляем схему постава для I прохода (рис. 31). 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 постава до внутренней пласти доски. Для второй доски:

$$c_2 = 1/2(h_6 + y_6) + s = 1/2(150 + 3,9) + 3,6 = 80,55 \text{ мм.}$$

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 (см. табл. 1 приложения); s – ширина пропила.

Отметим, что при определении толщины досок учитывают спецификацию пиломатериалов.

Таким образом, постав первого прохода будет иметь следующий вид:

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

Общая ширина этого постава составит

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

Это значит, охват диаметра поставом соответствует требованиям рационального раскря.

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

Отметим, что при этом обрезные доски будут иметь небольшой обзол. Однако, в соответствии с СТБ 1713-2007 «Пиломатериалы хвойных пород», 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 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 (см. рис. 31, с. 82) и определим расстояние от центра до внутренней пласти доски:

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

По графику 1 определяем толщину этой доски. Наиболее близкий стандартный ее размер будет 19 мм. Однако с учетом 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

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

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

Отметим, что постав для I прохода можно составить проще – по графикам Н. А. Батина для составления поставов на распиловку боковой зоны бревна (см. рис. 27, с. 72). 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 (см. рис. 26, с. 68–69). Однако надо отметить, что выпиливание 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).

Рассмотренные примеры показывают, что по графикам Н. А. Батина сравнительно быстро и просто можно составить оптимальные поставки на распиловки бревен вразвал и с брусовкой с учетом их размеров и спецификации пиломатериалов.

РАСЧЕТ ПОСТАВОВ

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

Расчет постава можно осуществить различными способами: аналитическим, графическим или с использованием компьютера.

Расчет поставов при распиловке бревен на обрезные доски

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 – формула (27). Затем определяют 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 пластами i -й доски. Это расстояние (рис. 32) определяют следующим образом:
для сердцевинной доски

$$E_c = a_c + y_c = p_c; \quad (46)$$

для двух центральных досок

$$E_{ц} = 2(a_{ц} + y_{ц} + s / 2) = 2p_{ц}; \quad (47)$$

для двух боковых досок

$$E_6 = E_{c(u)} + 2(a_6 + y_6 + s) = E_{c(u)} + 2p_6, \quad (48)$$

где a_c , a_u , a_6 – номинальная толщина соответственно сердцевинной, центральной и боковой доски; y_c , y_u , y_6 – припуск на усушку по толщине соответственно сердцевинной, центральной и боковой доски; s – ширина пропила; p_c , $2p_u$, $2p_6$ – расход ширины постава соответственно на сердцевинную, две центральные и две боковые доски (приведен в табл. 1 и 2 приложения).

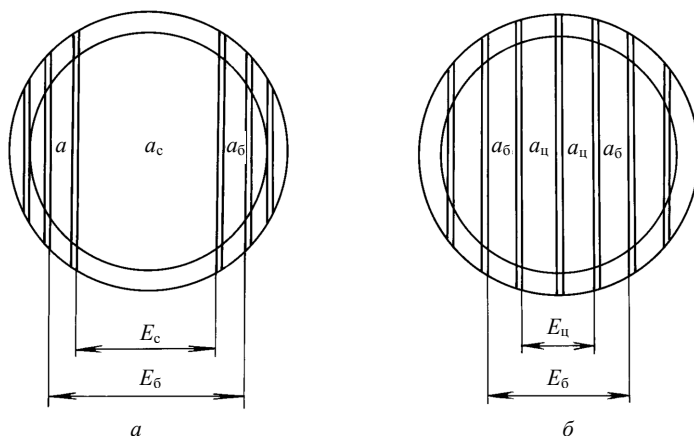


Рис. 32. Схема раскря бревен вразвал:
а – нечетный постав с сердцевинной доской;
б – четный постав с двумя центральными досками

В *параболической зоне* в соответствии с теорией раскря бревен доски должны быть укорочены. Оптимальную ширину обрезной доски определяют по формуле

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

и принимают более близкое стандартное значение $b_{ст(i)}$. Затем находят расчетную длину доски, т. е.

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

и принимают ближайшее стандартное значение $l_{ст(i)}$.

В этих формулах: D – диаметр бревна в комлевом торце;
 $d_{p(i)} = \sqrt{(b_{ст(i)} + y_{(i)})^2 + E_i^2}$ – расчетный диаметр бревна в том сечении,
 в котором получается ширина доски $(b_{ст(i)} + y_{(i)})$; c – сбеги бревна.

При распиловке бревен с брусковой (см. рис. 31, с. 82) 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 (20).

После определения размеров всех досок находят их объем, а затем расчетный объемный выход пиломатериалов из бревна (см. формулу (15)).

Расчет поставов при распиловке бревен на необрезные доски

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 $E_{н}$ пластями (рис. 33).

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 пластями кромок находят по формулам (46)–(48). Расстояние между внутренними пластями досок вычисляют по формуле

$$E_{вн(i)} = E_{н(i-1)} + 2s.$$

Диаметр бревна по середине длины доски:

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

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

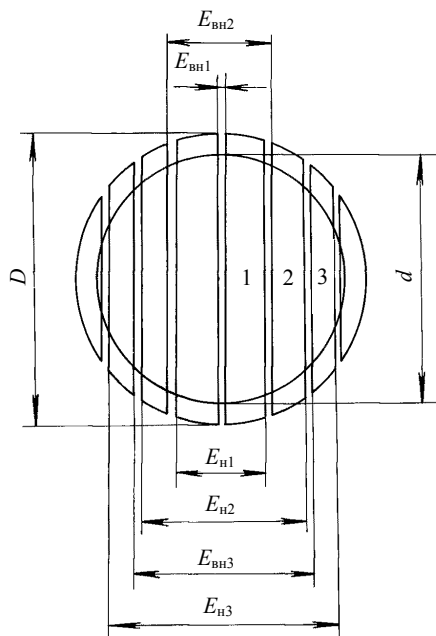


Рис. 33. Схема раскря бревен вразвал на необрезные доски

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

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

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

$$l_n = \frac{D - d_p}{c}.$$

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

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

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

$$d_{c(y_k)} = D - c \frac{l_{n(ст)}}{2},$$

где $l_{n(ст)}$ – 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 3. Хвойные бревна диаметром 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: $E_{кр} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2}$. Для этого находим диаметр бревна в комлевом торце:

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

тогда

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

(ширину пифагорической зоны можно определить также по табл. 3 приложения).

Затем определяем расстояние между симметричными пластами досок в поставе (см. рис. 30, с. 81):

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

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

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

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

Определяем ширину досок:

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

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

Если отнять припуски на усушку по ширине, то стандартные размеры этих досок будут соответственно 175 и 125 мм. Крайние боковые доски нужно укорачивать. Оптимальную ширину этих досок определяем по формуле

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

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:

$$l = (D - d_p)/c = (23,8 - 21,4)/0,76 = 3,16 \text{ м}.$$

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

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

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

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

$$\underline{0,11680 \text{ м}^3}$$

Объемный выход пиломатериалов составит $\eta = 100V_d / V_b = 100 \cdot 0,1168 / 0,19 = 61,47\%$. Объем бревна находим по табл. 2 (см. с. 25).

Пример 4. Для условий примера 3 определить размеры, объем и объемный выход необрезных досок.

Решение. Сначала определяем расстояние между симметричными пластинами досок в поставе (см. рис. 33, с. 88):

$$\begin{aligned} E_{\text{вн}(1)} &= 3,6 \text{ мм}; & E_{\text{н}(1)} &= 94,4 \text{ мм (см. пример 3);} \\ E_{\text{вн}(2)} &= 94,4 + 2 \cdot 3,6 = 101,6 \text{ мм}; & E_{\text{н}(2)} &= 153,2 \text{ мм (см. пример 3);} \\ E_{\text{вн}(3)} &= 153,2 + 2 \cdot 3,6 = 160,4 \text{ мм}; & E_{\text{н}(3)} &= 199,6 \text{ мм (см. пример 3).} \end{aligned}$$

Вычисляем

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

Ширину зоны бревна $E_{\text{н(кр)}}$, в пределах которой получают необрезные доски, где ширина узкой пласти в вершинном торце не меньше допустимой стандартной ($b_{\text{мин}} = 50 \text{ мм}$), 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:

$$d_{\text{ср}} = (D + d) / 2 = (238 + 200) / 2 = 219 \text{ мм.}$$

Соответственно ширина внутренней и наружной пластей первой доски будут:

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

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

Расчетная ширина первой необрезной доски:

$$b_{\text{н}(1)} = (B_1 + b_1) / 2 = (219 + 198) / 2 = 208,5 \text{ мм.}$$

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

Ширину второй доски поставы определяем аналогично:

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

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

Затем находим 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 $b_{\text{мин}} = 50 \text{ мм}$, будет

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

Тогда расчетная длина укороченной доски:

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

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

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

Затем находим ширину пластей укороченной доски:

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

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

Расчетная ширина доски составит $b_{н(3)} = (154,9 + 99,5) / 2 = 127,2 \text{ мм}$, тогда стандартная ширина доски будет $b_{ст(3)} = 130 \text{ мм}$.

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

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

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

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

$$\underline{0,1572 \text{ м}^3}$$

При расчетах принимали фактическую ширину необрезных досок, поэтому необходимо учесть потери на усушку досок по ширине. Для этого суммарный объем досок умножаем на коэффициент $K_y = 0,96$ (для хвойных досок), который учитывает усушку по ширине. Тогда общий объем необрезных досок составит $V_d = 0,5172 \cdot 0,96 = 0,1509 \text{ м}^3$.

Объемный выход необрезных пиломатериалов из бревна:

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

Графический способ расчета

Аналитический способ расчета поставок предусматривает проведение множества вычислений, он точный, но достаточно трудоемкий. При графическом способе применяют *график-квадрант* (рис. 34).

На оси абсцисс графика отложено двойное расстояние от центра торца бревна к пласти доски, т. е. расстояние между симметричными

пропилами. На оси ординат слева – ширина досок с припуском на усушку, по вертикальной шкале справа можно определять оптимальную ширину досок, которые выпиливают из параболической зоны.

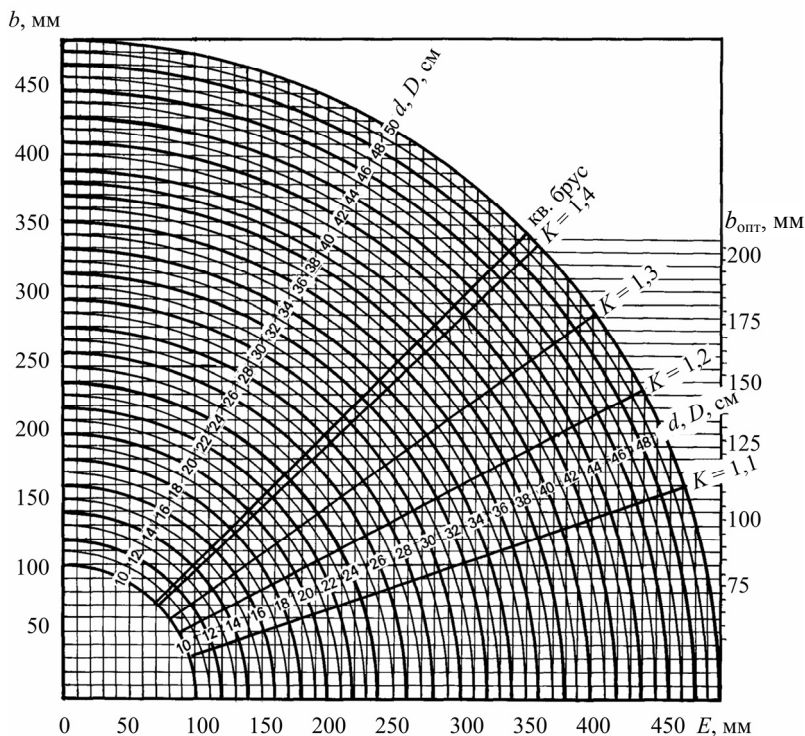


Рис. 34. График-квадрант для расчета поставов

На график нанесены: а) четверти концентрических окружностей диаметром от 10 до 50 см, которые построены по уравнению $b^2 = d^2 - E^2$; б) наклонная прямая линия с пометкой «квадратный брус», построенная по формуле $b = E = 0,707d$ (по этой линии можно определить ширину боковой пласти квадратного бруса); в) несколько наклонных линий с пометкой K , равной 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4, которые построены по формуле $E_{кр} = d\sqrt{1,5 - 0,5K^2}$. По этим линиям можно определить $E_{кр}$ в зависимости от d и $K = D/d$. Рассмотрим порядок расчета поставов по графику-квадранту на примере.

Пример 5. Хвойные бревна диаметрам 24 см и длиной 5 м распиливают с брусковой по поставу I – $\frac{150}{1} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}$; II – $\frac{60}{3} - \frac{22}{2}$ на обрезные доски. Ширина пропила составляет 3,6 мм. Выполнить расчет поставы графическим способом.

Решение. Сначала сделаем дополнительные вычисления. Определим комлевый диаметр бревна $D = d + cL = 24 + 0,86 \cdot 5 = 28,3$ см и коэффициент сбега $K = D / d = 28,3 / 24 = 1,18$. Затем по графику определяем $E_{кр}$. Для этого находим точку пересечения линий $K = 1,18$ и $d = 24$ см и переносим ее на ось абсцисс – $E_{кр} = 215$ мм. После этого определяем расстояние между симметричными пропилами в I и II проходах (см. рис. 31, с. 82), пользуясь табл. 1 приложения.

I проход: $E_1 = 153,9$ мм;

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

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

II проход: $E_1 = 61,8$ мм;

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

$$E_3 = 192,8 + 52,6 = 245,2 \text{ мм}.$$

Отметим, что в I и во II проходах третьи доски будут укорочены, потому что $E_3 > E_{кр}$. Затем по графику определяем ширину пласти бруса и ширину досок. Для этого на оси абсцисс находим соответствующее значение E , проводим вертикальную линию до пересечения с окружностью соответствующего диаметра и на оси ординат определяем ширину досок.

Из графика видно, что ширина пласти бруса $B_{бр} = 184$ мм, ширина второй доски в I проходе, толщина которой 22 мм, составляет 125 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.

Для этого на оси абсцисс находим значение E_3 , по вертикали поднимаемся к окружности, соответствующей комлевому диаметру $D = 28,3$ см. Точки пересечения переносим на вертикальную шкалу справа и определяем $b_{опт}$. Для крайней доски I прохода находим $E_3 =$

= 246,9 мм и определяем $b_{3(ст)} = 75$ мм и для крайней доски II прохода находим $E_3 = 245,2$ мм и определяем $b_{3(ст)} = 75$ мм.

Для вычисления длины этих досок нужен расчетный диаметр. На оси ординат находим точку, соответствующую $b = (75 + 2,3) = 77,3$ мм, и проводим горизонтальную линию. На оси абсцисс находим точку, соответствующую $E_3 = 246,9$ мм, и проводим вертикальную линию. В точке пересечения этих горизонтальной и вертикальной линий $d_p = 25,9$ см, для крайней доски II прохода $d_p = 25,7$ см. Затем определяем длину этих досок.

Длина крайней доски I прохода будет $l_{1(p)} = (28,3 - 25,9) / 0,86 = 2,79$ м; стандартная $l_{1(ст)} = 2,75$ м.

Длина крайней доски II прохода $l_{2(p)} = (28,3 - 25,7) / 0,86 = 3,02$ м; стандартная $l_{2(ст)} = 3$ м.

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

$$\begin{array}{l} \text{I проход} \quad 0,022 \cdot 0,125 \cdot 5 \cdot 2 = 0,0275 \text{ м}^3 \\ \quad \quad \quad 0,016 \cdot 0,075 \cdot 2,75 \cdot 2 = 0,0066 \text{ м}^3 \\ \text{II проход} \quad 0,060 \cdot 0,150 \cdot 5 \cdot 3 = 0,1350 \text{ м}^3 \\ \quad \quad \quad 0,022 \cdot 0,075 \cdot 3 \cdot 2 = 0,0099 \text{ м}^3 \\ \hline \quad \quad \quad 0,1790 \text{ м}^3 \end{array}$$

Объемный выход пиломатериалов из бревна составит

$$\eta = 100 \cdot 0,179 / 0,27 = 66,3\%.$$

Графический способ позволяет сравнительно быстро произвести расчет постава, однако в результате визуального определения размеров досок по графику точность расчетов несколько ниже, чем при аналитическом способе.

ПЛАНИРОВАНИЕ РАСКРОЯ БРЕВЕН

Планирование раскроя бревен на пиломатериалы необходимо для того, чтобы обеспечить рациональное использование сырья и выпилку досок заданных размеров и качества. План раскроя бревен составляют на определенный период (сутки, месяц, квартал).

План раскроя бревен на пиломатериалы

План раскроя – это система поставов, которые обеспечивают выполнение спецификации пиломатериалов при условии рациональной

распиловки сырья. Для составления плана раскроя необходимо учитывать спецификацию бревен по размерам и качеству, спецификацию пиломатериалов, которые необходимо выпилить, и нормативы посортного выхода пиломатериалов.

При составлении плана раскроя в первую очередь предусматривают выпилку высококачественных пиломатериалов из крупных бревен повышенного качества, а также досок тех размеров, которые требуются в большом количестве, так как для их выработки необходим большой объем сырья одинаковых размеров и качества. Одновременно с такими основными пиломатериалами в поставки включают доски тонкие и узкие.

Составление и расчет поставов – очень важный и ответственный этап в планировании раскроя бревен, так как он определяет рациональность использования древесины. Основные положения и рекомендации по составлению и расчету поставов были изложены выше. После составления и расчета поставов определяют количество бревен, которые необходимо распилить по этому поставу с учетом необходимого количества пиломатериалов заданных размеров. Если бревен одного диаметра не хватает, чтобы выпилить заданное количество досок основных размеров, эти доски планируют выпиливать из бревен следующего диаметра. Если бревен одного диаметра больше, чем необходимо, тогда остальные бревна распиливают по другому поставу и выпиливают доски других размеров по спецификации.

При составлении плана раскроя необходимо стремиться выполнить заданную спецификацию пиломатериалов из того сырья, которое есть. Перевыполнение или недовыполнение спецификации допускается в пределах $\pm 5\%$. После составления плана раскроя определяют средний объемный выход пиломатериалов:

$$\eta_{\text{пл.р}} = 100 A_{\text{пл.р}} / B, \quad (49)$$

где $\eta_{\text{пл.р}}$ – объемный выход досок по плану раскроя, %; $A_{\text{пл.р}}$ – объем пиломатериалов, м^3 , выпиливаемых при распиловке по составленному плану раскроя бревен, общий объем которых составляет B , м^3 .

Определение посортного состава пиломатериалов

После составления плана раскроя бревен определяют посортный состав выпиленных пиломатериалов. Посортный состав пиломатериалов нужно знать для того, чтобы было можно рассчитать экономические показатели и выбрать наиболее эффективные направления

дальнейшего использования досок в зависимости от их качества. Исходными данными для этого являются: 1) распределение бревен по сортам (спецификация сырья); 2) нормативы посортного состава пиломатериалов при распиловке бревен в зависимости от их размеров, качества и породы.

Долю пиломатериалов каждого сорта в общем их количестве (в процентах) можно определить по формуле

$$C_{n(m)} = (P_{n(m)} a_m) / 100,$$

где $C_{n(m)}$ – доля пиломатериалов n -го сорта, выпиленных из бревен m -го сорта; $P_{n(m)}$ – нормативный процент пиломатериалов n -го сорта из бревен m -го сорта; a_m – процент бревен m -го сорта по спецификации сырья.

Отметим, что нормативы посортного состава пиломатериалов, выпиливаемых из бревен разных размеров, качества и породы, определяются в результате производственных исследований по распиловке сырья. В справочной литературе приведены нормативы посортного состава пиломатериалов для бревен хвойных и лиственных пород.

Нормирование расхода сырья на пиломатериалы

Максимально допустимое количество сырья на выпиловку 1 м³ пиломатериалов с учетом конкретных условий производства называют нормой расхода сырья. В состав нормы расхода не включают те потери сырья, которые вызваны браком продукции, нарушением технологического процесса, а также потери при транспортировке и хранении пиломатериалов. 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 находят по формуле

$$\eta_{\text{н}} = \sum_{i=1}^n (K_o \eta_{\text{р}(i)} P_i) / 100,$$

где $\eta_{\text{р}(i)}$ – 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, м³, на 1 м³ пиломатериалов, составит

$$H = 100 / \eta_{\text{н}}.$$

Если выпиливают пиломатериалы нескольких размерно-качественных групп (обрезные, необрезные, хвойные, лиственные, специального назначения и др.), то норму расхода определяют по отдельности для каждой группы, а затем рассчитывают сводную норму расхода сырья.

Баланс древесины при распиловке бревен

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. На структуру баланса древесины оказывают влияние размерно-качественная характеристика сырья и пилопродукции, способы и схемы распиловки, оборудование, которое применяют, режущие инструменты и др.

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

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

где $\eta_{\text{пм}}$ – объемный выход пиломатериалов, %; $\eta_{\text{к.отх}} = \eta_{\text{от}} + \eta_{\text{г}} + \eta_{\text{р}}$ – 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 брусковой 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.

Баланс древесины необходимо знать для того, чтобы спланировать направления использования отходов, которые неизбежно получают при распиловке бревен. Для каждого конкретного случая можно выполнить расчет баланса древесины.

Объемный выход пиломатериалов определяют в результате расчета поставов. Объем опилок $V_{\text{оп}}$, м³, при распиловке бревна на обрезные доски находят по формуле

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

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

Объем опилок при распиловке бревна с брусочкой:

$$V_{\text{оп(р)}} = (0,65d_{\text{ср}}z_1 + 0,95h'_{\text{бр}}z_2)sL,$$

где $d_{\text{ср}}$ – диаметр бревна на середине его длины, м; $h'_{\text{бр}}$ – толщина бруса с припуском на усушку, м^3 ; 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 будет

$$V_{\text{оп(р)}} = 0,75d_{\text{ср}}zsL.$$

Объем опилок при обрезке досок:

$$V_{\text{оп(обр)}} = 2(a'_1l_1n_1 + a'_2l_2n_2 + \dots + a'_ml_mn_m)s_{\text{обр}},$$

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

$$\eta_{\text{оп}} = 100V_{\text{оп}}/V_6.$$

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

$$\eta_{\text{ус}} = 100(\Sigma V_{\text{д(сыр)}} - \Sigma V_{\text{д(сух)}})/V_6,$$

где $\Sigma V_{\text{д(сыр)}}$, $\Sigma V_{\text{д(сух)}}$ – объем выпиленных досок соответственно в сыром и в сухом виде, м^3 ; V_6 – объем бревна, м^3 .

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

Объем кусковых отходов укрупненно можно определить, если от объема бревна отнять объем выпиленных 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 рубильных машин, которые применяют для измельчения отходов.

Однако если из горбылей изготавливают обапол или мелкую пилопродукцию (тарные заготовки и др.), то необходимо определить

отдельно объем горбылей. Для этого можно использовать специальные графики, разработанные Н. Н. Батиной.

Баланс древесины при распиловке бревен хвойных и лиственных пород на обрезные и необрезные пиломатериалы приведены в справочной литературе.

Отметим, что в балансе древесины не учитывают кору, которая составляет около 10–12% объема бревна.

Отходы лесопиления можно использовать в качестве сырья для производства различной продукции: клееных заготовок, технологической щепы для целлюлозно-бумажного производства и производства древесных плит, строительных блоков, древесной муки, а также в качестве топлива или удобрений.

При выборе направлений использования отходов необходимо учитывать конкретные условия производства, спрос на ту или другую продукцию, экономические показатели и т. д. Однако надо подчеркнуть, что *первой задачей лесопиления* является рациональная распиловка бревен на пиломатериалы заданных размеров и требуемого качества, при котором получают минимальное количество отходов. *Вторая задача* – это эффективное использование отходов, которые неизбежно получают при распиловке бревен. Комплексное решение этих двух задач будет содействовать бережному использованию лесных богатств нашего государства.

Компьютерная имитация раскроя бревен

На основе приведенных выше результатов теоретических исследований разработаны специальные технологические программы для компьютерной имитации раскроя бревен на пиломатериалы.

Компьютерная имитация раскроя бревен позволяет:

- составлять оптимальные поставки с учетом размеров бревен и спецификации пиломатериалов;
- выполнять расчет составленных поставок;
- исследовать влияние размеров и формы бревен и основных технологических факторов на объемный выход пиломатериалов;
- прогнозировать количество отходов по видам при распиловке бревен;
- планировать раскрой бревен по критерию максимального объемного выхода пиломатериалов.

Программы для составления поставок на распиловку бревен вразвал и с брусочкой разработаны по результатам теоретических исследований по раскрою бревен профессора Н. А. Батина. Схема одного из

алгоритмов программы приведена на рис. 1 приложения. Исходными данными при составлении постава являются размеры и форма бревен, спецификация пиломатериалов, характеристика режущих инструментов. Компьютер решает задачу оптимального раскроя, выдает схему (постав) и ширину охвата им диаметра бревна.

Проанализировать составленные поставки и исследовать влияние на объемный выход досок различных факторов позволяют программы расчета поставов (рис. 2 приложение). Исходными данными являются сведения о размерах бревен, структура постава, характеристика режущих инструментов. Компьютер определяет размеры выпиливаемых досок, их объем и объемный выход. Программы составлены в диалоговом режиме, что позволяет пользователю оперативно изменять условия раскроя с целью повышения его эффективности.

Одновременно с определением объемного выхода досок компьютер может по запросу выдать баланс древесины при распиловке, т. е. количество отходов по видам. Это даст возможность планировать их эффективное использование.

Разработанные программы для составления плана раскроя бревен по критерию максимального объемного выхода обеспечивают выполнение требуемой спецификации пиломатериалов при распиловке бревен заданных размеров и количества.

Разработанный пакет специальных технологических программ по раскрою бревен позволяет перейти к автоматизированной оптимизации раскроя каждого бревна.

Программы могут включаться в систему управления бревнопильными станками для позиционирования режущих инструментов при индивидуальном раскросе с учетом размеров и формы бревна (распиловка по «гибким» поставам). При этом размеры и форма каждого бревна регистрируются измерительным устройством (сканером) и передаются в компьютер.

Программы являются основой для создания автоматизированного рабочего места (АРМ) технолога лесопильного производства, первым шагом в создании автоматизированной системы управления технологическим процессом лесопиления.

Проведение производственных исследований по раскрою бревен на пиломатериалы

Целью производственных исследований являются: 1) определение фактического объемного выхода пиломатериалов и их посортного

состава в зависимости от размеров и качества бревен; 2) установление количественной взаимосвязи между расчетным η_p и фактическим η_ϕ объемным выходом пиломатериалов из бревен, которые распиливают по принятым поставам, т. е. определение коэффициента

$$K_o = \eta_\phi / \eta_p.$$

Этот коэффициент учитывают при расчете нормативного выхода пилопродукции.

Количество бревен для производственных исследований определяют с учетом требуемого количества опытных партий (по диаметрам, сортам, породам). В опытную партию включают по 10–15 бревен одного размера, одного сорта, одной породы. Каждое бревно одной опытной партии измеряют и определяют сорт. Диаметр бревна измеряют с точностью 0,1 см, длину – с точностью 0,05 м. По каждому бревну описывают характерные пороки древесины. Распиловку опытных бревен выполняют по поставам, которые составлены с учетом их диаметров, спецификации пиломатериалов и требований рационального раскроя. По одному поставу распиливают бревна всех сортов одного диаметра. Это позволит определить влияние качества сырья на объемный и посортный выход пиломатериалов. Распиловку бревен выполняют при принятых в цехе технологических режимах.

Выпиливаемые доски учитывают по отдельности по каждой опытной партии или по каждому бревну. При учете досок ширину измеряют с точностью 1 мм, а длину – с точностью 0,01 м, по каждой доске определяют основные сортообразующие пороки древесины и сорт.

По результатам производственных исследований определяют фактический объемный выход пиломатериалов по отдельности из каждого бревна и из каждой опытной партии, затем находят посортный выход досок в зависимости от сорта распиленных бревен (по каждой опытной партии).

Фактический объемный выход пиломатериалов сравнивают с расчетным и устанавливают их взаимосвязь (по каждой опытной партии).

Для установления достоверности результатов проводят статистическую обработку исследуемых показателей и их анализ.

Результаты производственных исследований по раскрою бревен на пиломатериалы используют в практической деятельности предприятия (при расчете нормативного выхода пиломатериалов, их посортного состава и т. д.).

Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы распиловки бревен и охарактеризуйте их. 2. Какие требования предъявляются к рациональному раскрою бревен? 3. От каких факторов зависит объемный выход досок, посортный состав пиломатериалов? 4. Что называют поставом? Дайте классификацию поставов. 5. Назовите основные этапы развития теории раскроя бревен на пиломатериалы. 6. В чем сущность теории Х. Л. Фельдмана? 7. Какие основные задачи теории раскроя бревен решил Д. Ф. Шапиро? 8. Как определяют ширину и длину необрезных досок? 9. Как определяют оптимальные размеры обрезных досок, которые выпиливают из необрезных досок? 10. От чего зависят и как определяются пифагорическая и параболическая зоны бревна? 11. Как определяют оптимальные размеры обрезных досок в зависимости от их местоположения в поставе? 12. Какие основные положения по рациональному раскрою бревен высказал Г. Г. Титков? 13. Назовите основные выводы исследований Н. А. Батина по теории раскроя бревен. 14. Какие требования предъявляются к составлению рациональных поставов? 15. Как определял оптимальную толщину досок Н. А. Батин? 16. От чего зависит выбор толщины бруса при составлении постава? 17. Назовите основные способы расчета поставов и дайте их характеристику. 18. По каким причинам фактический объемный выход досок не совпадает с расчетным? 19. Опишите последовательность расчета поставов на распиловку бревен вразвал. 20. Укажите последовательность составления плана раскроя бревен. 21. Как определяют норму расхода сырья? 22. От каких факторов зависит структура баланса древесины? 23. Назовите основные принципы безотходной технологии при переработке бревен. 24. Укажите основные направления использования отходов лесопиления.

Упражнения

1. Бревна хвойных пород диаметром 22 см и длиной 5 м распиливают на обрезные доски на лесопильных рамах. Ширина пропила равна 3,6 мм. Составить постав на распиловку этих бревен вразвал и с брусковой. Определить ширину пифагорической зоны бревна.

2. 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 наружными пластинами равно 205,6 мм.

3. 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 пластинами равно 93,2 мм, а между наружными – 159,2.

4. 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 пластинами равно 166,4 мм, а между наружными – 205,6 мм.

5. По спецификации сырья установлен средний диаметр хвойных бревен 20 см, длина 5 м. При расчете поставов на распиловку этих бревен оказалось, что объемный выход пиломатериалов равен 59,3%. Определить для этого случая норму расхода сырья на выпилку 1 м³ пиломатериалов.

СКЛАДЫ СЫРЬЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Складские работы входят в общий производственный процесс лесопиления, и от их организации зависят многие экономические показатели всего предприятия (рациональное использование сырья, производительность труда, себестоимость пилопродукции и т. д.).

Лесопильные предприятия в своем составе имеют склады сырья, которые предназначены для приемки, выгрузки, хранения и подготовки бревен к распиловке (сортировка, окорка и тепловая обработка).

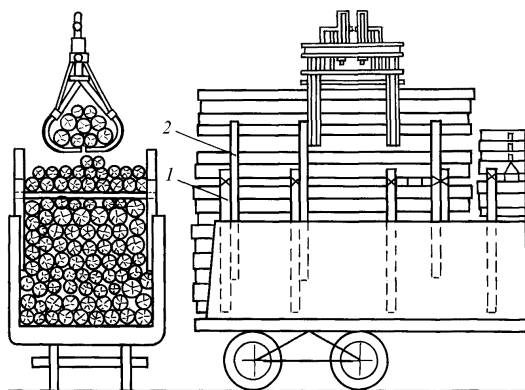
СПОСОБЫ ДОСТАВКИ СЫРЬЯ НА ЗАВОД

На лесопильные заводы сырье доставляют сухопутным или водным транспортом. Выбор сухопутного транспорта – железнодорожного или автомобильного – осуществляется в зависимости от расстояния между заводом и лесозаготовительным предприятием. Если есть водный путь, можно использовать баржи для перевозки сырья, но только в навигационный период. Таким образом, недостатком водной доставки является необходимость создания на заводах значительных запасов древесины, а для этого нужны большие склады и дополнительное оборудование для выгрузки бревен.

Сухопутная доставка более дорогая, чем водная, но она позволяет относительно равномерно в течение всего года доставлять сырье на завод. При этом сокращается площадь склада и уменьшаются затраты на складские работы. На некоторые лесопильные заводы сырье доставляют и сухопутным, и водным транспортом.

Для перевозки круглых лесоматериалов по железной дороге применяют в основном четырехосные полувагоны и платформы грузоподъемностью около 60 т (рис. 35).

Размещение и закрепление бревен в полувагонах и на платформах должно выполняться в соответствии с требованиями правил перевозки грузов по железной дороге. Бревна длиной более чем 3 м укладывают в полувагон или на платформу штабелями с шапкой. Для их закрепления используют боковые стойки из древесины, которые после укладки пачек бревен стягиваются между собой специальными стяжками или проволокой. Автомобильный транспорт (автомобили марок ЗИЛ, Урал, МАЗ, с полуприцепами, автомашины-тягачи) используют для перевозки бревен на близкие расстояния. Бревна укладывают пачками между боковыми стойками и закрепляют металлическими стяжками или проволокой.



a



б

Рис. 35. Способы доставки сырья на лесозавод:
a – выгрузка лесоматериалов из полувагона грейфером;
1 – опорные стойки, *2* – дополнительные стойки;
б – форвардер «Амкодор 2661» с гидроманипулятором

На белорусском предприятии ОАО «Амкодор» создан форвардер «Амкодор 2661» (рис. 35, б), который собирает обработанные харвестером лесоматериалы, грузит их на свою тележку и отвозит к месту складирования. Форвардер берет за один рейс 13–17 м³ древесины. Развивая скорость до 33 км/ч, он может перевозить лесоматериалы на десятки километров от места лесозаготовок.

Форвардер оснащен финским манипулятором Foresteri 600. На максимальном вылете, достигающем 8,2 м, им можно поднять груз до 0,74 т. Грузоподъемность форвардера – 12 т, максимальная длина перевозимых сортиментов – 6,5 м.

ПРИЕМКА, ВЫГРУЗКА, ШТАБЕЛИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ БРЕВЕН

Приемку круглых лесоматериалов, которые поступают на склад, осуществляют в соответствии с требованиями стандартов. Размеры и качество бревен, соответствие их сопроводительным документам проверяют сплошным или выборочным контролем.

Пачки бревен выгружают из железнодорожного или автомобильного транспорта кранами или колесными лесопогрузчиками. В качестве грузозахватных средств применяют стропы из стального каната или грейферы. Выгруженные бревна укладывают в штабеля на хранение или передают на сортировку, а затем вновь в штабеля (запас сортированных лесоматериалов) или прямо в цех на распиловку.

На складах бревна укладывают в пачковые, плотно-рядовые или плотные штабеля (рис. 36).

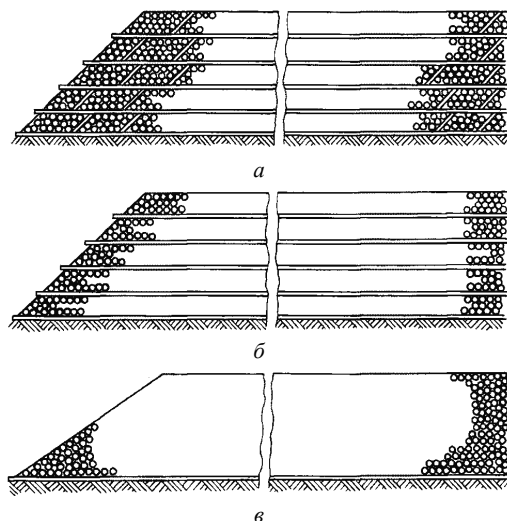


Рис. 36. Типы штабелей бревен:
а – пачковый; б – плотно-рядовой; в – плотный

Форма и размеры штабелей зависят от типа грузоподъемного оборудования, которое применяется для штабелирования, а также от способа хранения сырья.

На древесине во время хранения могут развиваться деревоокрашивающие и дереворазрушающие грибы, которые вызывают разнообразные грибные окраски и гнили. Из грибных окрасок чаще всего встречаются плесень, посинение и ядровые пятна, которые не влияют на прочность древесины, но ухудшают ее внешний вид. В древесине, поврежденной гнилью, изменяются физико-механические свойства (понижается прочность, повышается влагопоглощение и т. д.).

Развитие грибов зависит от температуры и влажности воздуха, влажности древесины. Наиболее благоприятными условиями для развития грибов являются температура воздуха 20–24°C и влажность древесины 35–80% по сухой массе. Это значит, что в летний период повышается опасность повреждения древесины грибами.

Правила хранения круглых лесоматериалов предусматривают влажный и сухой способы хранения бревен, а также их химическую обработку с целью предотвращения повреждения древесины грибами.

Влажный способ хранения бревен основан на поддержании в заболони высокой влажности (более чем 80%). При этом создаются неблагоприятные условия для развития грибов. Такой способ применяют для хранения лесоматериалов, которые предназначены для распиловки. К основным условиям, которые содействуют поддержанию в древесине высокой влажности, относят плотную укладку влажных бревен в штабеля, затенение и покрытие торцов бревен влагоустойчивыми составами, систематическое дождевание штабелей или их затопление в воде. При влажном хранении бревна укладывают в плотные, плотно-рядовые и пачковые штабеля. Чаще всего бревна укладывают в плотные штабеля. При этом лучше сохраняется влажность, увеличивается производительность при формировании штабелей кранами с грейферными захватами и емкость штабеля, уменьшается площадь склада.

Дождевание штабелей (поливание водой) выполняют специальными установками 3–4 раза в день в зависимости от температуры и влажности воздуха в этот период. Для затопления штабелей используют реки, озера, бассейны и другие водоемы.

Сохранение влаги в древесине зависит также от климатической зоны и периода штабелирования бревен. Для Беларуси наиболее благоприятный период для создания зимнего запаса – от начала сентября до замерзания рек.

Сухой способ хранения лесоматериалов основан на понижении влажности древесины до уровня, при котором задерживается развитие грибов (т. е. до влажности 25% и меньше). Такой способ применяют для того, чтобы сохранить лесоматериалы, которые используют в круглом виде (строительные бревна, столбы и др.).

Сухим способом хранят окоренные лесоматериалы. Бревна складывают в рядовые штабеля с прокладками.

Основным недостатком сухого способа является растрескивание бревен, поэтому его применение ограничено. Для того чтобы предупредить растрескивание бревен, их торцы покрывают светлой краской.

Химические методы защиты связаны с обработкой бревен ядовитыми веществами, которые предотвращают развитие грибов и насекомых. Этот способ наиболее дорогой и опасный для людей, занятых переработкой такой древесины, поэтому его применение ограничено.

РАСЧЕТ ЕМКОСТИ ШТАБЕЛЯ И ПЛОЩАДИ СКЛАДА СЫРЬЯ

Емкость штабеля (объем древесины, размещенной в штабеле, м³) определяют по формуле

$$E = K_{шт} V,$$

где $K_{шт}$ – коэффициент заполнения штабеля; V – габаритный объем штабеля, м³.

Габаритный объем штабеля зависит от его формы и размеров (рис. 37) и вычисляется по следующим формулам:

$$V_1 = L H l,$$

$$V_2 = (L - (H - h) / \operatorname{tg} \alpha) (H - h) l + L h l,$$

$$V_3 = (L - H / \operatorname{tg} \alpha) H l,$$

$$V_4 = (L(H + h) / 2 + H h / \operatorname{tg} \alpha) l,$$

где V_1, V_2, V_3, V_4 – габаритный объем штабелей, которые имеют форму соответственно рис. 37, а, б, в, г, м³; h – высота вертикальной стены штабеля, м; L – длина штабеля, м; H – высота штабеля, м; l – средняя длина бревна, м; α – угол наклона торцовых стен штабеля, град.

На высоту штабеля влияет тип грузоподъемного оборудования и грунтовые условия склада, она определяется в пределах 8–14 м. Ширина штабеля зависит от длины бревен, а длина штабеля – от места

его размещения (в пролете крана или под консолью, поперек или вдоль подкрановых рельсов).

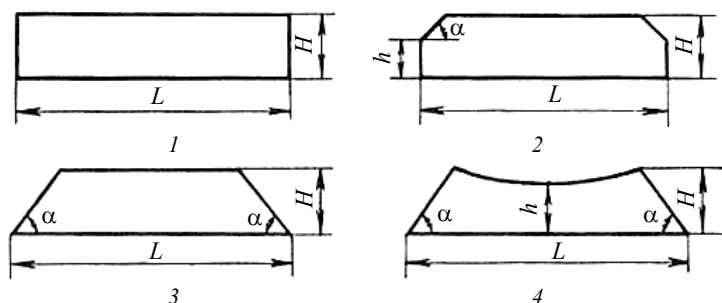


Рис. 37. Формы штабелей

Коэффициент заполнения штабеля определяется в зависимости от типа штабеля и диаметра бревен (табл. 8).

Таблица 8

Значения коэффициентов заполнения штабелей

Тип штабеля	Диаметр бревна, см					
	16–22		24–30		более 32	
	с корой	без коры	с корой	без коры	с корой	без коры
Рядовой	0,47–0,5	0,52–0,54	0,52–0,58	0,55–0,62	0,58–0,62	0,62–0,64
Пачковый	0,52–0,56	0,58–0,63	0,57–0,62	0,60–0,68	0,63–0,67	0,71–0,78
Плотный	0,58–0,63	0,65–0,70	0,64–0,70	0,72–0,76	0,7–0,75	0,74–0,79

Укрупненно общую площадь F , м^2 , необходимую для укладки данного количества сырья, определяют по формуле

$$F = E_{\text{скл}} / HK_{\text{шт}} K_{\text{скл}},$$

где $E_{\text{скл}}$ – емкость склада (объем бревен, которые хранятся одновременно на складе), м^3 ; H – средняя высота штабеля, м; $K_{\text{шт}}$ – коэффициент заполнения штабеля; $K_{\text{скл}}$ – коэффициент использования площади склада.

Емкость склада зависит от способа и графика доставки сырья на склад и производительности лесопильного цеха по распилу бревен. Коэффициент использования площади склада зависит от длины штабелей и интервала между штабелями и определяется в пределах 0,51–0,63.

Количество штабелей на складе находят по формуле

$$n = 1,2 E_{\text{скл}} / E_{\text{шт.}}$$

Количество штабелей нужно проверить с учетом необходимой подробности сортировки бревен, потому что в один штабель укладывают, как правило, бревна одной сорторазмерной группы.

Более точно площадь склада рассчитывают с учетом количества и схемы размещения штабелей, наличия и размеров проездов и дорог, типа грузоподъемного оборудования и др.

ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СКЛАДОВ СЫРЬЯ

Выбор грузоподъемного и транспортного оборудования для выгрузки и штабелирования бревен и для выполнения других работ зависит от конкретных условий, в том числе от объема переработки сырья на лесопильном предприятии, от площади склада и способов доставки сырья на завод.

Грузоподъемное оборудование

На складах с большим грузооборотом (200 тыс. м³ в год и более) могут применяться кабельные, мостоканальные, порталные и мостовые краны.

Лесопильные предприятия Беларуси перерабатывают за год до 100–120 тыс. м³ сырья. Бревна доставляют на заводы в основном железнодорожным или автомобильным транспортом в течение всего года относительно равномерно.

На складе хранится трех-четырёхнедельный запас сырья, поэтому объемы работ сравнительно невелики, и наиболее приемлемыми на таких заводах являются козловые, башенные краны или колесные лесопогрузчики. Можно применять также стреловые краны на железнодорожном или автомобильном ходу.

Козловые краны бывают бесконсольными или консольными. У консольно-козлового крана грузовая тележка может выходить за пределы его опор, выгружать бревна из полувагонов, платформ или автомашин, установленных под консолью, и укладывать их в штабеля, которые размещаются между рельсами крана (в пролете крана). Это позволяет лучше использовать площадь склада. Схема работы консольно-козлового крана приведена на рис. 38.

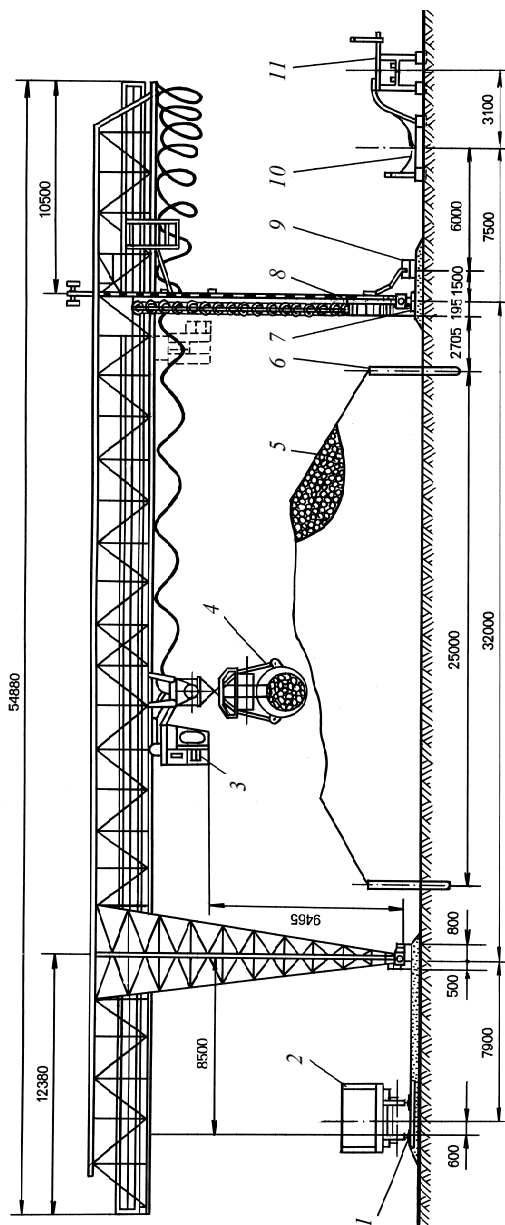


Рис. 38. Схема работы консольно-козлового крана:

1 – железнодорожный путь; 2 – полувагон; 3 – кабина оператора; 4 – грейферный захват; 5 – штабель; 6 – стойка штабеля; 7 – подкрановый путь; 8 – кран; 9 – питающий кабель; 10 – лесонакопитель; 11 – сортировочный конвейер

Консольно-козловой кран выгружает бревна из полувагонов, укладывает их в штабеля, загружает в сортировочный конвейер, укладывает распределенные по диаметрам бревна из лесонакопителей в штабеля сортированных лесоматериалов. Кроме того, кран может подавать пачки бревен из штабеля на приспособление для разбора пачек, из которого они по одному передаются на конвейер для подачи в лесопильный цех (на схеме не показаны).

На складах сырья применяют консольно-козловые краны общего назначения (ККУ-7,5, ККС-10) или специальные краны для лесных складов (ККЛ-8, ККЛ-12,5 и др.).

Краны имеют грузоподъемность 7,5–12,5 т, пролет 32–40 м, вылет консоли 8–15 м, высоту подъема крюка 10–16 м в зависимости от модели крана. Техническая характеристика кранов приведена в табл. 9.

Таблица 9

Техническая характеристика кранов

Показатели	ККЛ-12,5	ККЛ-8	КБ-572А
Грузоподъемность, т	12,5	8	10; 6,3
Пролет (вылет стрелы, м)	32	40	3–30; 3–35
Высота подъема крюка, м	12	16	13,5
Скорость, м/мин:			
подъема груза	8	20	20–40
движения тележки	38	63	25
движения крана	50	84	30
Установленная мощность, кВт	102	81,8	94
Масса, т	102	85	122

Башенные краны (БКСМ-14ПМ2, КБ-572А) (рис. 39) имеют грузоподъемность 5–10 т, вылет стрелы до 30 м, высоту подъема крюка 13,5 м и применяются для выгрузки и штабелирования бревен на складах сырья.

Башенный кран передвигается по рельсам, вдоль которых по обеим сторонам могут размещаться штабеля лесоматериалов, сортировочные конвейеры. Опорой крана является башня, которая имеет портал. В портале крана проложены рельсы, по ним подается под разгрузку железнодорожный состав с лесоматериалами.

Для захвата пачки бревен могут применяться канатные стропы или грейферы (рис. 40), например вибромоторные грейферы ВМГ-5 или ВМГ-10м грузоподъемностью соответственно 5 и 10 т.

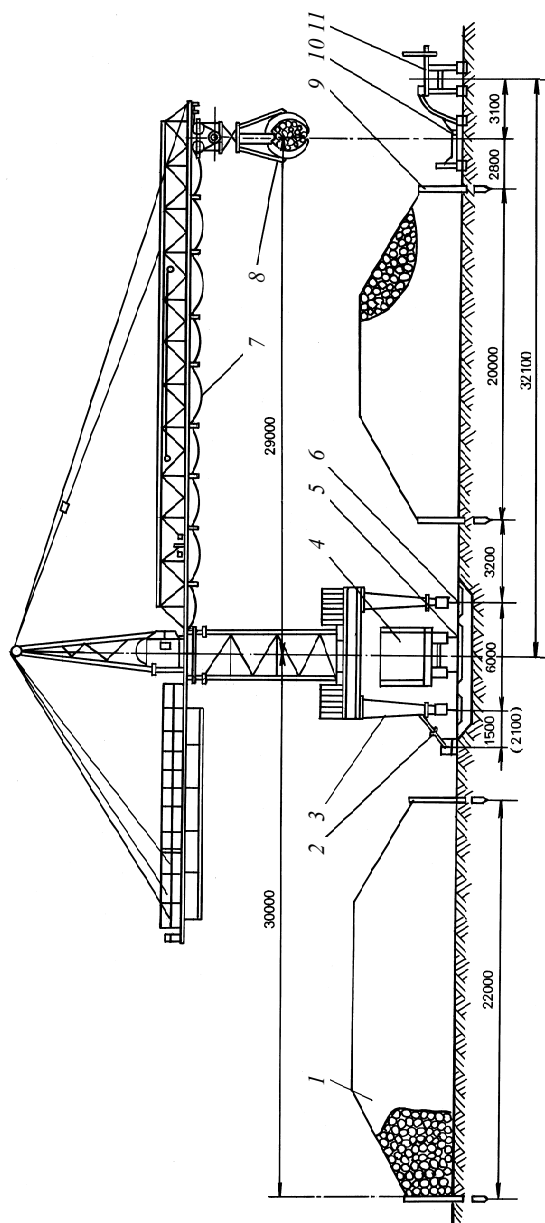


Рис. 39. Схема работы башенного крана.

1 – стрела; 2 – питающий кабель; 3 – кран; 4 – полувагон; 5 – железнодорожный путь; 6 – подкрановый путь; 7 – стрела крана; 8 – рейферный захват; 9 – стойка штабеля; 10 – лесонакопитель; 11 – сортировочный конвейер

Грейферы имеют рабочие органы, прикрепленные на шарнирах к раме, и приводной механизм. Принцип работы грейфера заключается в том, что при опускании его рабочие органы в раскрытом положении захватывают лесоматериалы, а потом под воздействием привода закрываются и сжимают бревна. Для того чтобы облегчить захват пачки бревен, на рабочий орган может быть поставлен специальный вибрационный механизм, который придает ему и бревнам колебательное движение.

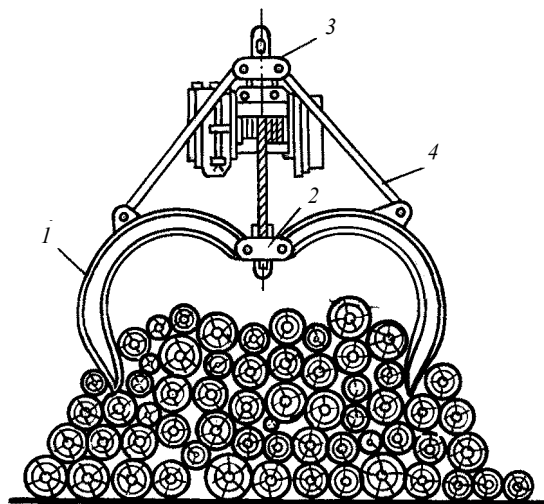


Рис. 40. Грейфер:
1 – челюсть; 2 – нижняя траверса;
3 – верхняя траверса; 4 – тяга

Оснащение кранов грейферами позволяет избавиться от тяжелой и опасной работы стропальщиков, уменьшить количество рабочих, которые обслуживают кран, а также содействует повышению производительности кранов.

Производительность кранов Π , м^3 , определяют по формуле

$$\Pi = G / 10\rho \cdot T / t_{\text{ц}} \cdot K_1 K_2, \quad (50)$$

где G – грузоподъемность крана, кН; ρ – плотность древесины (0,7–0,8 т/м^3); T – продолжительность смены, мин; $t_{\text{ц}} = \frac{2l_{\text{ср}}}{v_1} + \frac{2h_{\text{ср}}}{v_2} + \frac{2h_{\text{ср}}}{v_3} + t$ –

продолжительность цикла работы крана, мин; $l_{\text{ср}}$ – среднее расстояние перемещения тележки с грузом, м; v_1 – скорость грузовой тележки, м/мин; $h_{\text{ср}}$ – средняя высота подъема и опускания груза, м; v_2 – скорость подъема и опускания груза, м/мин; v_3 – скорость подъема и опускания строп (грейфера), м/мин; t – продолжительность зацепки и отцепки пачки, мин; K_1 – коэффициент использования рабочего времени крана ($K_1 = 0,6–0,8$); K_2 – коэффициент использования грузоподъемности крана ($K_2 = 0,8–0,9$).

Необходимое количество кранов определяют с учетом объема сырья, которое требуется выгрузить или уложить в штабель или подать на конвейер, и производительности крана при выполнении той или иной работы.

Перспективным направлением совершенствования работ на складах сырья является использование *колесных лесопогрузчиков*. Колесные погрузчики могут выгружать бревна из полувагонов и автомашин, укладывать их в штабеля, разбирать штабеля и подавать бревна на конвейеры, выгружать лесонакопители, перевозить бревна по складу, выполнять другую работу. Промышленность выпускает много моделей автопогрузчиков грузоподъемностью 5–30 т. Например, лесопогрузчик ЛТ-142-12,5 (рис. 41) грузоподъемностью 12,5 т может выгружать (укладывать) лесоматериалы (высота подъема груза до 4 м) и перевозить их со скоростью 15 км/час по складу.

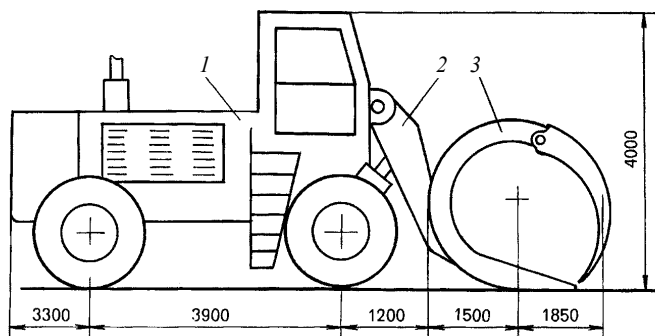


Рис. 41. Колесный лесопогрузчик:
1 – база лесопогрузчика; 2 – стрела; 3 – захват

Эффективные машины для лесозаготовительных работ производит ОАО «Амкодор» (рис. 42). Лесопогрузчики «Амкодор 352Л» и «Амкодор 352Л1» предназначены для погрузки круглых лесоматериалов

на транспортные средства и в штабеля, а также для разгрузки лесовозного транспорта и разборки штабелей.

В базовом исполнении лесопогрузчики оснащены челюстным захватом с выталкивателем. Высота разгрузки – до 4,5 м, вылет грузозахватного приспособления – до 2,2 м. По дополнительному заказу поставляются ковш для щепы и арочный грейфер. С ковшом для щепы в качестве рабочего органа погрузчик может загружать полувагоны (высота подъема до 4,5 м). Арочный грейфер позволяет поднять бревна и другие длинномерные материалы на высоту 5 м. Грузоподъемность погрузчика – 5 т, скорость транспортирования – 30 км/ч.



Рис. 42. Лесопогрузчик «Амкодор 352Л»

Применение колесных лесопогрузчиков обеспечивает комплексную механизацию работ на складе сырья. Но для их успешной работы обязательным условием является наличие на складе дорог и площадок с твердым покрытием. Производительность лесопогрузчиков при перевозке бревен определяют по формуле (50), но продолжительность цикла будет

$$t_{\text{ц}} = t_1 + l_1 / v_{\text{г}} + l_1 / v_{\text{п}},$$

где t_1 – продолжительность зацепки и отцепления пачки бревен, мин; l_1 – расстояние перемещения груза, м; $v_{\text{г}}$, $v_{\text{п}}$ – скорость перемещения лесопогрузчика соответственно с грузом и порожняком, м/мин.

Перемещающиеся стреловые краны используют для выгрузки бревен и укладки их в штабеля при небольших объемах переработки сырья. В зависимости от конструкции ходовых опор краны подразделяют на железнодорожные и автомобильные (рис. 43).

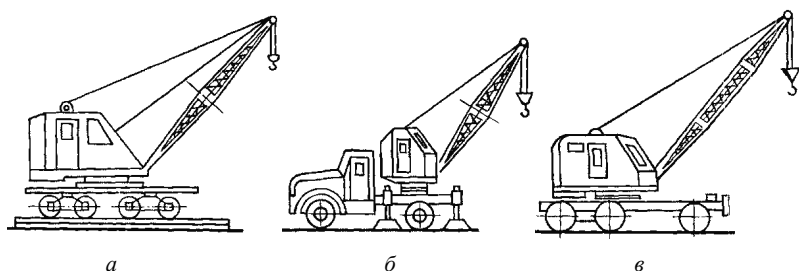


Рис. 43. Схемы стреловых кранов:

а – на железнодорожном ходу; *б* – автомобильный кран; *в* – на колесном ходу

В железнодорожных кранах (рис. 43, *а*) поворотная площадка установлена на железнодорожной платформе. Площадь склада, которая обслуживается таким краном, ограничивается величиной вылета стрелы и протяженностью подкрановых рельсов. В автомобильных кранах (рис. 43, *б*) поворотная площадка установлена на шасси автомашины, которая имеет дополнительные опоры – их используют при работе крана. Для выгрузки бревен применяют также краны на специальных колесных шасси с приводом от двигателя, размещенного на поворотной площадке (рис. 43, *в*), например автомобильный кран КС-2561Д грузоподъемностью 6,3 т на шасси автомашины ЗИЛ-130, специальный кран на колесном шасси К-161 грузоподъемностью 16 т и др.

Транспортное оборудование

Кроме кранов и лесопогрузчиков, которые используются на складах в качестве грузоподъемного и транспортного оборудования, для перемещения бревен применяют цепные конвейеры – продольные и поперечные.

Продольные конвейеры (рис. 44) широко используют для выгрузки бревен из воды, сортировки бревен, перемещения их по складу и подачи в лесопильный цех. На цепи, которая является тяговым органом конвейера, закрепляются поперечины, являющиеся рабочими органами – на них лежат бревна.

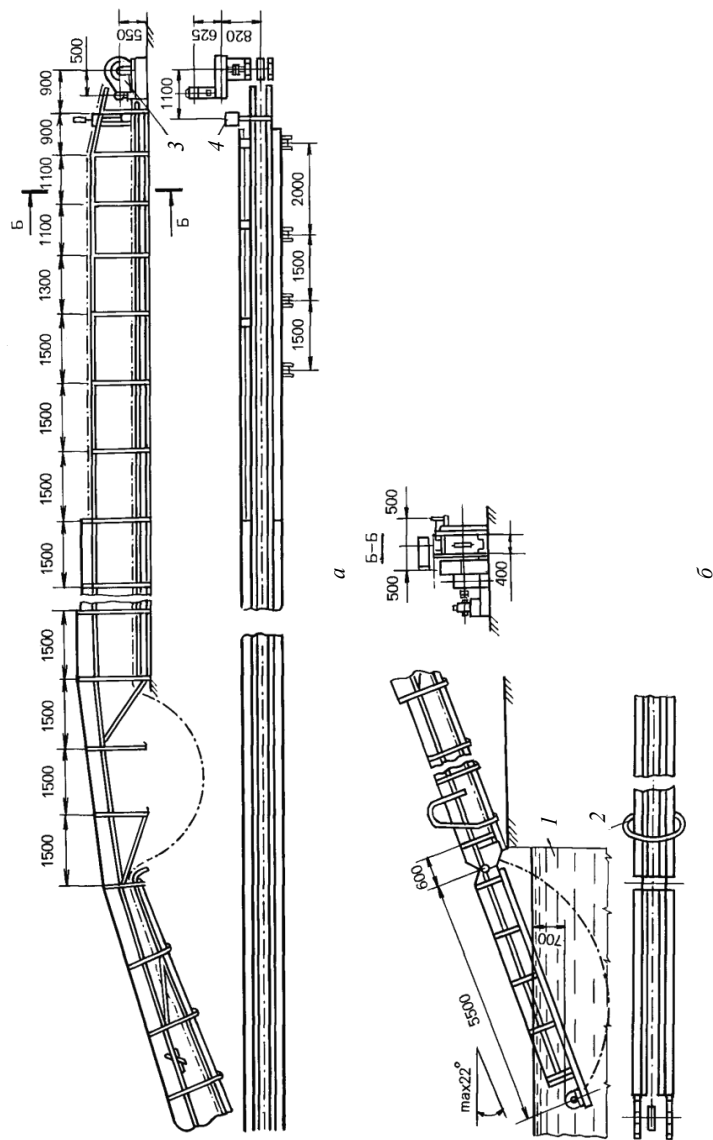


Рис. 44. Продольный цепной конвейер для подачи бревен в лесопильный цех:
 а – криволинейный и горизонтальный участки; б – наклонный участок;
 1 – бассейн; 2 – омыватель бревен; 3 – привод; 4 – механизм автоматического выключения конвейера

Поперечины могут скользить по направляющим шинам или катиться на ходовых роликах, что снижает энергзатраты. Если конвейер горизонтальный, поперечины могут быть гладкие, а если наклонный – на поперечины необходимо поставить шипы, для того чтобы бревна на них удерживались. Угол наклона лесоконвейера должен быть не более чем 22° . Расстояние между поперечинами зависит от длины бревен и составляет 1,5–2 м. Скорость движения цепи – 0,6–1,2 м/с, она определяется условиями работы конвейера. На складах применяют продольные цепные конвейеры Б-22У-1, Б-22-3, БА-40, БА-60 и др. Производительность таких конвейеров Π (количество бревен в час) определяют по формуле

$$\Pi = (3600v / L)K_1K_2, \quad (51)$$

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

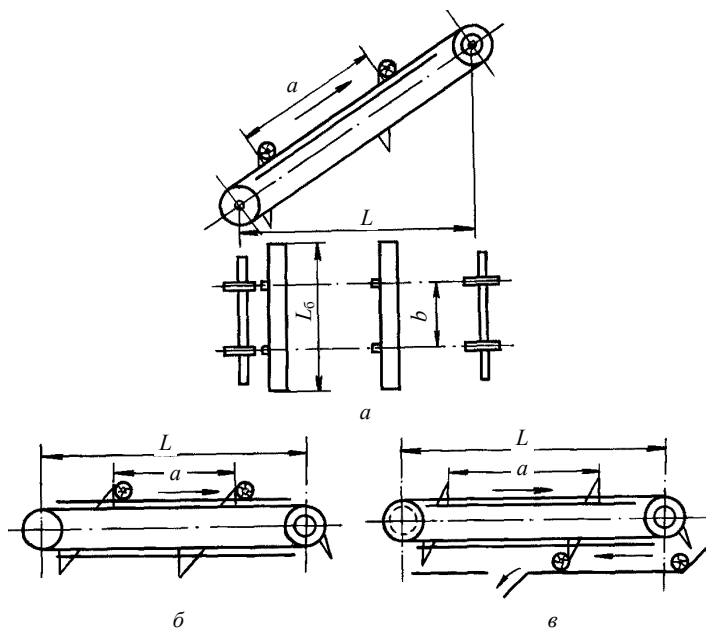


Рис. 45. Типы поперечных конвейеров:
 a – несущий; b – скребковый с верхней рабочей веткой;
 $в$ – скребковый с нижней рабочей веткой

Поперечные конвейеры (рис. 45) применяют для передачи бревен с одного транспортного устройства на другое и для сортировки лесоматериалов. Они могут перемещать грузы горизонтально, под большим углом наклона или вертикально.

В зависимости от способа перемещения лесоматериалов различают три типа поперечных конвейеров: несущий (рис. 45, а), скребковый с верхней рабочей веткой (рис. 45, б) или с нижней рабочей веткой (рис. 45, в). Тяговым органом конвейеров являются цепи, а рабочими органами – крюки или упоры. Длина конвейеров зависит от назначения и условий работы и составляет 2–20 м, скорость движения цепей конвейера – 0,2–0,5 м/с.

Производительность конвейера Π (количество бревен в час) определяют по формуле

$$\Pi = (3600v / a) K_1 K_2, \quad (52)$$

где v – скорость движения цепей конвейера, м/с; a – расстояние между рабочими органами, м; K_1 – коэффициент использования рабочего времени ($K_1 = 0,6–0,7$); K_2 – коэффициент использования тягового органа ($K_2 = 0,8–0,9$).

Загрузочные и разворотные устройства

Для разборки пачек лесоматериалов и поштучной подачи бревен на продольные конвейеры применяют загрузочные устройства, например разобщитель бревен ЛТ-80 (рис. 46).

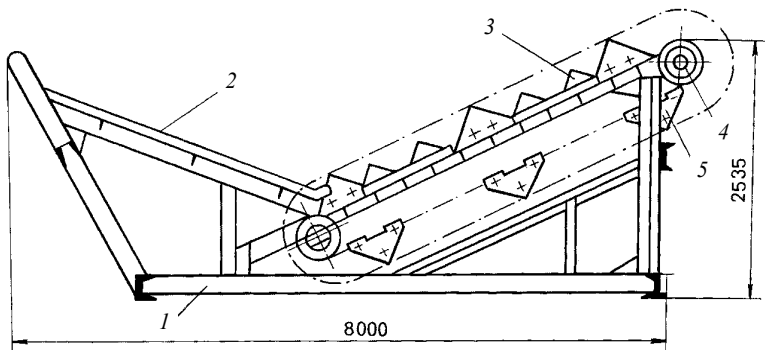


Рис. 46. Разобщитель бревен:

1 – рама; 2 – приемная площадка; 3 – гребенчатые опоры;
4 – пятицепной поперечный конвейер; 5 – гребенчатые толкатели

Разобщик имеет приемную площадку для размещения пачки бревен и рабочую площадку, которая предназначена для разделения пачки и поштучной подачи бревен. Рабочие органы в виде треугольных (гребенчатых) толкателей, закрепленных на пятицепном конвейере, перемещают бревна по двум гребенчатым (волнообразным) опорам. Это содействует полному разделению пачки и поштучной подаче бревен на продольный конвейер. Разобщик ЛТ-80 может разделять пачки объемом до 10 м^3 при длине бревен 4,0–6,5 м и диаметре 6–60 см. Еще на складах сырья можно применять разобщики пачек бревен РБ 100 и ЛТ-79А, а также устройства поштучной подачи УПП-3, разработанные в БГТУ.

Для поштучной подачи лесоматериалов при однослойном их размещении на поперечном конвейере применяют отсекатели различных конструкций (рис. 47). Эти устройства можно применять для подачи бревен на продольные конвейеры, которые перемещают бревна в лесосоцех (при безбассейновой подаче) и на сортировочные конвейеры.

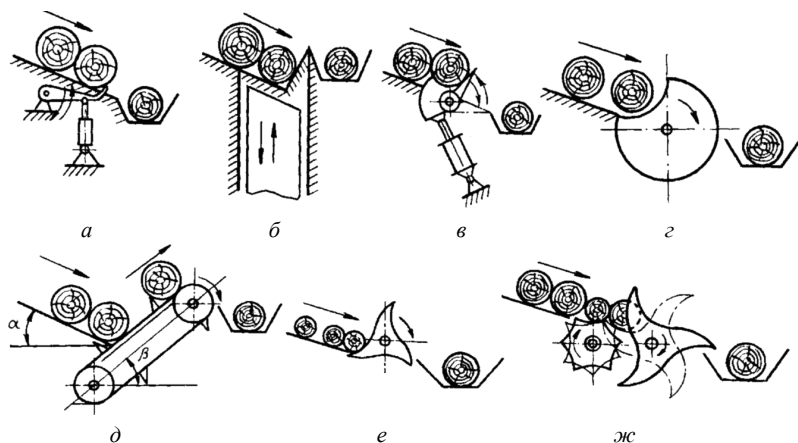


Рис. 47. Типы отсекателей:

- a* – гравитационный с задерживающими упорами;
- б* – с поступательно-возвратным движением упоров;
- в* – с колебательным движением дисков;
- г, е, жс* – с вращательным движением дисков или крюков;
- д* – с наклонным поперечным конвейером, на котором установлены захваты

При этом пачку бревен укладывают на приемную площадку краном или лесопогрузчиком.

Если необходимо осуществить разворот бревен, например вершинным диаметром подать на распиловку, то применяют специальные разворотные устройства (ЛТ-90, УРБ-1175). Разворотное устройство ЛТ-90 (рис. 48) состоит из цепного выносного конвейера и двух реверсивных разворотных конвейеров, цепи которых имеют захваты для перемещения бревен.

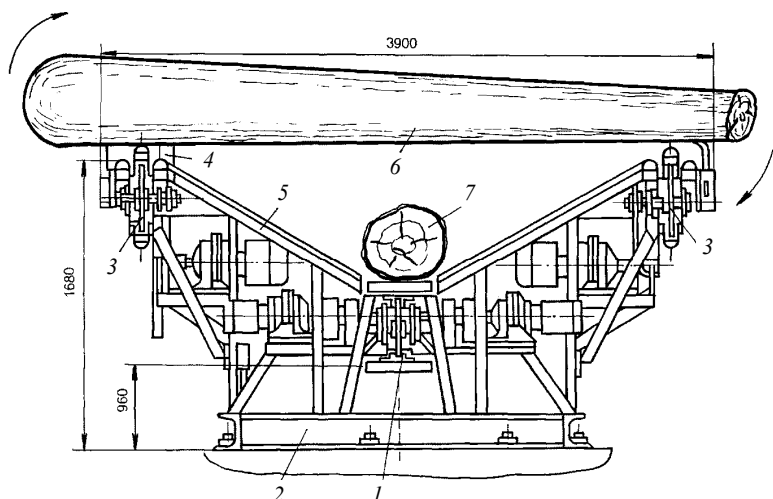


Рис. 48. Разворотное устройство:
1 – выносной конвейер; 2 – основа;

3 – разворотные конвейеры; 4 – упор; 5 – наклонные поверхности;
6 – бревно, которое подлежит развороту; 7 – бревно после разворота

Бревна, которые лежат перпендикулярно цепям разворотных конвейеров, перемещаются до упора. Затем разворотные конвейеры начинают двигаться в разные стороны, бревно подается вершиной вперед, сбрасывается с цепей разворотных конвейеров на выносной конвейер и перемещается на дальнейшую обработку. Разворотное устройство ЛТ-90 может пропустить за час до 360 бревен.

СОРТИРОВКА БРЕВЕН

На лесопильные заводы сырье поступает без необходимого распределения по размерам и качеству (сортам). В лучшем случае отдельно поступают бревна хвойных и лиственных пород.

Чтобы обеспечить рациональное использование древесины и производительность лесопильного цеха, необходимо распиливать бревна, предварительно рассортированные по породам, размерам и сортам.

Значение сортировки

Наиболее важной является сортировка бревен по диаметрам, так как постав на распиловку бревна составляют по его вершинному диаметру. Если круглые лесоматериалы не распределены по размерам, по одному и тому же поставу распиливают бревна нескольких диаметров. Это приводит к снижению объемного выхода пиломатериалов, особенно спецификационных, т. е. тех, которые выпиливают по заказу потребителя.

При отклонении фактического диаметра бревна от расчетного на ± 6 см потери объемного выхода обрезных материалов составляют около 11%. Кроме того, при распиловке бревен, неточно подобранных по диаметрам, снижается производительность лесопильных рам до 5% из-за того, что при этом не выдерживаются заданные режимы пиления.

Исследования, проведенные в БГТУ, показывают, что на большинстве лесопильных предприятий Беларуси сортировку бревен перед распиловкой не выполняют, по одному и тому же поставу распиливают бревна 5–6 четных диаметров. Это приводит к понижению объемного выхода обрезных пиломатериалов, особенно выхода основной спецификационной пилопродукции (табл. 10).

Таблица 10

Объемный выход спецификационных досок, %

Способ распиловки	Диаметр бревна, см				
	20	22	24	26	28
По одинаковому поставу	45,2	37,4	31,7	26,6	23,0
По оптимальному поставу	45,2	46,6	45,6	55,2	50,2

В табл. 10 приведены результаты исследований по распиловке бревен диаметром 20–28 см на обрезные пиломатериалы по брусоразвальным поставам. Когда бревна всех диаметров без сортировки распиливают по одному поставу, тогда выход спецификационных пиломатериалов толщиной 32 мм (для досок пола) с увеличением диаметра бревен понижается почти в 2 раза. Когда бревна распределяют по диаметрам и для каждого диаметра составляют свой оптимальный постав, тогда выход спецификационных досок повышается. Значит,

для того чтобы рационально использовать сырье, бревна перед распиловкой необходимо распределять по диаметрам.

Дробность сортировки

По размерам вершинных диаметров бревна рекомендуется распределять по группам с точностью ± 1 см (один четный диаметр). Если доля крупных или тонких бревен в общем объеме небольшая (до 3%), их можно распределять с точностью ± 2 см (два четных диаметра).

Количество размерных групп (дробность сортировки по размерам) определяется с учетом спецификации сырья. Например, бревна, спецификация которых приведена в табл. 11, можно распределять на 10 размерных групп.

Таблица 11

Дробность сортировки бревен по размерам

Показатели	Диаметр бревна, см													
	до 14	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36 и более	
Доля по объему, %	0,2	4,2	20,6	31,4	15,6	11,9	8,4	2,6	1,9	1,8	1,1	0,2	0,1	
Дробность сортировки	12–13	14	16	18	20	22	24	26–28		30–32		34 и более		
Номер размерной группы	1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		

Эффективным с точки зрения увеличения объемного выхода пиломатериалов является сортировка бревен по поставам. При этом бревна, отнесенные к одной группе, будут распиливать по поставу, который обеспечивает наибольший объемный выход досок. Оптимальные сортировочные группы бревен определяют с помощью ЭВМ с учетом индивидуальных особенностей формы и размеров каждого бревна.

По качеству (сорт) бревна рекомендуется распределять на 2–3 группы – по наличию и размерам сучков или гнили. Сортировка сырья по качеству и распиловка по соответствующим поставам позволяет получить более высокий выход качественных пиломатериалов.

Общую дробность сортировки бревен c можно определить по формуле

$$c = c_1 c_2 c_3, \quad (53)$$

где c_1 , c_2 , c_3 – дробность сортирования соответственно по породам, размерам и качеству.

Оборудование для сортировки

Сортировку бревен на лесопильных заводах можно выполнять на воде или на суше. Для сортировки сырья на воде применяют коридорные, веерные или комбинированные сортировочные устройства.

Однако сортировка бревен на воде – достаточно тяжелый и трудоемкий процесс: определить точно размеры и качество бревен, которые находятся на воде, невозможно. Поэтому в последнее время отдают предпочтение сортировке лесоматериалов на суше, тем более что доставка сырья на лесопильные предприятия чаще осуществляется сухопутным транспортом.

Основные операции в системах сухопутных сортировочных установок – подача нерассортированных бревен на установку; разборка пачек и поштучная подача бревен на распределительный конвейер; обмер бревен и определение их качества; сбор, обработка и сохранение информации о размерах и качестве; сбрасывание бревен в лесонакопители и укладка пачек бревен из лесонакопителей в штабеля.

Для сортировки бревен на суше применяют сортировочные устройства с продольным или поперечным перемещением лесоматериалов.

Классификация продольных сортировочных устройств. Продольные сортировочные устройства имеют наибольшее распространение. Они подразделяются:

- по назначению – для сортировки бревен по длине и по диаметрам;
- по размещению лесонакопителей – с односторонним или с двухсторонним размещением;
- по степени автоматизации процесса сортировки – полуавтоматические, автоматические и автоматизированные устройства.

Устройства для сортировки бревен по длине чаще применяют на нижних складах леспромхозов. Лесонакопители в этих устройствах имеют разную длину (в зависимости от длины бревен), а поперечные оси накопителей и сбрасывателей бревен размещаются вдоль конвейера неравномерно.

В устройствах для сортировки бревен по диаметрам лесонакопители и сбрасыватели бревен размещают на одинаковом расстоянии друг от друга.

В сортировочных устройствах с односторонним размещением лесонакопителей применяют сбрасыватели бревен одностороннего

действия, а в устройствах с двухсторонним размещением – сбрасыватели двухстороннего действия.

При одинаковой дробности сортировки бревен сортировочные устройства с двухсторонним размещением короче, чем устройства с односторонним размещением накопителей.

В полуавтоматических устройствах для измерения бревен применяют специальные измерители, качество бревен определяют визуально. Информацию в систему управления сбрасывателями передает оператор.

В автоматических устройствах все операции по сортировке бревен осуществляются без участия человека. В автоматизированных устройствах для принятия решения используют вычислительную технику, при помощи которой обрабатывается информация о размерах и качестве сырья.

В состав сортировочного устройства входят: конвейер, измеритель диаметров, лесонакопители, сбрасыватели бревен и система управления.

Конвейеры. Для перемещения и распределения бревен применяют ленточные или цепные конвейеры. Конструкция их подробно изучается в соответствующей учебной дисциплине и здесь не рассматривается. Отметим, что от типа конвейеров зависит скорость перемещения бревен и производительность сортировочного устройства. Скорость конвейеров может быть в пределах 0,6–2 м/с. Их производительность определяют по формуле (51).

Измерители диаметров бревен. В зависимости от способа измерения они могут быть механические, оптические, оптико-электронные и лазерные.

Механические измерители не обеспечивают требуемой точности измерения, они достаточно трудоемкие и не получили распространения.

В *оптических измерителях* источником света являются обычные электролампы, которые размещены по вертикали с одной стороны конвейера. С другой стороны находятся светоприемники. Бревно, которое перемещается конвейером, заслоняет световые лучи. По количеству светоприемников, на которые не попал свет от электроламп, определяют диаметр бревна.

Недостатками таких измерителей является невысокая точность и надежность, сложность обслуживания оптической системы, необходимость защиты светоприемников от постороннего света.

Оптико-электронные измерительные системы включают в себя телевизионные камеры, передающие торец бревна или его профиль по

длине на экран и на ЭВМ, которая обрабатывает эту информацию при помощи соответствующих программ и выдает ее в виде распечаток. ЭВМ по необходимости может управлять процессом сортирования бревен (например, управлять работой сбрасывателей бревен). Но такие системы сложны и требуют хорошей освещенности объектов измерения. Их надежность в значительной степени зависит от условий эксплуатации, а точность измерения – от того, как выразительно (контрастно) выглядит торец или профиль бревна.

В *лазерных измерителях* источником света является лазер небольшой мощности, лучи которого попадают на параболическое зеркало. От зеркала параллельные лучи освещают бревно, расположенное на конвейере. На другой стороне конвейера установлены светоприемники. Диаметр бревна определяют по количеству затемненных светоприемников. Такие системы обеспечивают достаточную точность измерения, но она зависит от точности изготовления и качества параболического зеркала, которых очень трудно достигнуть.

Более точным является измеритель диаметров бревен, в основу которого положено последовательное определение координат точек поперечного сечения и боковой поверхности *методом оптической триангуляции*. В этом случае нет необходимости в параболическом зеркале и точность измерения диаметра повышается. Лучи лазеров отражаются от поверхности бревна, передаются через объективы на светоприемники, с которых информация поступает на ЭВМ для дальнейшей обработки. Такие устройства позволяют получить подробную информацию о размерах и индивидуальных особенностях формы бревна (кривизна, сбеги и т. д.).

Отметим, что от выбора типа измерителя зависят точность определения размеров бревен и возможность автоматизации процесса сортировки. Рассмотрим схемы некоторых измерителей.

На рис. 49 приведена оптическая система измерителя диаметров фирмы «РЕМА» (Швеция). Световой поток от линейной лампы падает на параболическое зеркало, а от него на световод, который находится в фокусе зеркала и вращается. Он обеспечивает последовательную фиксацию лучей и направляет их на фотоприемник. При наличии бревна луч на некоторое время перекрывается и не попадает на фотоприемник. Диаметр бревна определяется протяженностью периода затемнения лучей. Погрешность измерения диаметров может достигнуть ± 1 мм при использовании высококачественного параболического зеркала. Необходимо отметить, что изготовить зеркало с необходимыми параметрами очень трудно.

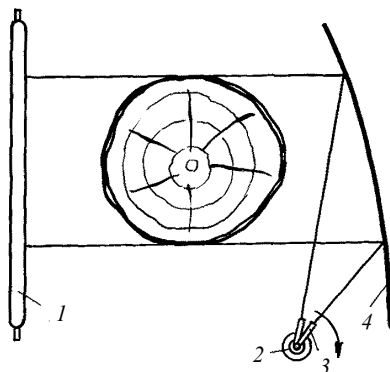


Рис. 49. Оптическая система измерения диаметра бревна фирма «РЕМА» (Швеция):
 1 – источник света; 2 – вращательный световод;
 3 – неподвижный фотоприемник;
 4 – параболическое зеркало

На рис. 50 изображена схема измерителя фирмы «ЭЛМЕС» (Финляндия). Источником излучения в нем является газовый лазер, луч которого направлен на призму. Призма находится в фокусе параболического зеркала и вращается. При этом луч от призмы падает на зеркало, а затем на линейку фотоприемников. При наличии бревна часть фотоприемников не получает световых импульсов. Диаметр определяется количеством фотоприемников, которые перекрываются тенью бревна. Информация поступает на ЭВМ. После обработки показателей измерения ЭВМ имеет возможность управлять процессом сортировки бревен по диаметрам в автоматическом режиме. Недостатком устройства фирмы «ЭЛМЕС» является сложность конструкции оптической системы и фотоприемника.

Измеритель диаметров бревен для автоматизированной системы управления технологическим процессом сортировки сырья создан в Центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины (г. Архангельск) (рис. 51).

Этот измеритель предназначен для измерения диаметров бревен в двух направлениях.

Он имеет две пары осветителей (лампы дневного света) и фотоприемников, позволяет определить диаметры в пределах 50–600 мм с погрешностью ± 2 мм. Информация поступает в ЭВМ, обрабатывается и может выдаваться в виде распечаток или на экране.

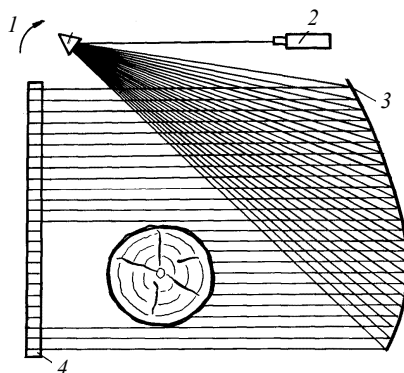


Рис. 50. Схема оптического измерителя
фирмы «ЭЛМЕС» (Финляндия):
1 – вращательная зеркальная призма; 2 – газовый лазер;
3 – параболическое зеркало; 4 – фотоприемники

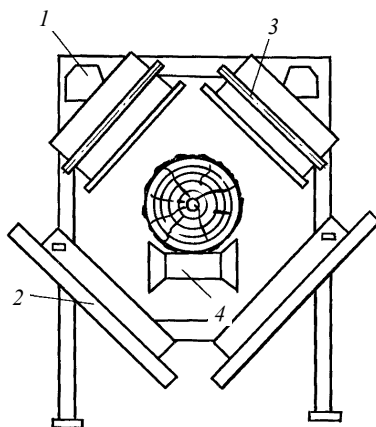


Рис. 51. Измеритель диаметров бревен конструкции
ЦНИИМОД (г. Архангельск):
1 – металлоконструкция; 2 – осветители;
3 – светоприемники; 4 – конвейер

В БГТУ разработан автоматизированный комплекс для измерения и учета круглых лесоматериалов (рис. 52). В отличие от рассмотренных выше измерителей, которые обеспечивают измерение диаметров в одном или в двух направлениях, этот комплекс дает возможность

построить точный контур поперечного сечения и профиль каждого бревна по длине, определить его диаметр, сбег, кривизну и объем. Осуществление таких точных измерений позволяет использовать измерительный комплекс как для сортировки бревен, так и для оптимального раскроя их с учетом индивидуальных особенностей формы и размеров.

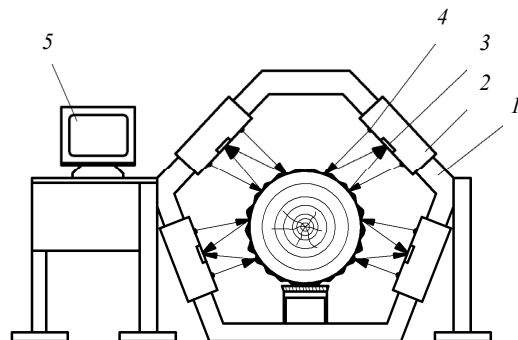


Рис. 52. Автоматизированный измерительный комплекс для бревен на базе лазеров:

- 1 – рама; 2 – измерительный блок;
- 3 – фотоприемник; 4 – полупроводниковый лазер;
- 5 – компьютер с блоком управления комплексом

В состав измерительного комплекса входят четыре измерительных блока, расположенные на металлической раме, конвейер для перемещения бревен и ПЭВМ для управления процессом.

Каждый измерительный блок включает два полупроводниковых лазера и фотоприемник с объективом. Лазеры, которые являются осветителями, формируют пучок световых лучей. Эти лучи попадают на поверхность бревна в виде двух точек. Таким образом, на поверхность бревна поступает восемь лучей. Каждый из восьми лучей отражается от поверхности бревна и через объективы падает на соответствующий фотоприемник. Информация от фотоприемников передается в ПЭВМ. Контур поперечного сечения бревна формируется по восьми точкам при помощи сплайн-функций (см. рис. 6, а, с. 32). При перемещении бревна измерение поперечных сечений осуществляется через равные промежутки его длины. Наличие координат точек нескольких поперечных сечений вдоль продольной оси бревна дает возможность определить его фактическую образующую по длине и описать особенности формы – кривизну, сбежистость и др. (см. рис. 6, б).

Измерительный комплекс позволяет измерять бревна диаметром 12–40 см. Его можно использовать для измерения и учета лесоматериалов и для оптимизации раскря с учетом индивидуальных особенностей (размеров и формы) каждого бревна.

В БГТУ также разработан измерительный комплекс на базе инфракрасных источников света (рис. 53).

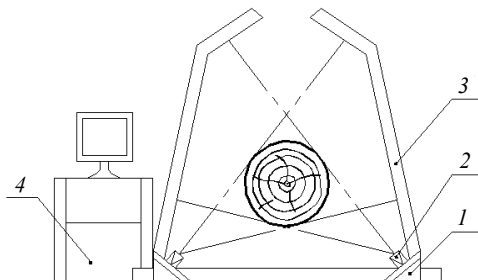


Рис. 53. Измерительный комплекс
на базе инфракрасных источников света:
1 – рама; 2 – линейная видеокамера с ИК источником света;
3 – панель со световозвращающим покрытием;
4 – компьютер с блоком управления комплексом

Измеритель состоит из двух линейных видеокамер с помещенными в центре объективов точечными источниками света и двух панелей с нанесенным на них световозвращающим покрытием. Все это смонтировано на каркасе.

Линейные видеокамеры сфокусированы на противоположные им панели со световозвращающим покрытием. Световые лучи от точечного источника света попадают на световозвращающее покрытие и возвращаются назад в объектив, если измеряемый объект их не перекрывает.

В основу принципа измерения положено фиксирование линейными видеокамерами двух теней объекта на световозвращающих покрытиях в сходящихся лучах и расчет с помощью ПЭВМ диаметра и объема бревна, а также особенностей его формы (сбега, закомелистости, кривизны и т. п.).

Информация о каждом бревне отображается на экране ПЭВМ и передается в модуль управления сортировочным устройством.

Измерительный комплекс позволяет измерять бревна диаметром 6–60 см с погрешностью ± 2 мм и определять объем бревен с погрешностью не более 3%.

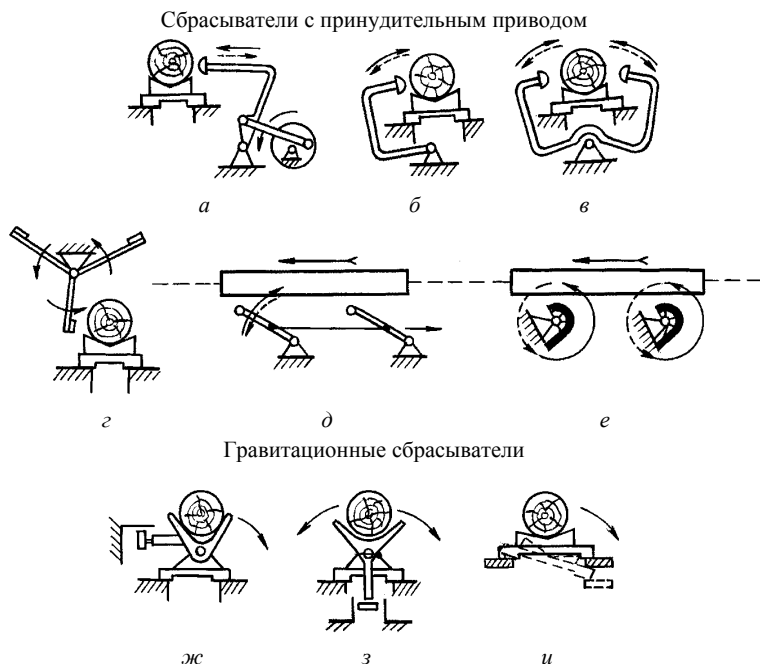


Рис. 54. Схема сбрасывателей бревен с продольных конвейеров:
а – рычажный с поступательно-возвратным движением;
б, в – с поворотно-возвратным движением;
г – шаговый с вращательным движением в вертикальной плоскости;
д – поворотно-возвратным движением в горизонтальной плоскости;
е – кулачковый с вращательным движением в горизонтальной плоскости;
ж, з – с одно- и двухсторонним опрокидыванием опоры;
и – с наклоном грузонесущей поперечины

Сбрасыватели бревен и лесонакопители. Сбрасыватели бревен с продольных конвейеров подразделяются (рис. 54):

- по принципу действия – на сбрасыватели принудительного действия и гравитационные;
- по типу и направлению движения толкателей – сбрасыватели рычажные с поступательно-поворотным и с поворотно-возвратным движением; шаговые с поворотным движением в вертикальной плоскости; кулачковые с поворотным движением в горизонтальной плоскости;
- по приводу толкателей – сбрасыватели с электрическим, пневматическим или гидравлическим приводом;

– по направлению сбрасывания бревен – сбрасыватели с односторонним и с двухсторонним сбрасыванием.

Гравитационные сбрасыватели имеют опорные рычаги или линейки, на которые опираются несущие траверсы. Если опору принять, то траверса опускается и бревно сбрасывается с конвейера в лесонакопитель.

Лесонакопители устанавливают напротив сбрасывателей вдоль конвейера. Они бывают деревянные, железобетонные или металлические. Их конструкция и размер должны обеспечить формирование пакета бревен определенного объема (8–12 м³) и механизацию разгрузки лесонакопителя с учетом типа грузоподъемных устройств, которые для этого используются. Для разгрузки лесонакопителей применяют консольно-козловые или башенные краны с грейферными захватами или колесные лесопогрузчики. Количество сбрасывателей и лесонакопителей, которые должны быть установлены вдоль сортировочного конвейера, зависит от дробности сортировки бревен.

Определение качества лесоматериалов. Рациональный раскрой лесоматериалов на пилопродукцию заданного качества может быть достигнут при своевременном определении пороков древесины и при распиловке бревен по схемам, которые позволяют лучше использовать их качественные зоны.

Основными сортообразующими пороками, как уже отмечалось, являются сучки и гнили. Поэтому при сортировке бревен по качеству необходимо установить наличие этих пороков и определить их размеры. На сортировочных установках качество лесоматериалов до сих пор определяют визуально. Однако в последнее время разработаны и начинают использоваться для этой цели специальные устройства.

Известно, что плотность древесины сучков на 20–50% отличается от плотности самой древесины. В древесине, которая повреждена гнилью, понижаются плотность, твердость, прочность и повышается влагопоглощение по сравнению со здоровой древесиной.

Выявление пороков древесины может быть основано на отличии физико-механических свойств здоровой и поврежденной древесины, например отличие скорости распространения звуковых и ультразвуковых волн, отличие коэффициентов поглощения рентгеновского (гамма-) излучения и т. д.

Исследованы разные методы контроля качества лесоматериалов: механический, ультразвуковой, ионизационный, оптический и т. д. Ионизационный метод в сравнении с другими имеет достаточную информационную способность, он позволяет выделить сучки, гнили и

другие пороки. Преимущество такого метода в том, что он позволяет достигнуть высокой производительности выявления пороков. Это особенно важно при поточном производстве, которым является лесопиление.

Рассмотрим более подробно ионизационный метод и приборы для определения качества лесоматериалов. Ионизационный метод основан на регистрации ослабления потока гамма-излучения при его прохождении через древесину. Ослабление потока гамма-лучей при прохождении через здоровую древесину отличается от ослабления этого потока при прохождении через древесину, которая повреждена гнилью или содержит сучки.

Разработанный гамма-дефектоскоп предназначен для выявления в лесоматериалах скрытых гнилей, сучков и металлических включений. Принцип его действия основан на отличии в ослаблении потока гамма-излучения здоровой и поврежденной древесины, а также в отличии плотности сучков и самой древесины.

Структурная схема гамма-дефектоскопа представлена на рис. 55.

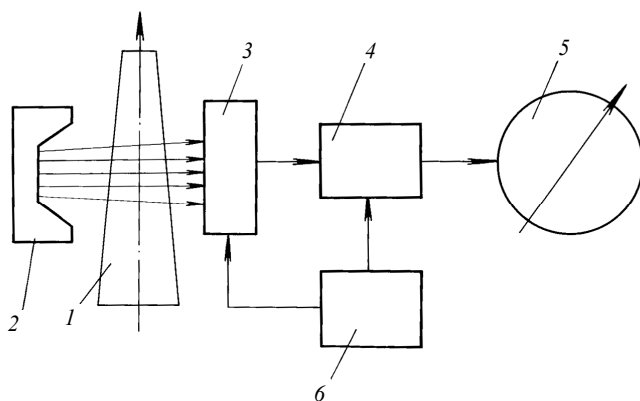


Рис. 55. Структурная схема гамма-дефектоскопа:
1 – лесоматериал; 2 – источник гамма-излучения;
3 – детектор; 4 – электронный блок измерителя;
5 – измерительный прибор; 6 – источник питания

Лесоматериал проходит между источником гамма-излучения и детектором. Сигнал поступает от детектора на измерительный прибор; он пропорционален интенсивности потока гамма-излучения, который прошел через лесоматериал. Наличие повреждения в лесоматериале фиксируется показаниями измерительного прибора.

Гамма-дефектоскоп может найти практическое применение для определения качества лесоматериалов.

Конструкции сортировочных конвейеров

На складах сырья лесозаводов применяются сортировочные устройства моделей ЛТ-86, ЛТ-173, ЛТ-182, БС-60, РБ2-12, ЛСБ-15 и др. (табл. 12). Рассмотрим подробно некоторые из них.

Таблица 12

Техническая характеристика автоматизированных сортировочных устройств 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

Сортировочный конвейер модели БС-60 (рис. 56) предназначен для сортировки круглых лесоматериалов по диаметрам и качеству и может работать в трех режимах: в ручном – измерение диаметра и качества визуальные, команду на сбрасывание бревен осуществляет оператор; полуавтоматическом – измерение диаметра и подача команды на сбрасывание бревен автоматические, а определение качества осуществляется визуально оператором; автоматическом – измерение диаметра и подача команды на сбрасывание бревен автоматические, определение качества не выполняется.

Параметры бревен, которые можно сортировать на этом конвейере: диаметр – 14–60 см, длина – 3,0–7,5 м, скорость перемещения бревен сортирующим конвейером – 0,6–0,9 м/с. Количество лесонакопителей – 25, конвейер обслуживается двумя операторами. Производительность сортирующих конвейеров определяют по формуле (51), а необходимое количество лесонакопителей – с учетом дробности сортировки по формуле (53).

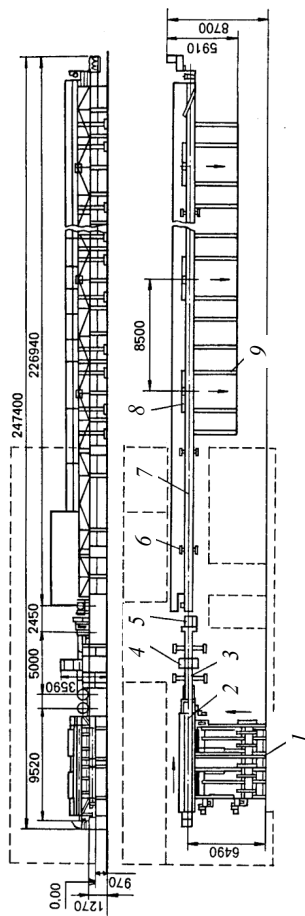


Рис. 56. Схема сортировочного устройства БС-60:

1 – механизм загрузки; 2 – продольный конвейер; 3 – ленточный конвейер; 4 – металлоискатель; 5 – измеритель диаметра бревен; 6 – фотодатчик длины бревна; 7 – сортировочный конвейер; 8 – сбрасыватели бревен; 9 – лесонакопители

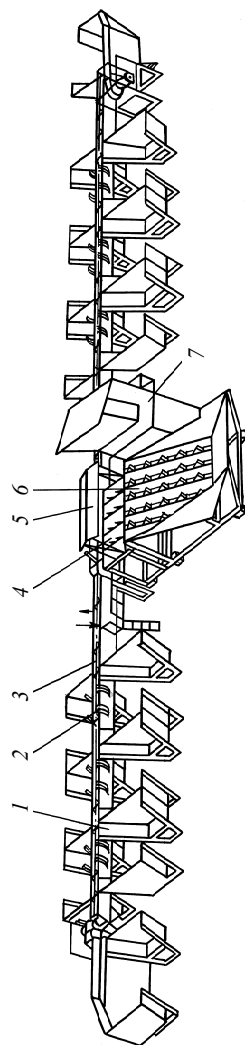


Рис. 57. Распределитель бревен РБ 2-12:

1 – лесонакопители; 2 – сбрасыватели бревен; 3 – сортировочный конвейер; 4 – устройство поштучной выдачи; 5 – система обмера бревен; 6 – разобшитель бревен; 7 – кабина оператора

Распределитель бревен РБ2-12 (рис. 57) предназначен для автоматизированной сортировки лесоматериалов по диаметрам и для полуавтоматизированной – по качеству. Диаметры бревен измеряются автоматически специальными измерителями, а качество определяется оператором. Распределитель имеет секционно-модульную конструкцию. Это позволяет изменять количество накопителей и компоновку сортировочного устройства в зависимости от конкретных производственных условий.

Распределитель включает разобщик гребенчатого типа, с помощью которого пачка бревен разбирается, и бревна механизмом поштучной подачи подаются к измерителю диаметров и дальше на сортировочный конвейер. Вдоль конвейера по обе стороны установлены металлические лесонакопители, в которые бревна сбрасываются двухсторонними рычажными сбрасывателями. Из накопителей сортированные бревна с помощью колесных лесопогрузчиков либо кранов с грейферными захватами укладывают в штабеля.

Распределитель позволяет сортировать бревна диаметром 10–60 см, длиной 4–7 м на 14 размерно-качественных групп. Производительность конвейера – до 700 бревен в час. Его обслуживают два оператора.

Линия сортировки бревен модели ЛСБ-15 (рис. 58) используется для автоматической сортировки пиловочного сырья по группам диаметров перед распиловкой или другими видами обработки.

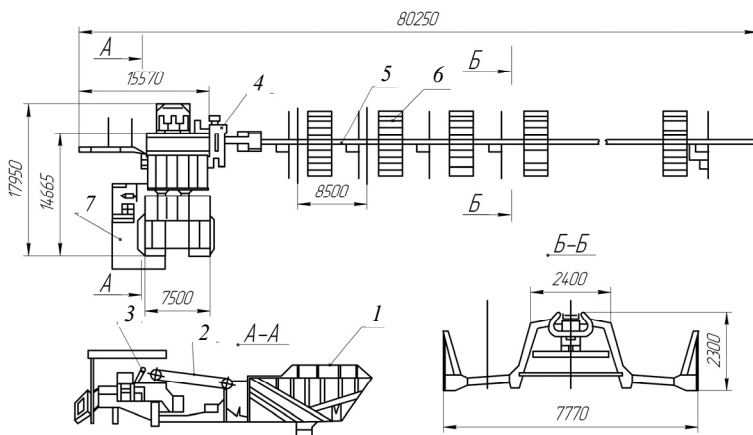


Рис. 58. Линия сортировки бревен ЛСБ-15:
1 – разобщик пачек бревен ЛТ-80А или РБ-100; 2 – поперечный конвейер;
3 – шибрное устройство; 4 – измеритель диаметров бревен;
5 – сортировочный конвейер; 6 – накопители бревен; 7 – cabina оператора

Линия состоит из разобшителя бревен, поперечного конвейера, шиберного устройства, измерителя диаметра бревен, сортировочного конвейера с бревносбрасывателями двухстороннего действия, накопителей бревен и кабины оператора с системой управления.

Пачка бревен краном или челюстным погрузчиком подается в бункер разобшителя бревен, разобшитель разбирает пачку и поштучно выдает бревна на поперечный конвейер. Во время перемещения бревен оператор зрительно оценивает отклонения по породе и качеству от основной группы бревен, подлежащей сортировке. Нажимая соответствующие кнопки, он направляет бревна другой породы или неудовлетворяющие по качеству в отдельный накопитель.

Основной объем бревен (кроме отбракованных) сортируется автоматически. При перемещении их по сортировочному конвейеру с помощью системы датчиков измеряется диаметр и длина бревна.

По результатам замеров автоматизированная система управления вычисляет объем бревен, производит учет количества рассортированных лесоматериалов в штуках и кубометрах по каждой сортировочной группе.

По результатам измерения диаметров система управления адресует бревна в накопители в соответствии с принятой градацией сортировки. Когда бревно доходит до соответствующего накопителя, система управления выдает команду, сбрасыватели с гидравлическим приводом сталкивают бревно с сортировочного конвейера в накопитель.

В конце сортировочного конвейера предусмотрен специальный накопитель для пропущенных и не попавших в другие накопители бревен. По мере заполнения накопителей рассортированные бревна выгружаются из них краном или челюстным погрузчиком.

Исполнение линии по секционнo-модульнoй схеме позволяет с учетом конкретных условий изменять количество накопителей и компоновку загрузочных механизмов.

Линия сортировки пиловочника фирмы А. Costa (Италия) (рис. 59) предназначена для сортировки бревен по диаметрам и длинам.

Сортировка бревен по длинам осуществляется на две группы длин: 3–4 м и 5,5–6 м. Такие размеры бревен и соответственно размеры выпиленных из них досок кратны размерам сушильных камер.

В состав линии включены: загрузочное устройство, модуль комлефрезерования закомелистых бревен, окорочный станок, металлодетектор, измеритель диаметров и длины бревен, распределительный конвейер, кольцевые двусторонние сбрасыватели и попарно установленные по обе стороны конвейера лесонакопители.

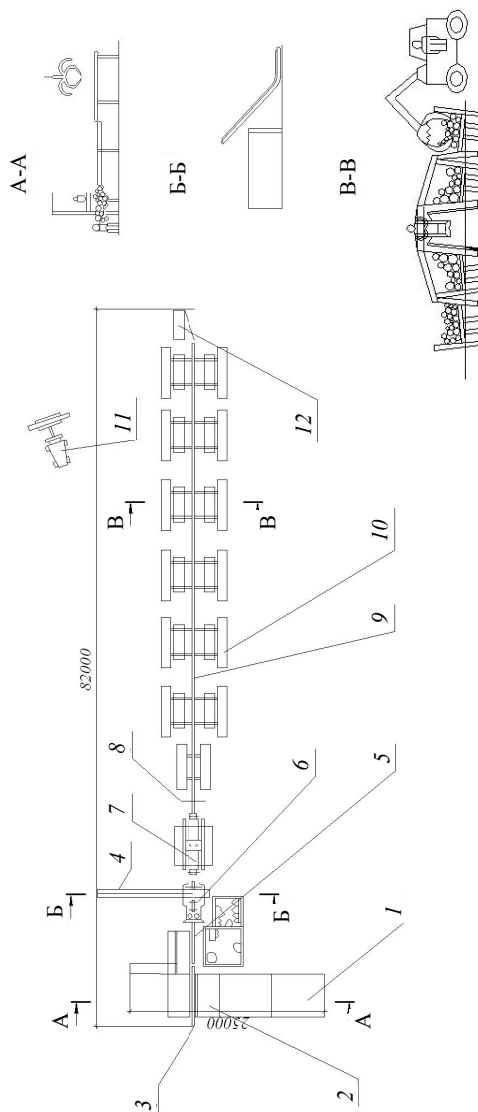


Рис. 59. Линия сортировки бревен фирмы A. Costa:

- 1 – подающий цепной конвейер; 2 – разоблицитель бревен; 3 – модуль комплексной сортировки;
 4 – конвейер для отходов; 5 – бревнотаска подачи; 6 – окорочный станок; 7 – металлоискатель;
 8 – измерительное устройство; 9 – бревнотаска со сбрасывателями; 10 – накопители для бревен;
 11 – лесопогрузчик; 12 – дополнительный накопитель

Лесопогрузчик подает пачку бревен на загрузочное устройство, разобщитель поштучно направляет бревна на конвейер. При необходимости оператор включает модуль комлефрезерования, и специальная фреза удаляет «комлевую юбку» бревна. Оцилиндрованные бревна при распиловке занимают более устойчивое положение в станке. При этом улучшается качество выпиливаемых досок.

Далее бревно поступает в окорочный станок. Сортировка окоренных бревен позволяет избежать ошибок при измерении диаметра и определении качества и тем самым помогает точнее распределить сырье по размерно-качественным группам. При переработке окоренных бревен получается высококачественная технологическая щепка, используемая при производстве целлюлозы.

Установленный в линии металлодетектор позволяет исключить из процесса распиловки бревна, имеющие металлические включения, т. е. избежать поломки режущего инструмента. Такие бревна сбрасываются в отдельный лесонакопитель.

После прохождения измерительного устройства бревна автоматически сбрасываются в соответствующий лесонакопитель кольцевыми сбрасывателями.

Лесонакопители расположены попарно по обе стороны конвейера. В каждый накопитель попадают бревна одного диаметра и одной группы длины (3–4 м или 5,5–6 м).

Линия имеет 26 лесонакопителей, один дополнительный накопитель предусмотрен на случай, если по какой-то причине бревно не попало в свой накопитель. На линии можно сортировать бревна диаметром 10–36 см, длиной 3–6 м, со сбегом до 2 см/м и кривизной до 1%. Скорость сортировочного конвейера составляет 1 м/с.

Технологические схемы участков сортировки бревен. Кроме сортировочных конвейеров на участке сортировки бревен необходимо иметь грузоподъемное и транспортное оборудование для штабелирования рассортированных лесоматериалов и для подачи их в бассейн или в лесопильный цех.

Технологические схемы участков круглогодовой сортировки бревен показаны на рис. 60. На схеме (рис. 60, а) сортировка бревен осуществляется продольным конвейером, а из лесонакопителей бревна с помощью консольно-козлового крана укладываются в штабеля. В бассейне бревна подаются продольным цепным конвейером, загрузка которого осуществляется специальным загрузочным устройством.

В отличие от этой схемы, на рис. 60, б показана технология сортировки бревен, где вместо крана применяется колесный лесопогрузчик.

Он предназначен для разгрузки лесонакопителей, укладки рассортированных бревен в штабеля и подачи их в бассейн. Схема на рис. 60, б требует относительно меньших затрат на оборудование и его установку. Для успешной работы колесных лесопогрузчиков достаточно иметь дороги с твердым покрытием.

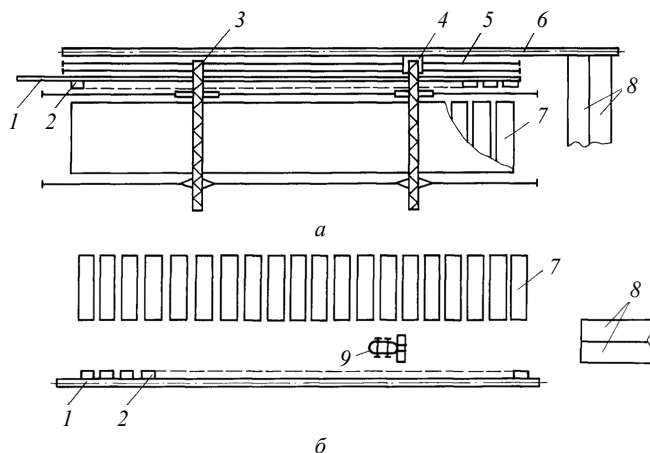


Рис. 60. Технологическая схема участка круглогодичной сортировки бревен:

а – с применением консольно-козловой крана;

б – с применением лесопогрузчика;

1 – продольный сортировочный конвейер; *2* – лесонакопители;

3 – консольно-козловой кран; *4* – загрузочное устройство для поштучной подачи бревен на конвейер; *5* – рельсы загрузочного устройства;

б – продольный конвейер для подачи бревен в бассейн;

7 – штабель сортированных бревен; *8* – бассейн; *9* – лесопогрузчик

Поперечные сортировочные конвейеры. Поперечные сортировочные установки (рис. 61) могут быть с перемещением бревен нижней или верхней ветвями поперечных конвейеров.

При перемещении лесоматериалов нижней ветвью (рис. 61, *а*) сбрасывание их в соответствующие люки осуществляется автоматически. Если сортименты перемещаются верхней ветвью (рис. 61, *б, в*), при подходе к соответствующему лесонакопителю крюки или накопители, на которых лежит бревно, наклоняются и оно сбрасывается на тележку. Наполненные тележки вывозят из-под сортировочной установки и краном или лесопогрузчиком их опорожняют (укладывают бревна в штабель или подают на распиловку).

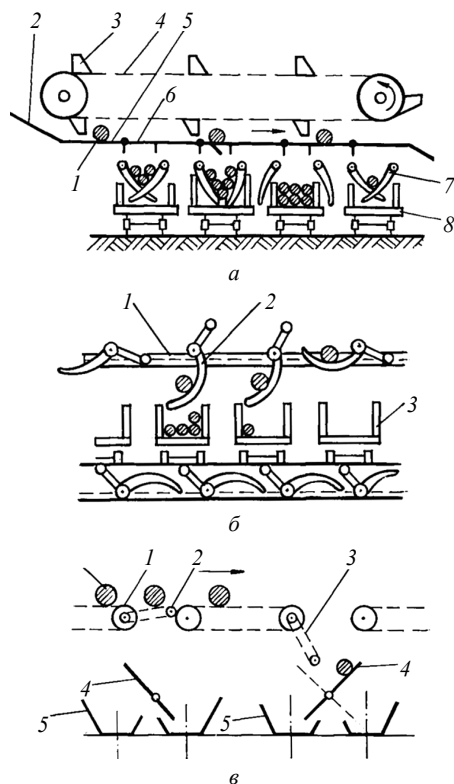


Рис. 61. Схемы поперечных сортировочных конвейеров:
а – с рабочей нижней веткой: 1 – бревно; 2 – наклонная поверхность;
 3 – толкатели; 4 – цепь конвейера; 5 – направляющая;
б – люки для сбрасывания бревен; 7 – крюки; 8 – тележка;
б – с рабочей верхней веткой: 1 – цепь конвейера; 2 – крюки; 3 – тележки;
в – с секциями поперечного конвейера: 1 – бревно; 2 – основная секция;
 3 – консольная секция; 4 – распределители; 5 – выносные конвейеры

По сравнению с продольными сортировочными установками сортировка поперечными конвейерами имеет следующие преимущества:

- длина поперечных конвейеров в несколько раз меньше – это позволяет уменьшить площадь склада;

- скорость перемещения тягового органа конвейера ниже (0,2–0,6 м/с) – это способствует более продолжительному времени работы без ремонта;

– их производительность (см. формулы (51), (52)) больше, потому что $a < l$, т. е. на одной и той же длине поперечного конвейера располагается большее количество бревен, чем на продольном конвейере.

Недостатком поперечного конвейера с нижним перемещением лесоматериалов является увеличение мощности привода конвейера на преодоление сил сопротивления между настилом и бревнами, которые по нем перемещаются.

Расчет запаса бревен на складе

Оптимальный запас сырья на складе определяется из условий обеспечения бесперебойной работы лесопильного цеха, организации необходимой дробности сортировки бревен и планирования их распиловки на спецификационные пиломатериалы с учетом рационального и комплексного использования древесины.

Исходными данными для такого расчета являются сменная и годовая производительность лесопильного цеха; количество потоков в лесопильном цехе; породный, размерный и качественный состав сырья; организация и дробность сортировки бревен; способ доставки сырья на завод и график его поступления.

Минимальный запас сырья на складе при круглогодовой (сухопутной) доставке, который необходим для организации сортировки бревен по диаметрам, зависит от их среднего диаметра, количества лесопильных потоков и годовой производительности цеха. Величина этого запаса приведена в литературе [13]. Так, например, если средний диаметр бревен составляет 20 см и годовая производительность лесопильного цеха – 185 тыс. м³, то минимальный запас сырья должен быть 1250 м³.

Согласно исследованиям [6], запас сортированных бревен перед лесопильным цехом можно определить укрупненным способом по средним показателям, которыми являются:

1) среднее количество размерно-качественных групп бревен на один поток лесопильного цеха:

$$c_{\text{ср}} = c / n,$$

где c – общее количество размерно-качественных групп бревен (дробность сортировки) (см. формулу (53)); n – количество потоков в цехе;

2) средняя сменная производительность лесопильного цеха по распиловке сырья $P_{\text{см}}, \text{м}^3$;

3) средняя сменная производительность потока по распиловке сырья $P_{\text{пот}}, \text{м}^3$.

$$\Pi_{\text{пот}} = \Pi_{\text{см}} / n.$$

Исходя из того, что в любом потоке лесосоцеха одновременно распиливаются бревна одной размерно-качественной группы, необходимый запас сортированных лесоматериалов на складе для одного потока определяется по формуле

$$G_{\text{с.б}} = c_{\text{ср}} \Pi_{\text{пот}} z = (c / n) \Pi_{\text{пот}} z,$$

где $G_{\text{с.б}}$ – необходимый запас сортированных бревен для одного потока, м^3 ; z – запланированная продолжительность работы потока по распиловке одной размерно-качественной группы бревен, смены.

Тогда необходимый запас сортированных бревен на складе для всего цеха будет

$$Q_{\text{с.б}} = G_{\text{с.б}} n = c \Pi_{\text{пот}} z. \quad (54)$$

Отметим, что продолжительность накопления запасов той или иной размерно-качественной группы бревен общим объемом $\Pi_{\text{пот}} z$ зависит от доли таких бревен в спецификации сырья и определяется по формуле

$$t_i = 100z / nP_i,$$

где t_i – продолжительность накопления i -й размерно-качественной группы бревен объемом $\Pi_{\text{пот}} z$, смены; P_i – доля бревен i -й группы в спецификации сырья, %.

Учитывая неравномерность продолжительности накопления отдельных групп бревен из-за того, что доля (процент) каждой из них в спецификации сырья неодинаковая, в формулу (54) вводят коэффициент 1,2. Тогда необходимый запас сортированных бревен перед лесопильным цехом можно определить по формуле

$$Q_{\text{с.б}} = 1,2c \Pi_{\text{пот}} z. \quad (55)$$

Запас сортированных бревен, рассчитанный по формуле (55), обеспечит бесперебойную работу лесопильного цеха.

Общий запас бревен, которые одновременно должны храниться на складе при круглогодовой сухопутной доставке сырья, определяется по приведенной методике с учетом графика поступления лесоматериалов на завод.

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА БРЕВЕН

Для оттаивания мерзлых, обледеневших бревен перед распиловкой или перед окоркой их подают в бассейны, в которых вода подогревается. Кроме этого, бассейны можно использовать для накопления

необходимого запаса бревен перед распиловкой или окоркой. Если на лесозаводе не организована сортировка лесоматериалов на специальных устройствах, тогда в бассейне выполняется укрупненная сортировка бревен перед распиловкой.

Продолжительность оттаивания бревен зависит от температуры воды в бассейне, температуры воздуха, глубины оттаивания и диаметра бревен. Температуру воды в открытом бассейне поддерживают в пределах 5–10°C. При таких условиях продолжительность оттаивания бревна на глубину 3–4 см составляет 6–7 часов. Таким образом, в бассейне одновременно должен находиться запас сырья примерно на одну смену работы лесопильного цеха.

От количества и размеров бревен, которые размещаются в бассейне, зависят размеры его участков. Бассейн включает следующие участки: приемный, сортировочный, выпускной и запасной (рис. 62).

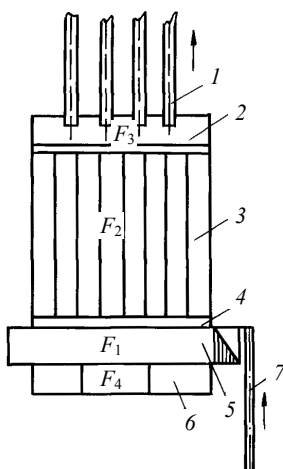


Рис. 62. Схема открытого бассейна:

- 1 – продольный конвейер для подачи бревен в лесопеlex;
- 2 – разборный участок; 3 – рабочий участок; 4 – сортировочный мостик;
- 5 – приемно-сортировочный участок; 6 – запасной участок;
- 7 – продольный конвейер для подачи бревен в бассейн

Сортировочный участок разделяется на секции, количество которых определяется количеством лесопильных потоков. На каждый поток выделяется по две секции. Из одной секции бревна поступают в распиловку, а в другую в это время подаются бревна для оттаивания.

Подачу бревен в бассейн осуществляют продольным или поперечным конвейерами, кранами или лесопогрузчиками. Для перемещения бревен в бассейнах применяют механические (тросовые или барабанные) или гидравлические ускорители.

В механизированных бассейнах (рис. 63) бревна перемещаются поперек по секциям участка оттаивания тросовыми ускорителями. В зависимости от расположения бассейна относительно лесопильного цеха подачу бревен в цех осуществляют продольным (рис. 63, *а*) или поперечным конвейером.

Лесоматериалы поднимают поперечным конвейером до уровня второго этажа, потом они поступают на разворотное устройство, предназначенное для разворота их вершиной вперед, и подаются в цех (рис. 63, *б*).

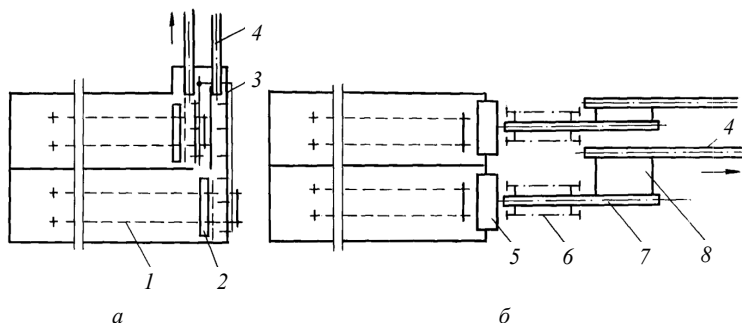


Рис. 63. Схемы комплексно-механизированных бассейнов с выгрузкой бревен:

а – продольными конвейерами; *б* – поперечными конвейерами;

1 – тросовый ускоритель; 2 – разделитель бревен;

3 – система гидравлических ускорителей; 4 – продольные конвейеры для подачи бревен в цех; 5 – поперечный наклонный конвейер для выгрузки и подъема бревен до уровня второго этажа; 6 – разворотное устройство;

7 – продольный конвейер; 8 – накопитель бревен

Укрупненный расчет бассейна можно производить по нормативам (табл. 13).

Порядок подробного расчета размеров бассейна и расхода тепла на его обогрев приведены в литературе [16].

Недостатком тепловой обработки бревен в открытых бассейнах является значительные потери тепла и невозможность оттаивания верхней части бревна, которая находится над водой, где температура ниже, чем в воде.

Таблица 13

**Нормы технологического проектирования открытых бассейнов
для лесопильного цеха при грузообороте 100 тыс. м³**

Показатели	Средний диаметр бревен, см		
	16	20	24
Площадь бассейна, м ²	2030/1420	1640/1150	1370/960
Максимальный расход тепла (тыс. ккал/ч) на обогрев бассейна при температуре внешней среды 20°C	985/740	856/624	806/582

Примечания: 1. В числителе – для неокоренных, в знаменателе – для окоренных бревен. 2. Расход тепла дается с учетом потерь пара при температуре воды в бассейне 5°C.

Нужно отметить, что сортированные бревна могут подаваться в цех без тепловой обработки. Чаще это бывает при сухопутной доставке сырья на склад. Сортировка лесоматериалов осуществляется в таком случае на сухопутных устройствах. Пачку сортированных бревен краном или лесопогрузчиком укладывают на загрузочное устройство (например ЛТ-80), с помощью которого лесоматериалы поштучно выдаются на продольный конвейер и транспортируются в цех. Современные режущие инструменты и оборудование позволяют окоривать и распиливать бревна без предварительной тепловой обработки. Такая технология сокращает капитальные и энергозатраты, снижает трудоемкость процесса.

ОКОРКА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Одной из основных технологических операций подготовки сырья к распиловке является окорка, т. е. снятие коры с поверхности бревен.

Значение окорки

При распиловке окоренных бревен уменьшается количество коры в технологической щепе, которая получается при переработке кусковых отходов, возрастают ее качество и цена. Окорка лесоматериалов перед распиловкой создает оптимальные условия для работы режущих инструментов, так как вместе с корой бревна очищаются от песка, который затупляет пилы, в результате снижается расход пил и повышается производительность лесопильного оборудования. При распиловке окоренных лесоматериалов повышается качество пиломатериалов за счет улучшения их поверхности. При окорке бревен кора собирается в одном

месте и ее можно более эффективно использовать. При этом нужно отметить, что отходы окорки составляют 10–15% от объема ствольной древесины и кора является сырьем для разнообразных производств.

Особенно необходим процесс окорки бревен в Беларуси. Дело в том, что в коре древесины содержатся радионуклиды, и если кору собрать в одном месте и схоронить, то не будут распространяться радиоактивные вещества. Распиловка неокоренных бревен, заготовленных в загрязненных районах, приводит к тому, что при переработке кусковых отходов радиоактивная кора попадает в технологическую щепу и дальше в древесностружечные плиты, мебель и в наши дома.

Окорка бревен может производиться непосредственно перед распиловкой либо перед их сортировкой по диаметрам и качеству.

Необходимо отметить, что хранение бревен с корой сохраняет влажность в древесине и предупреждает развитие грибковых повреждений. Однако при сортировке бревен после их окорки можно избежать ошибок при измерении диаметра и определении качества и тем самым более точно распределить сырье по размерно-качественным группам. Это будет способствовать получению большего объемного выхода пиломатериалов при распиловке бревен по оптимальным поставкам.

Оборудование для окорки

На лесопильных заводах получили распространение роторные окорочные станки с короснимателями, так как они обеспечивают необходимое качество окорки и при этом потери древесины, которая снимается вместе с корой, минимальны (около 0,8%). Принцип работы этих станков приведен на рис. 64, а общий вид станка – на рис. 65.

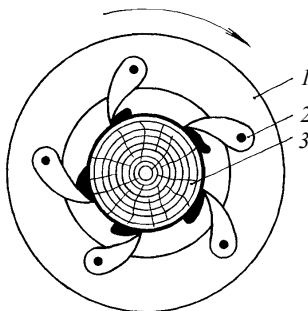


Рис. 64. Схема работы короснимателей:
1 – ротор; 2 – коросниматели; 3 – бревно

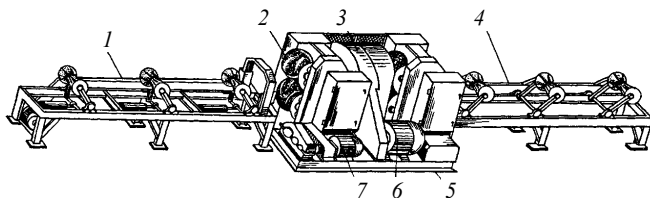


Рис. 65. Окорочный станок ОК-63:

- 1 – подающий конвейер; 2 – механизм подачи; 3 – окорочная головка;
4 – приемный конвейер; 5 – рама станка; 6 – привод ротора;
7 – привод механизма подачи

Бревно подается подающими вальцами через станок, а ротор с короснимателями вращается вокруг него и снимает кору. Выпускаются одно- или двухроторные окорочные станки (табл. 14).

Таблица 14

Техническая характеристика окорочных станков

Показатели	Окорочные станки			
	ОК40-2	2ОК40-1	ОК63-2	2ОК63-1
Размеры бревен:				
диаметр, см	6–35	6–35	10–55	10–55
длина, м	1,5 и более	2,5 и более	2,7 и более	2,7 и более
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	0,2–1,2	0,2–1,2	0,2–1,0	0,2–1,0
Мощность, кВт	36,6	51,1	40,1	65,1
Масса, т	6,5	8,5	9,4	12,5

Двухроторные станки имеют окорочную и зачистную головки и обеспечивают лучшее качество окорки по сравнению с однороторными. Однороторные станки (ОК40-2, ОК63-2) или двухроторные (2ОК40-1, 2ОК63-2) имеют ступенчатую скорость подачи бревен, которая равна 0,2–1,0 м/с, и частоту вращения ротора 150–400 мин⁻¹. Сменную производительность Π окорочных станков, м³, определяют по формуле

$$\Pi = \frac{uTq}{L} K_1 K_2 K_3,$$

где u – скорость подачи, м/мин; T – продолжительность смены, мин; q , L – соответственно объем, м³, и длина, м, бревна; K_1 – коэффициент

использования рабочего времени ($K_1 = 0,75-0,80$); K_2 – коэффициент использования машинного времени ($K_2 = 0,65-0,80$); K_3 – коэффициент, который учитывает повторное пропускание 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. При этом коэффициент кратности окорки (количество короснимателей, которые проходят по одному и тому же участку поверхности бревна) можно определить по формуле

$$K = B / C, \quad (56)$$

где B – длина рабочей кромки короснимателя ($B = 50$ мм для станка ОК63-2); C – подача бревна на один коросниматель, мм ($C = 1000u / nz$; u – скорость подачи, м/мин; n – частота вращения ротора, мин⁻¹; z – количество короснимателей на роторе ($z = 6$ шт для станка ОК-63)).

Таким образом, подставив значение C в формулу (56), получим

$$K = Bzn / 1000u.$$

Отсюда

$$u = Bzn / 1000K. \quad (57)$$

Обычно K принимают равным 2–3 (не менее 1,5). Можно считать, что при $K = 3$ качество окорки будет хорошей, при $K = 2$ – нормальной, при $K = 1,5$ – удовлетворительной. Например, для станка ОК63-2 $B = 50$ мм, $z = 6$ шт., $n = 200$ мин⁻¹. Для обеспечения нормального качества окорки бревен на этом станке скорость подачи u выбирают равной 30 м/мин, а для обеспечения хорошего качества окорки – 20 м/мин. Скорость подачи можно выбрать из табл. 15.

Таблица 15

Режимы окорки бревен хвойных пород

Показатели	Распиловка древесины					
	сплав- ной	свежесруб- ленной	подсу- шенной	оттаяв- шей	свежесруб- ленной	сплав- ной
	летняя			зимняя		
Скорость подачи, м/мин	30–45	20–35	15–25	20–40	15–30	10–25
Частота вращения ротора ОК-63, мин ⁻¹	180	180	130–180	130–180	130	130
Давление резца ко- роснимателя на по- верхность бревна, Па	10–15	15–20	20–30	15–20	20–25	25–35

Схемы участков окорки

Технологические схемы участков окорки могут быть разнообразными. Наиболее распространенные варианты размещения окорочных станков – перед бассейном лесопильного цеха, за бассейном перед подачей бревен в цех и непосредственно в лесопильном цехе перед лесопильными рамами. Если на складе сырья окорочные станки размещаются перед бассейном лесопильного цеха (рис. 66), то перед окоркой необходимо организовать сортировку бревен по диаметру и разворот их вершиной вперед, а в зимний период – оттаивание в дополнительном бассейне.

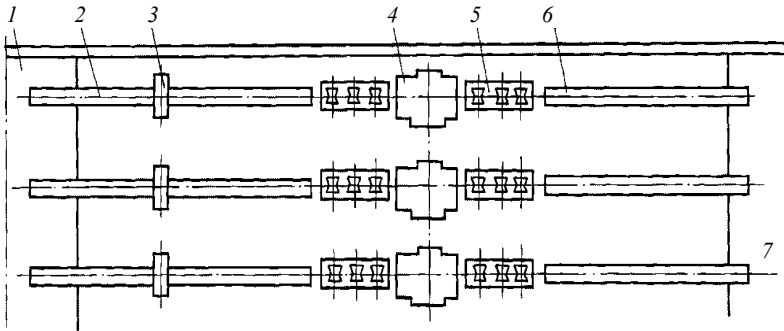


Рис. 66. Схема участка окорки перед бассейном лесопильного цеха:
1 – вспомогательный бассейн; 2, 6 – продольный цепной конвейер;
3 – омыватель бревен; 4 – окорочный станок; 5 – приемный конвейер;
7 – бассейн лесопильного цеха

Однако эта технология окорки очень трудоемкая и требует значительных капитальных затрат. Поэтому с целью снижения данных расходов, в том числе и на строительство дополнительного бассейна, окорочные станки могут быть установлены непосредственно в лесопильном цехе перед лесопильным оборудованием (рис. 67).

В таком случае обеспечивается поточная организация работы с наименьшими затратами на загрузку и транспортировку сырья, нет необходимости в строительстве окорочного цеха. Но при этом образуется тесная взаимосвязь между лесопильным и окорочным оборудованием и для непрерывной подачи окоренных бревен в распиловку на случай ремонта необходимо предусмотреть установку резервного окорочного станка на один-два потока.

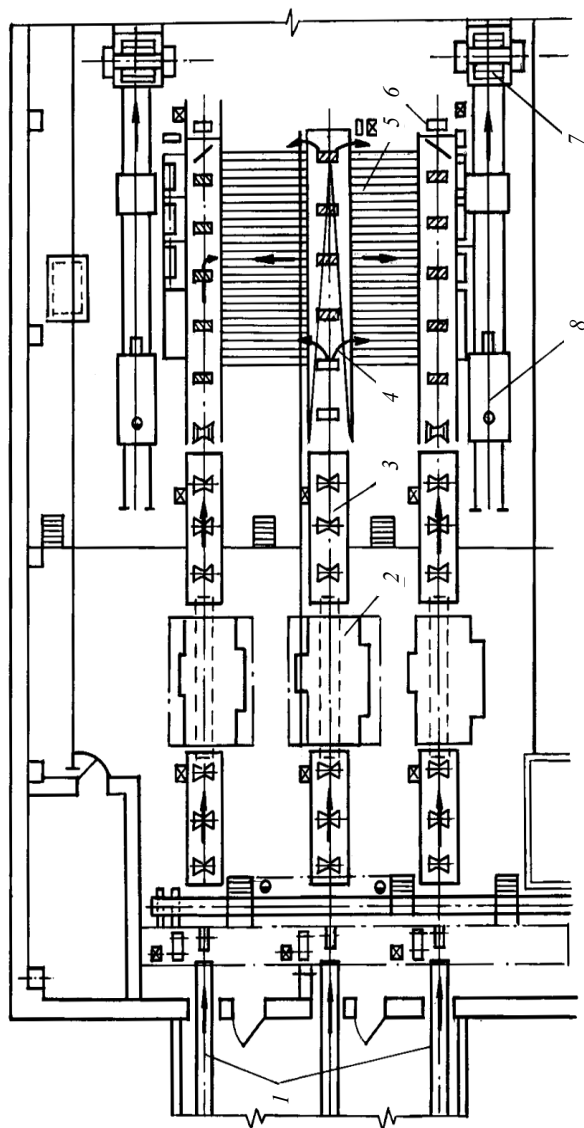


Рис. 67. Схема участка окорки в лесопеке перед лесопильными рамами:
 1 – продольный конвейер; 2 – окорочный станок; 3 – приемный конвейер;
 4 – распределительный конвейер; 5 – поперечный конвейер;
 6 – роликовые конвейеры; 7 – лесопильная рама; 8 – впередирамная тележка

Нужно отметить, что оттаивание бревен в бассейнах – энерго- и трудоемкая операция, связанная с большими денежными затратами на строительство бассейна. При этом часто не достигается равномерное оттаивание бревна по всей поверхности, так как в воде находится только его половина. Другая часть бревна расположена над водой, где более низкая температура, чем в воде. Это приводит к односторонней и некачественной окорке бревен из-за несоответствия режимов окорки мерзлой и оттаявшей древесины.

Опыт эксплуатации станков показал, что в зимний период окорку бревен можно осуществлять при любых температурах. Для этого необходимо переоборудовать окорочные станки: например уменьшить на 20–30% частоту вращения ротора короснимателей, снизить в 2–3 раза скорость подачи, поставить подрезные ножи перед короснимателями, увеличить прижим короснимателей и т. д.

Технологические поточные линии окорки лесоматериалов, кроме окорочных станков, включают подающие и приемные конвейеры. Для подачи коры от станков в бункеры применяют ленточные или скребковые конвейеры. При окорке бревен, которые подаются в станок из бассейна, в линии необходимо предусмотреть специальные прессы для отжима коры.

При выборе оборудования и проектировании линий необходимо учитывать размеры и объем лесоматериалов, которые поступают на окорку, а также место и способы хранения бревен. Схема должна включать наименьшее количество погрузочных и транспортных операций, которые требуют дополнительных затрат.

Кору можно применять для производства теплоизоляционных плит и дубильных веществ, для приготовления удобрений, в качестве топлива и т. д.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СКЛАДОВ СЫРЬЯ

Выше были рассмотрены основные технологические операции по подготовке сырья для распиловки, которые выполняют на складах: выгрузка, штабелирование бревен, их сортировка, тепловая обработка и окорка. При выборе 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, а также другие конкретные условия производства (территорию и размещение склада относительно основных цехов, способ хранения сырья, климатические

условия и т. д.). Например, если сырье поступает на производство сухопутным транспортом на протяжении года равномерно, то нет необходимости в образовании зимнего запаса и площадь склада будет меньше, чем при водной доставке, которая возможна только в навигационный период.

При поступлении на склад лесопильного цеха сырья в виде хлыстов необходимо предусмотреть их раскряжевку на сортименты. Для этого дополнительно устанавливают специальное оборудование, создают необходимый запас и т. д.

Рассмотрим некоторые технологические схемы складов древесины. Технологическая схема склада при поступлении сырья в виде хлыстов показана на рис. 68.

Хлысты привозят на склад автотранспортом. Специальным устройством, которое состоит из двух лебедок с тросовыми захватами, пачки хлыстов перекадывают на эстакаду. Пачки разбирают двумя гидравлическими манипуляторами и укладывают по одному хлысту на продольный конвейер. Хлыст поступает комлевым торцом на торцовочный станок, на котором его распиливают на бревна. Начинают раскряжевку хлыста с комлевого торца, так как это наиболее качественная часть и из нее можно получить качественные сортименты. Затем бревна поступают на сортировочный конвейер и их распределяют по размерам в лесонакопители. Из лесонакопителей пачки отсортированных бревен укладывают консольно-козловым краном в штабеля. При необходимости их краном укладывают на разобщители и продольными конвейерами подают в лесопильный цех.

При большом грузообороте выгрузку автомобилей-хлыстовозов осуществляют специальными кранами.

Перед лесопильным цехом можно организовать окорку бревен и их тепловую обработку. В этом случае бревна подают в бассейн и в окорочные станки.

Поставка сырья в виде хлыстов и их раскряжевка на комплексном предприятии, в структуре которого есть лесопильный, фанерный, тарный цехи и цех древесных плит, позволяет более полно и рационально использовать всю биомассу древесины по сравнению с раскряжкой на нижнем складе леспромпхоза.

Кроме того, условия работы рабочих на деревообрабатывающем предприятии лучше, чем в леспромпхозе. Однако перевозка хлыстов из леспромпхоза на предприятие, расположенное в городе, по автодорогам общего пользования усложняется, так как длина хлыстов достигает 20 м и более.

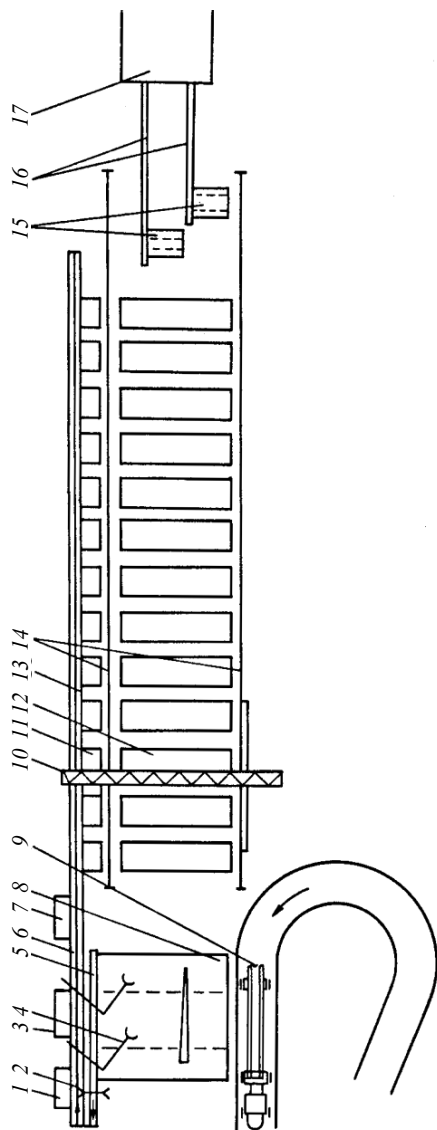


Рис. 68. Технологическая схема склада с доставкой сырья в хлыстах:

- 1 – кабина оператора, который управляет раскрывающей хлыстов;
- 2 – балансирующий торцовочный станок; 3 – кабина оператора, который управляет манипуляторами;
- 4 – манипуляторы для разбора пачек хлыстов и укладки их на конвейер;
- 5 – продольный цепной конвейер для подачи хлыстов на торцовочный станок комлем вперед;
- 6 – продольный конвейер для подачи бревен на сортировочное устройство вершиной вперед;
- 7 – кабина оператора, который управляет сортировкой бревен;
- 8 – приемная эстакада с устройством РРУ-10 для растаскивания пачек хлыстов;
- 9 – автомобиль-хлыстовоз; 10 – кран консольно-козловой; 11 – лесонакопители;
- 12 – штабеля бревен; 13 – сортировочный конвейер (ЛТ-86); 14 – рельсы подкрановые;
- 15 – разобшители бревен; 16 – продольные конвейеры для подачи бревен в лесопильный цех; 17 – лесопех

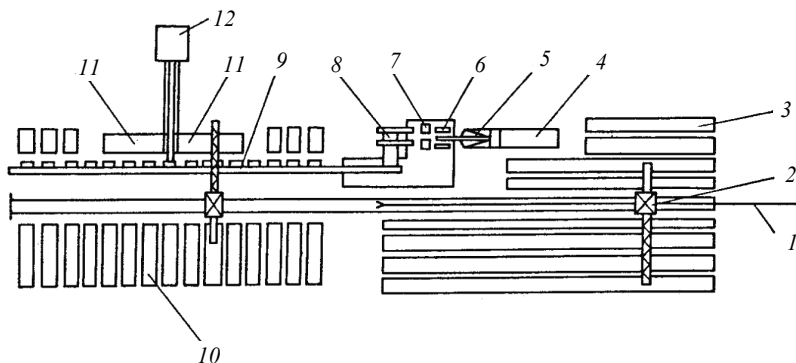


Рис. 69. Технологическая схема склада с окоркой сырья с окоркой бревен перед сортировкой:
 1 – железнодорожный путь; 2 – башенный кран КБ-572;
 3 – штабеля несортированных бревен; 4 – разобшитель бревен ЛТ-80;
 5 – поворотное устройство ЛРБ-1; 6 – устройство для предварительной сортировки бревен; 7 – окорочные станки; 8 – механизм загрузки сортировочного конвейера; 9 – сортировочный конвейер БС-60;
 10 – штабеля сортированных бревен; 11 – распределители бревен для подачи их в лесосеки; 12 – лесопильный цех

На схеме, показанной на рис. 69, бревна на склад поступают по железной дороге. Башенным краном их выгружают из полувагонов и укладывают в штабеля. Перед распиловкой бревна сначала окаривают, а затем распределяют по размерам на сортировочном конвейере. Сортировка окоренных бревен позволяет более точно распределить их по диаметрам. Но хранение окоренных бревен должно быть организовано таким образом, чтобы было предотвращено поражение их дереворазрушающими грибами. Для этого бревна хранят сухим способом или предусматривают химические методы защиты.

Пачки сортированных бревен башенным краном с помощью грейфера укладывают на разобшители, с которых бревна по одному поступают на продольный конвейер и далее в лесосеки.

Технологическая схема склада с сухопутной (железнодорожной или автомобильной) доставкой сырья и окоркой бревен после их сортировки показана на рис. 70.

Железнодорожные рельсы размещены под одной консолью консольно-козлового крана, который с помощью грейфера выгружает бревна из полувагонов. Под второй консолью размещается площадка для автотранспорта.

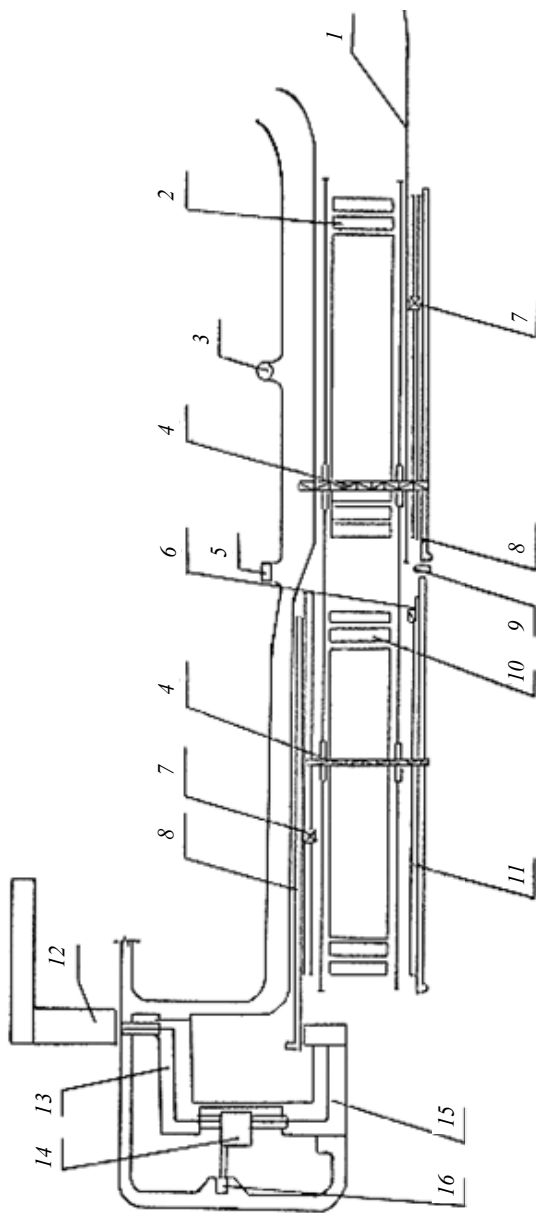


Рис. 70. Схема склада лесопильного цеха.

- 1 – железнодорожный тушильщик; 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 – штабеля 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

Пачки бревен подают на загрузочное устройство сортировочного конвейера либо укладывают в штабеля. Бревна распределяют по породам и диаметрам. Из лесонакопителей пачки отсортированных бревен краном подают на загрузочную тележку, с которой они по одному поступают на продольный цепной конвейер. Загрузочная тележка передвигается по рельсам, которые размещены параллельно конвейеру. Этот конвейер подает бревна либо в окорочный цех, либо в бассейн в зависимости от конкретных условий производства.

Вместо консольно-козлового крана для грузоподъемных работ можно применять башенный кран, а также колесные лесопогрузчики. Подачу пачек бревен в бассейн можно осуществлять кранами либо лесопогрузчиками.

Техника безопасности на складах сырья

Выгрузка бревен, укладка их в штабеля, сортировка и другие работы, которые выполняют на складах сырья, связаны с перемещением тяжелых и объемных грузов. На складах используют разнообразное грузоподъемное и транспортное оборудование. Все это требует от работников складов строгого выполнения правил техники безопасности, так как их нарушение может привести к тяжелым несчастным случаям.

При проведении работ на складе сырья необходимо выполнять следующие основные требования:

- на всех участках склада нужно иметь сигнализацию и возможность быстрого выключения механизмов;
- освещение рабочих мест должно быть не менее 20 лк;
- запрещается работать на кранах при ветре больше 6 баллов, при ливне, снегопаде и тумане, когда видимость меньше 50 м;
- нельзя работать на кранах без защитных касок, без аварийных остановов на рельсах;
- запрещается влезать на штабель и слезать с него по концам бревен, которые выступают;
- нельзя работать на штабелях рабочим, которые жалуются на головокружение или на другие проблемы со здоровьем;
- порядок выгрузки и штабелирования бревен должен быть регламентирован специальной инструкцией в зависимости от способов укладки и применяемых механизмов;
- нужно выполнять требования в отношении к допускаемым размерам штабелей, необходимых разрывов между соседними штабелями, между группами штабелей;

– нельзя находиться в зоне работы кранов лицам, которые не заняты непосредственно его обслуживанием; переходы через конвейеры и проходы вдоль них должны быть свободными;

– нельзя включать механизмы, которые не имеют ограждений либо неисправные;

– бассейны необходимо оборудовать мостками шириной не менее 1,2 м и высотой от воды не менее 0,8 м, входы на мостки должны иметь поручни; зимой мостки должны быть очищены от снега и льда и при необходимости посыпаны песком;

– рабочих нужно снабжать исправным инструментом и спецодеждой; для сушки одежды, обогрева и отдыха рабочих на складе следует оборудовать специальные помещения.

На складах необходимо строго выполнять противопожарные требования:

– 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.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены склады сырья лесопильных предприятий? 2. Какие технологические операции выполняют на складах сырья? 3. Назовите способы доставки сырья на лесозавод. 4. Какие недостатки и достоинства имеет сухопутный способ доставки сырья? 5. Какие существуют способы хранения бревен? 6. От чего зависит вместимость штабеля, вместимость склада? 7. Какое оборудование применяют для выгрузки бревен и укладки штабелей, для перемещения бревен, для разборки пачек и поштучной подачи бревен на конвейеры? 8. Как определяют производительность грузоподъемного и транспортного оборудования? 9. Как влияет на рациональное использование сырья наличие и отсутствие сортировки бревен перед распиловкой? 10. Как определяется количество размерных групп бревен? 11. Какие вы знаете способы сортировки древесины? 12. Назовите типы сортировочного оборудования. 13. Охарактеризуйте сбрасыватели бревен с конвейера. 14. Дайте характеристику работы распределителя бревен РБ2-12,

сортировочной линии ЛСБ-2. 15. Какие достоинства и недостатки имеют сортировочные поперечные конвейеры по сравнению с продольными? 16. Как определяется производительность сортировочного конвейера? 17. От чего зависит минимальный запас сырья на складе? 18. Как определяется необходимый запас сортировочных лесоматериалов перед лесосеком? 19. Охарактеризуйте измерители диаметра бревна. 20. Что дает тепловая обработка бревен? 21. От чего зависит продолжительность оттаивания бревен в бассейне? 22. Назовите основные участки бассейна. 23. Какие механизмы применяются для перемещения бревен в бассейне? 24. Для чего предназначена окорка бревен перед распиловкой? 25. Дайте классификацию окорочного оборудования. 26. От чего зависит производительность окорочных станков, качество окорки бревен? 27. Что необходимо учитывать при разработке технологической схемы склада сырья? 28. Назовите основные требования по охране труда и противопожарные мероприятия на складе сырья.

Упражнения

1. На лесопильный завод одновременно поступили бревна в объеме 600 м^3 . Определить продолжительность их выгрузки из полувагонов краном ККЛ-8. Кран укладывает бревна в штабеля, которые размещены в его пролете. Размеры штабелей: длина – 36 м, высота – 10 м. Рельсы проходят под консолью крана. Бревна выгружают с помощью грейфера.

2. 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.

3. Лесопильный цех распиливает за год 150 тыс. м^3 бревен, которые необходимо распределить по породам (хвойные и лиственные) и по размерам (по четным диаметрам). Выбрать тип сортировочного оборудования для бревен и определить их необходимое количество, если бревна, которые поступают на завод, имеют диаметр от 14 до 32 см, средний диаметр – 20 см, средняя длина – 5 м. Цех работает 250 дней в году в две смены.

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

ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ НА БАЗЕ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Основными технологическими операциями в лесопильном цехе являются: 1) продольная распиловка бревен и брусьев на пиломатериалы; 2) продольный раскрой (обрезка) необрезных досок; 3) поперечный раскрой (торцовка) досок.

Отметим, что в лесопильном цехе осуществляется только предварительная торцовка досок (вырезание дефектных участков), а окончательная торцовка досок в размер производится после сушки.

Кроме основных операций в цехе перерабатывают кусковые отходы (горбыли, рейки и отрезки). Чаще они измельчаются на технологическую щепу.

Схемы технологического процесса, которые включают те или иные операции, могут быть различными. Выбор схемы зависит от размерно-качественной характеристики сырья, назначения и спецификации выпиливаемых пиломатериалов, способов распиловки, объема производства и эффективности принятого технологического оборудования.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Оборудование для переработки бревен на пиломатериалы по классификации профессора Р. Е. Калитеевского подразделяется на три основные группы:

- 1) многопильное оборудование проходного типа;
- 2) оборудование позиционно-проходного типа с возвратно-поступательным перемещением бревен и брусьев при их распиловке;
- 3) оборудование позиционного типа с возвратно-поступательным перемещением пильных механизмов относительно закрепленных неподвижно бревен и брусьев.

На *многопильном* оборудовании проходного типа (лесопильных рамах, многопильных круглопильных и ленточнопильных станках, фрезернопильных и фрезерно-брусовочных станках и линиях) распиловку бревен и брусьев осуществляют *групповым способом*. Это оборудование является наиболее производительным по распиленному сырью. Его используют на крупных и средних лесопильных предприятиях.

К оборудованию *второй группы* относят круглопильные однопильные и вертикальные ленточнопильные одно- и двухпильные станки с перемещением бревен и брусьев относительно режущих инструментов.

В *третью группу* оборудования входят горизонтальные ленточнопильные станки. В последнее время появился *особый вид* оборудования для распиловки бревен – круглопильные станки, в которых два пильных вала расположены под прямым углом друг к другу. В этих станках предусмотрено перемещение бревна относительно пил или перемещение пильного суппорта относительно закрепленного неподвижного бревна.

Распиловка бревен на оборудовании второй и третьей группы осуществляется *индивидуальным способом* с учетом размерно-качественной характеристики сырья и спецификации пиломатериалов. Производительность данного оборудования ниже, чем в проходных многопильных станках, так как много времени затрачивается на дополнительные операции (закрепление бревен, снятие выпиленных сортиментов, возвратный (холостой) ход и т. д.). Поэтому такое оборудование чаще используется на предприятиях средней и малой мощности по распиленному сырью.

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.

ЛЕСОПИЛЬНЫЕ РАМЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

На предприятиях Беларуси наибольшее распространение для распиловки бревен получили лесопильные рамы. На рис. 71 приведена структурная схема потока для распиловки бревен на лесопильных рамах.

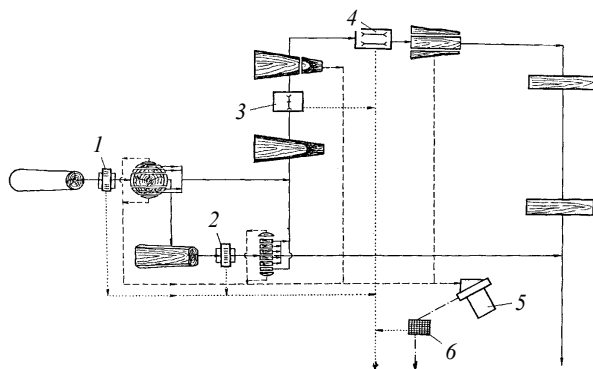


Рис. 71. Структурная схема лесопильного потока для производства обрезных досок:

1, 2 – лесопильные рамы; 3 – торцовочный станок; 4 – обрезной станок;
5 – рубительная машина; 6 – сортировочное устройство для щепы

Лесопильные рамы получили широкое распространение благодаря тому, что они обеспечивают необходимое качество поверхности и точность размеров и формы пиломатериалов, достаточную производительность при относительно небольших энергозатратах. На лесопильных рамах можно распиливать лесоматериалы широкого диапазона диаметров. Они надежны в работе и просты в обслуживании.

Однако при монтаже лесопильных рам требуется создать массивный фундамент для уравнивания инерционных сил, которые возникают при возвратно-поступательном движении пильной рамки при распиловке бревен.

Перед распиловкой бревен на лесопильных рамах необходима тщательная сортировка бревен по диаметрам для обеспечения высокого объемного выхода пиломатериалов. Это достаточно дорогая технологическая операция. Для сортировки бревен используется специальное энергоемкое оборудование. Запас бревен на складе сырья должен быть сравнительно большим, что, в свою очередь, приводит к «замораживанию» денежных средств.

В этой связи на иностранных предприятиях начали производить и использовать лесопильные рамы с позиционированием режущих инструментов. Позиционирование режущих инструментов, т. е. изменение схемы распиловки (поставка пил), осуществляется автоматически в зависимости от индивидуальных особенностей, размеров и формы распиливаемого бревна и спецификации пиломатериалов. Например,

на лесопильных рамах немецких фирм Linck, EstererWD, Möhringer и некоторых других имеется возможность автоматически изменять положение центральных пил и блоков боковых пил в зависимости от размеров бревен.

Перед распиловкой бревно проходит через автоматизированный измеритель. Информация о его размерах и особенностях формы поступает в компьютер, в котором уже имеются сведения о размерах требуемых пиломатериалов. С учетом этой информации компьютер определяет оптимальную схему распиловки этого бревна. Специальными механизмами пилы автоматически устанавливаются в соответствии с оптимальной схемой. При этом в зависимости от схемы распиловки они могут перемещаться по отдельности – сперва центральные пилы, а затем блоки боковых пил (рис. 72).

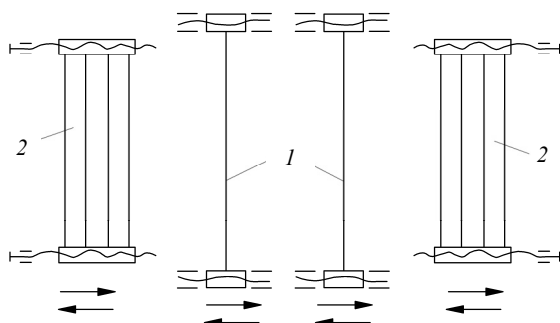


Рис. 72. Схема перемещения пил
1 – центральные пилы; 2 – блоки боковых пил

Однако следует иметь в виду, что все это усложняет конструкцию лесорам и снижает их надежность, они становятся очень дорогими.

Отметим, что высокие экономические показатели могут быть достигнуты, если в лесопильных потоках лесопильные рамы применять совместно с круглопильными или ленточнопильными станками. Например, на ленточнопильном станке можно осуществлять индивидуальную (без сортировки) распиловку средних и крупных бревен, а выпиленные брусья распиливать на быстроходных лесопильных рамах.

На механизированных лесопильных заводах используют вертикальные двухэтажные лесорамы, а в цехах небольших деревообрабатывающих производств, в леспромхозах – одноэтажные. Кроме того, есть специальные лесопильные рамы: например для распиловки

коротких бревен (длиной от 1 м) – коротышовые лесорамы, для распиловки брусьев на тонкие тарные доски (толщиной от 6 мм) – тарные лесорамы. Коротышовые лесорамы имеют восемь подающих валцов, которые обеспечивают устойчивую подачу коротких бревен. Тарные рамы имеют пилы толщиной 1,0–1,4 мм, благодаря этому уменьшаются потери древесины в опилки. Техническая характеристика лесопильных рам приведена в табл. 16.

Основные технические показатели лесопильных рам (рис. 73): B – просвет 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.

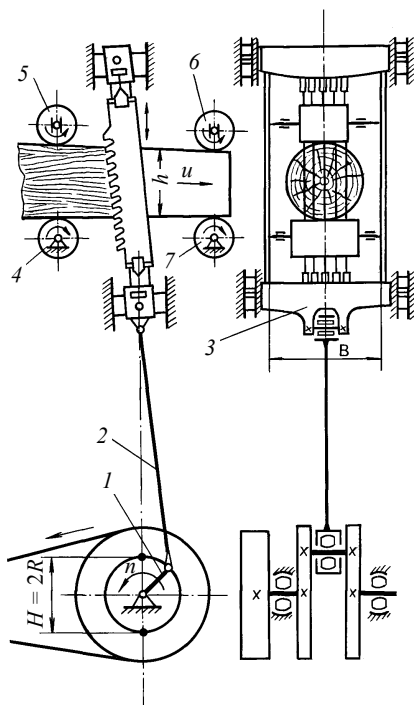


Рис. 73. Схема работы двухэтажной лесопильной рамы:

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – пильная рамка;
4, 5 – передние подающие вальцы; 6, 7 – задние подающие вальцы

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 провета 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	—	24	—	38	38	38	—
Наибольшая толщина бруса, см	—	40	—	24	—	—	—	4-12
Наименьшая толщина доски, мм	16	16	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	128,0	121,0	52,4	52,4	52,4	41,4
Габаритные размеры лесорамы, мм:								
	3595	3595	2980	2480	4232	4355	4232	1580
	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

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

$$B = d_{\max} + cL + 2e,$$

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

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, они определяют скорость подачи u , м/мин:

$$u = u_z (Hn / 1000t),$$

где u_z – подача на один зуб пилы, мм; t – шаг зубьев пилы, мм.

Однако увеличение H и n ограничивается, потому что при этом будут значительно возрастать динамические нагрузки. 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 $325\text{--}360 \text{ мин}^{-1}$, а у одноэтажных – $250\text{--}285 \text{ мин}^{-1}$ (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 зависит от работоспособности пил; необходимого качества распиловки (шероховатости поверхности досок); мощности приводов резания и подачи в лесораме; наибольшей конструктивной посылки, которую может обеспечить механизм подачи. За расчетную принимается наименьшая из указанных.

Расчетные посылки приведены в табл. 4, 5, 6 приложения. Они выбираются в зависимости от размеров бревен, поставка, модели лесорамы. В указанных таблицах приведены величины посылок для распиловки хвойных бревен вразвал или с брусковой на двухэтажных лесопильных рамах с ходом пильной рамки 600 мм. В табл. 7 приложения указаны посылки для одноэтажных лесорам.

Если распиливают бревна других пород, величина посылки принимается с учетом поправочного коэффициента: для осины – 1,00, 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, окоривать бревна.

Фактическую посылку Δ_ϕ , мм, можно определить по рискам, что остаются на досках, или по формуле

$$\Delta_\phi = 1000 \cdot 60L / t_p n,$$

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

Производительность лесопильных рам

Сменную производительность лесорамы Π , м^3 , определяют по формуле

$$\Pi = \frac{\Delta_i n T q_i}{1000 L_i} K_T K_i, \quad (58)$$

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_i – коэффициент использования лесопильного потока при распиловке бревен i -го диаметра; K_T – коэффициент использования рабочего времени.

Коэффициент использования рабочего времени:

$$K_T = (T - (T_1 + T_2)) K_c K_m / T, \quad (59)$$

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 его 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, 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

$$K_i = t_p / (t_p + t_b + \sum tn_1 + \delta \sum tn_2), \quad (60)$$

где t_p – продолжительность распиловки бревна, с; $t_b = 1,9$ с – продолжительность межторцового разрыва при подаче бревен (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 лесорамами первого и второго рядов.

Продолжительность распиловки бревна t_p определяют по формуле

$$t_p = 1000 \cdot 60 L_i / \Delta_i n,$$

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 $\sum tn = 2,72$ 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.

По формуле (58) определяется количество сырья, которое могло быть пропущено через лесораму за определенный промежуток времени (например за смену), т. е. производительность по пропущенному сырью $P_{\text{пр}}$. При распиловке бревен вразвал такое же количество сырья будет распилено одной рамой, т. е. производительность рамы по распиленному сырью $P_r = P_{\text{пр}}$. Когда бревна распиливают с брусковкой, тогда их пропускают через две рамы и производительность одной лесорамы по распиленному сырью будет $P_r = P_{\text{пр}} / 2$.

Таким образом, к основным факторам, которые влияют на производительность лесопильной рамы, относятся технические показатели лесопильной рамы (H , n , N); размеры бревен и брусков, которые распиливаются; порода древесины; способ распиловки и поставы; уровень околорамной механизации и ее состояние; подготовка бревен к распиловке (наличие окаривания, сортирования бревен); квалификация рабочих-рамщиков. Например, при увеличении диаметра бревен производительность лесорамы увеличивается по объему распиленного сырья и уменьшается по количеству штук бревен. Это происходит потому, что

при распиловке крупных бревен расчетная посылка меньше, чем при распиловке мелких. Но объем бревна с увеличением диаметра растет более интенсивно, чем уменьшается посылка.

Производительность при распиловке бревен с брусовой уменьшается, потому что каждое бревно проходит через две лесорамы. Но по сравнению с развальным способом производительность при этом снижается не в два раза, а меньше, потому что посылка при распиловке как в I, так и во II проходе несколько больше, чем при распиловке того же бревна вразвал. Однако распиловка с брусовой имеет преимущества перед развальным способом, которые были указаны выше.

При распиловке окоренных бревен производительность лесорамы увеличивается. При этом уменьшаются дополнительные затраты времени на замену и установку в лесораму пил, которые затупляются чаще при распиловке неокоренных бревен.

На производительность влияет уровень околорамной механизации и организации рабочих мест. При более полной механизации трудоемких операций по перемещению сырья и пилопродукции и лучшей организации рабочих мест около лесопильных рам увеличиваются коэффициент использования рабочего времени и коэффициент использования лесопильного потока, а также производительность лесорам.

Дефекты распиловки

Причины дефектов, которые вызывают технический брак пилопродукции и снижение ее качества, следующие: 1) нарушение правил эксплуатации и технического обслуживания оборудования (лесорамы, тележки и рельсовых путей, направляющего аппарата и других механизмов); 2) некачественная подготовка и неправильная установка пил в лесораму; 3) неправильная форма бревна (овальность, кривизна, наплывы в комле и т. д.); 4) невыполнение рабочим-рамщиком правил распиловки.

Наиболее характерными дефектами распиловки являются крыловатость и кривизна досок, волнообразный пропил, шероховатая, с глубокими рисками поверхность досок, неправильная толщина досок и др. (рис. 74).

Крыловатость досок вызывается в первую очередь погрешностями технического содержания лесорамы и вспомогательных околорамных механизмов. Например, подающие валцы не параллельны между собой и не горизонтальные, а перекошенные, или рельсовый путь не горизонтальный на некоторых участках и тележка с бревном

наклоняется в сторону снижения рельсов. В этом случае вальцы сводят бревно в сторону и выворачивают его, при наклоне тележки бревно тоже выворачивается и доски получаются крыловатыми. Необходимо ликвидировать перекосы вальцов и отремонтировать рельсовый путь.

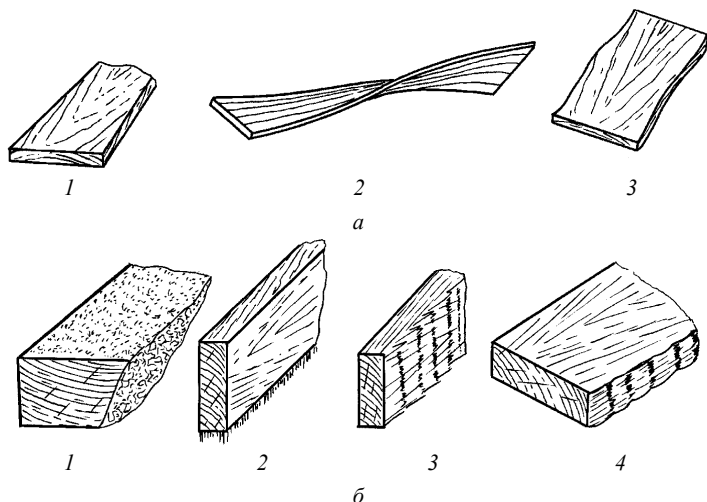


Рис. 74. Дефекты распиловки:

а – дефекты формы пиломатериалов:

1 – непараллельность пластей (неправильная толщина); *2* – крыловатость;
3 – волнообразный пропил;

б – дефекты поверхности пиломатериалов: *1* – мшистость; *2* – махры (ус);
3 – риски от пил; *4* – вмятины от вальцов

Крыловатость досок может быть вызвана и другими причинами, например неправильной установкой пил и их подготовкой к работе, неправильной установкой направляющего аппарата, неправильной формой бревна и наличием на его поверхности наплывов и выступающих сучков.

Кривизна досок вызывается следующими причинами: 1) рельсовый путь тележки находится не под прямым углом к оси подающих вальцов; 2) направляющий аппарат или пилы установлены перпендикулярно оси подающих вальцов; 3) при плющении зубьев пил сделали неодинаковое уширение их на каждую сторону.

Волнообразный пропил может быть вызван неправильным вальцеванием пил или их неправильной установкой и слабым натягом. Пилы

в этом случае «гуляют», их нужно лучше подготовить и поставить в пильную рамку с выполнением всех правил.

Повышенная шероховатость поверхности досок вызывается затуплением пил, их неправильной установкой (непараллельно ходу пильной рамки, отклонение от вертикали, недостаточный наклон и натяг пил) и подготовкой к работе, а также завышенной посылкой при несоответствующем профиле зубьев пилы.

Глубокие риски на поверхности досок – следствие неправильного развода или плющения пил (один-два зуба выступают в сторону), а также неправильной установки пил, их слабого натяга.

Неправильная толщина досок, т. е. выпиливание досок толще или тоньше за номинальную, зависит от подготовки и установки пил, а также от качества и размеров межпильных прокладок.

Когда пилы установлены непараллельно ходу пильной рамки или с отклонением от вертикали, тогда при распиловке они будут расширять пропил и уменьшать толщину досок. Уширение пропила и уменьшение толщины досок будет также при неодинаковой толщине парных прокладок, при большем чем расчетный разводе или плющении зубьев пил. Когда развод или плющение пил меньше чем расчетные, тогда доски будут получаться толще.

Отклонение фактических размеров досок от номинальных приводит к дополнительным затратам древесины. Например, если выпиливают доски толщиной на 1 мм больше чем номинальная, то на 2–4% уменьшается объемный выход пиломатериалов. Доски, толщина которых получается меньше чем номинальная, переводятся в следующую (нижнюю) градацию по толщине, и объемный выход уменьшается уже на 10–12%.

Рамные пилы, порядок их подготовки и установки

Выбор. Качество распиловки и производительность лесопильной рамы зависит от выбора пил, их подготовки и установки. Рамные пилы выпускают двух типов: тип 1 – с планками; тип 2 – без планок (рис. 75). Пилы типа 1 предназначены для двухэтажных, а типа 2 – для одноэтажных лесопильных рам. Пилы типа 1 выпускают шириной 180 мм, длиной 1250–1950 мм, толщиной 2,0–2,5 мм, а пилы типа 2 – соответственно 160 мм, 1100 и 1250 мм, 1,6–2,2 мм. Профиль зубьев зависит от типа и размеров пил.

Конкретные типоразмеры пил выбирают в зависимости от условий их эксплуатации. Выбор осуществляется по следующим параметрам:

типу пил, их длине, толщине полотна и шагу зубьев. Тип и длину пил определяют в зависимости от модели лесорама (табл. 17).

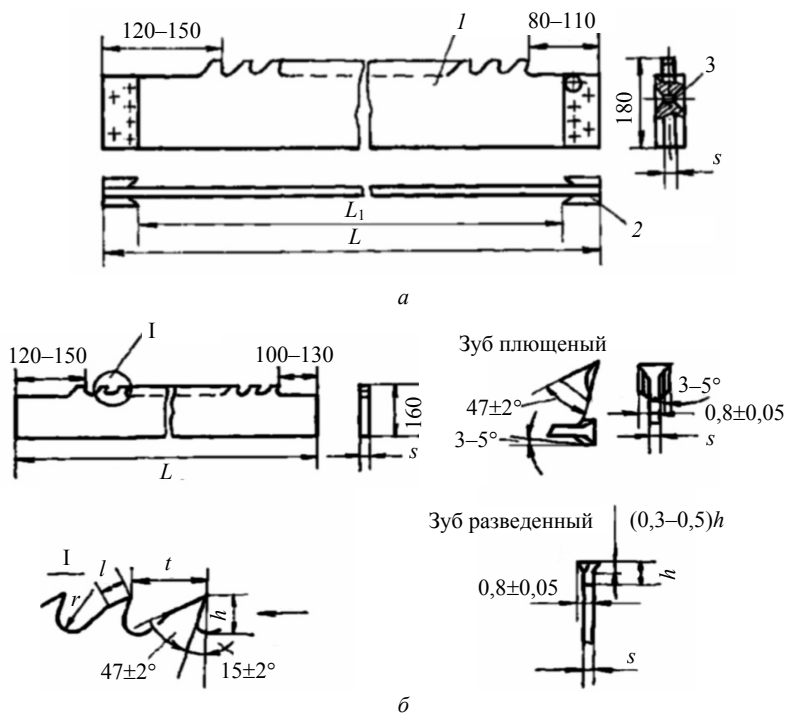


Рис. 75. Рамные пилы:
а – тип 1; б – тип 2;
1 – полотно; 2 – планка; 3 – заклепка

Таблица 17

Выбор рамных пил

Тип пил	Стандартная длина пил, мм	Высота пильной рамки, мм	Модели лесопильных рам
1	1250	1675	РД75-7, 2Р75-2, 2Р50-2
	1400	1825	2Р63-2, 2Р50-1
	1500	1925	РД50-3, РД75-1
	1600	2025	РД75-6, 2Р75-1, 2Р63-1
	1750	2175	2Р80-1, 2Р80-2
2	1250	–	Р63, Р65, РК

При выборе толщины пилы нужно учитывать, что с увеличением толщины повышается прочность пилы и точность распиловки, но возрастают энергозатраты, увеличивается объем опилок и уменьшается объемный выход пиломатериалов. Шаг зубьев влияет на производительность лесорамы. С увеличением шага зубьев растет возможная посылка по работоспособности пил, но одновременно увеличивается и подача на зуб, что вызывает увеличение шероховатости поверхности досок.

Подготовка. Качество пиломатериалов зависит от подготовки и установки пил в лесораму. Технологический процесс подготовки пилы включает следующие операции: 1) очистку поверхности пилы от опилок и остатков смолы, что остались на ней после эксплуатации; 2) осмотр и обнаружение трещин и поломок зубьев, контроль состояния полотна; 3) вальцевание полотна пилы для придания начального напряжения; 4) плющение и формование зубьев; 5) заточку зубьев; 6) заключительный контроль качества подготовки пилы.

Если обнаруживают трещины, поломки зубьев или другие повреждения, то осуществляют необходимые ремонтные операции. Для подготовки и контроля состояния пил применяют разнообразное оборудование и приборы. Вальцевание выполняют на вальцовочных станках ПВ-20 и ПВ-35, плющение и формование зубьев пил – на полуавтоматах ПХФ-2 и ПХФ-3, заточку зубьев – на полуавтоматических станках ТчПА-3, ТчПА-4, ТчПА-5, ТчПА-6 и ТчПА-7.

В последнее время для повышения стойкости зубьев пилы применяют *способ оснащения зубьев износоустойчивыми сплавами* – стеллитом типа Пр-ВЗК и Пр-ВЗКР. Это позволяет повысить стойкость зубьев в 2,5–3,5 раза. Повышение стойкости увеличивает период работы пил без смены, улучшает производительность лесорамы и качество пиломатериалов, а также уменьшает расход пил на 30–35%.

Установка. Установка и натяжение пил в пильной рамке осуществляется с помощью специальных захватов и межпильных прокладок. Захваты должны обеспечивать надежное и быстрое закрепление и натяжение пил, замену отдельных пил в случае их поломки, быть простыми и прочными. Схема установки пил в эксцентриковые захваты приведена на рис. 76.

Для закрепления пил в боковом направлении и установки расстояния между ними используют межпильные прокладки, которые зажимают вместе с пилами струбцинами (рис. 77).

Струбцины закрепляют сверху и снизу на стойках пильной рамки. Межпильные прокладки могут быть сделаны из древесины, металла или полимерных материалов (рис. 78).

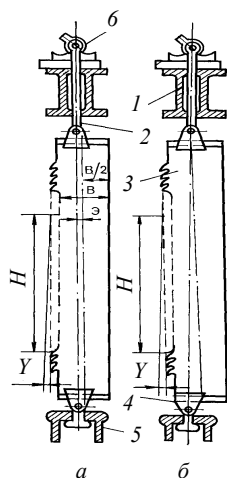


Рис. 76. Установка пил в захватах:
а – пильная рамка установлена с уклоном, соответствующим величине посылки;
б – пильная рамка установлена без уклона;
 1 – верхняя поперечина пильной рамки;
 2 – захват верхний; 3 – пила; 4 – захват нижний;
 5 – нижняя поперечина пильной рамки; 6 – эксцентриковый захват

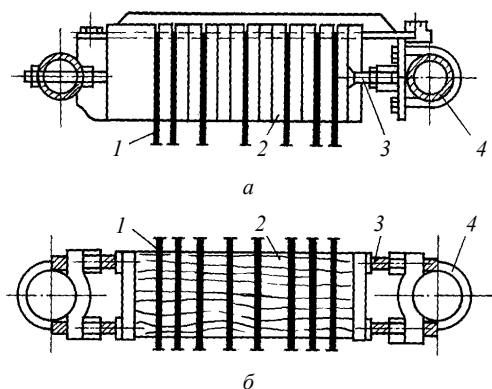


Рис. 77. Струбцины для зажима пил в пильной рамке:
а – распорные с одним подвижным болтом;
б – распорные с двумя подвижными болтами;
 1 – пилы; 2 – межпильные прокладки; 3 – болты;
 4 – стойки пильной рамки

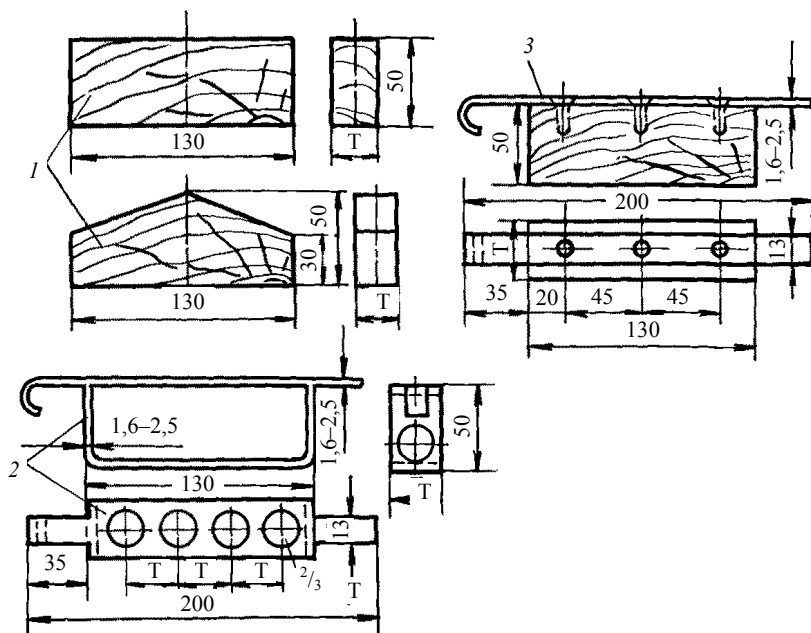


Рис. 78. Межпилльные прокладки:
1 – деревянные; 2 – металлические; 3 – комбинированные

На лесопильных заводах прокладки выпиливают из древесины березы, дуба или других твердых пород. Влажность прокладок – 13–16%, длина и высота – 130×40 мм (допускается 125×50 мм). Толщина прокладок определяется с учетом номинальной толщины досок, припусков на усушку и величины уширения зубьев пил (при разводе или плющении). Точность размеров прокладок по толщине в значительной степени определяет точность пиломатериалов и влияет на их объемный выход. Допустимые отклонения номинальных размеров прокладок: по длине – ± 3 мм, по высоте – ± 2 мм, по толщине – $\pm 0,2$ мм. Прокладки выпиливают на круглопильных станках УН, Ц-6, ЦПА-40 и др. Направление волокон древесины в прокладках должно быть перпендикулярным к плоскости пил. Толщину прокладок проверяют предельными калибрами.

Технология установки пил включает следующие операции: 1) подбор пил и прокладок для формирования заданного постава; 2) установку пил с наклоном режущей кромки; 3) закрепление пил в боковом направлении; 4) выверку их положения в пильной рамке; 5) натяжение пил.

При подборке прокладок особое внимание обращают на подбор по толщине парных прокладок: верхних и нижних, которые формируют одну и ту же доску постава.

Чтобы пилы не терлись о дно пропила при холостом ходу пильной рамки, их устанавливают в поставе с уклоном. Оптимальная величина уклона Y (см. рис. 76, с. 175) зависит от величины посылки Δ . Для лесорам с непрерывной подачей $Y = 0,5\Delta + (1-2)$ мм. Необходимый уклон пил можно получить за счет уклона пильной рамки или за счет смещения концов пил в захватах (соответственно рис. 76, а и б).

От правильности и точности установки пил зависит точность пиломатериалов по размерам и форме. Пилы в поставе должны быть установлены параллельно направлению подачи бревна и направлению движения пильной рамки.

Выверку пил в пильной рамке выполняют с помощью специальной линейки и угольника (рис. 79).

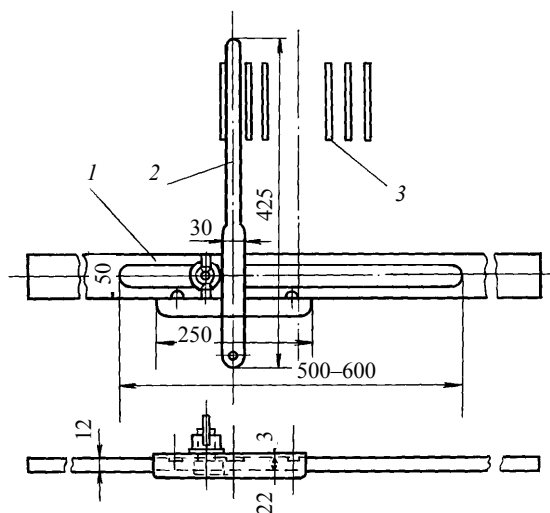


Рис. 79. Линейка и угольник для выверки положения пил в пильной рамке:

1 – линейка; 2 – угольник; 3 – пилы

Линейку устанавливают на станину лесорамы так, чтобы ее кромка была перпендикулярна движению бревна. При правильном положении пилы кромка угольника, который установлен на линейке, должна

плотно прилегать к пиле по всей ширине. При выверке параллельности пил движению пильной рамки угольник прижимают к пиле, по прорези линейки к угольнику перемещают упор и закрепляют его гайкой. Угольник снимают с линейки, опускают пильную рамку с пилами в нижнее положение и снова прижимают угольник к упору. Если угольник при этом не совпадает с поверхностью пилы или с упором, то необходимо переместить верх постава вправо или влево струбцинами.

ОБРАБОТКА ДОСОК В ЛЕСОПИЛЬНОМ ЦЕХЕ

Дальнейшую обработку необрезных досок в зависимости от конкретных условий предприятия можно выполнять по следующим схемам: 1) предварительная торцовка – обрезка; 2) обрезка – торцовка; 3) сушка – раскрой на заготовки; 4) раскрой на заготовки – сушка. Первые две схемы применяют, когда обрезные пиломатериалы идут на продажу или на изготовление погонажных деталей (доски пола, плинтусы и т. д.); две последние – когда пиломатериалы перерабатывают на заготовки строительных деталей, мебельные заготовки и др.

Рассмотрим обработку необрезных досок на первой и второй схемах более подробно. Эти схемы отличаются местом торцовки досок – перед или после их обрезки.

Торцовка

Предварительную торцовку досок выполняют в лесопильном цехе, при этом вырезают дефектные места (гнили, горбыльные части, крупные сучки и т. д.). Окончательную торцовку досок по размерам выполняют после сушки или совсем не выполняют, если доски поступают в раскroечный цех на переработку, а не реализуются в целом виде.

Для предварительной торцовки досок применяют педальные торцовочные станки, которые устанавливают перед обрезными станками, или проходные торцовочные установки, на которых доски обрабатываются после их обрезки. Отметим, что предварительная торцовка досок позиционным способом положительно влияет на качество их обрезки, но это более тяжелая и трудоемкая операция, чем торцовка на проходных установках, на которых перемещение досок механизировано.

Позиционный способ торцовки производится на торцовочных столах с неприводными роликами, оборудованными двумя торцовочными станками (рис. 80).

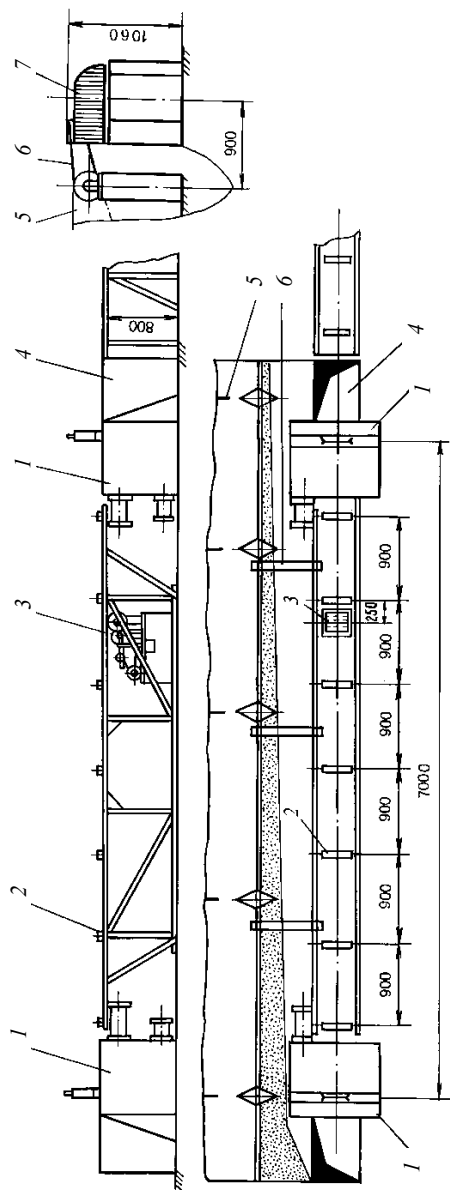


Рис. 80. Стол торцовочный позиционный:

1 – станок торцовочный позиционный ЦКБ-40; 2 – ролики неприводные; 3 – приводной ролик; 4 – лок для отрезков;
5 – конвейер цепной поперечный; 6 – кронштейн над люком; 7 – защитный кожух для пилы

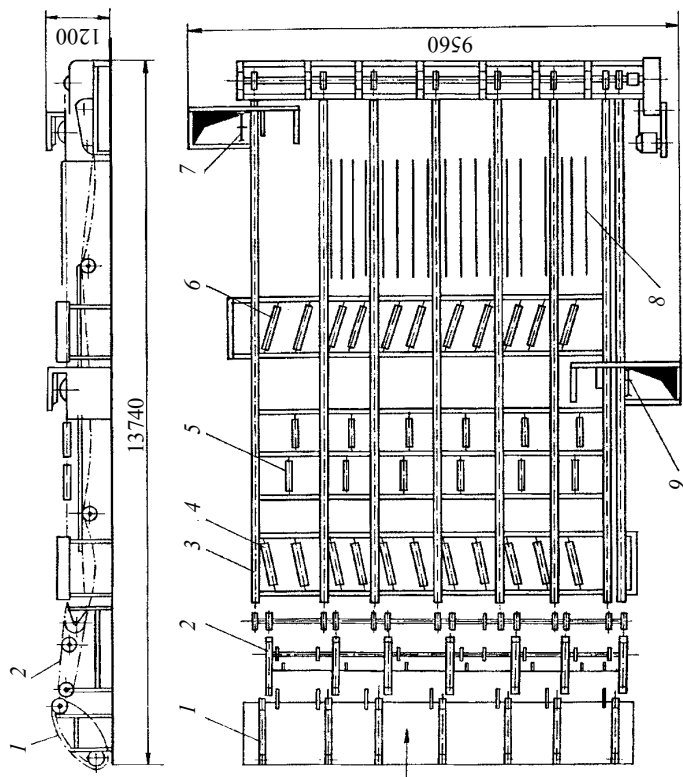


Рис. 81. Линия торцовки сырых пиломатериалов модели ЛТ-1М:
 1 – загрузочное устройство; 2 – устройство поштучной выдачи; 3 – главный конвейер;
 4, 6 – приводные роликовые конвейеры; 5 – неприводной роликовый конвейер;
 7, 9 – торцовочные пилы; 8 – мерные упоры

Это позволяет более качественно и без дополнительных трудозатрат выполнить торцовку досок в вершинном или комлевом торцах. Если установить только один станок, то необходимо будет перемещать вручную до пилы то один, то другой торец доски, что тяжело и неудобно. Чтобы облегчить перемещение досок вдоль стола, применяется приводной ролик РП-1. Педальный торцовочный станок ЦКБ-40-01 может быть левого или правого исполнения. Он имеет гидравлическое приспособление для подъема пилы из-под стола при помощи педали. Сверху доска прижимается специальным прижимом, чтобы предостеречь руки от травмы. Отрезки досок сбрасываются в люки, расположенные возле станков.

Проходные торцовочные установки типа ЛТ-1 или ЛТ-1М применяются для торцовки обрезных досок (рис. 81).

На линии ЛТ-1М доски перемещаются поперечным цепным конвейером с упорами. Подача досок к двум пилам, которые находятся по обе стороны поперечного конвейера, осуществляется роликовыми конвейерами.

Ролики установлены под углом к продольной оси поперечного конвейера (рис. 82).

Если доска попадает на эти ролики, то она одновременно перемещается в направлении движения поперечного конвейера и в направлении до упора по роликовому конвейеру. Для синхронизации работы этих конвейеров необходимо подобрать соответствующие скорости цепей v_d и скорость роликов v_p , а также угол наклона роликов α , от которого зависит скорость поперечного v_1 и продольного v_2 перемещения доски по роликовому конвейеру.

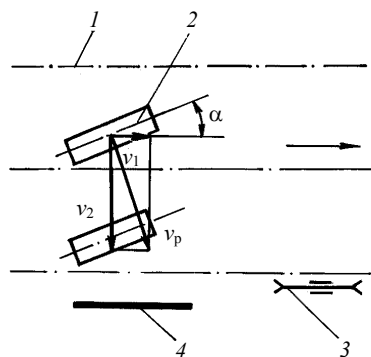


Рис. 82. Схема установки приводных роликов линии торцовки досок:
1 – цепной поперечный конвейер; 2 – приводные ролики; 3 – пила; 4 – упор

Пропускная способность установки ЛТ-1М – 25 упоров в минуту. Линию обслуживают два оператора. На ней можно обрабатывать доски толщиной 19–75 мм, шириной 75–275 мм и длиной 2–7 м.

Сменную производительность торцовочных установок Π_t (количество досок) определяют по формуле

$$\Pi_t = N_{\text{пр}} TK, \quad (61)$$

где $N_{\text{пр}}$ – пропускная способность установки или педального станка, шт./мин; T – продолжительность смены, мин; K – коэффициент использования рабочего времени ($K = 0,7\text{--}0,75$).

Обрезка

Необрезные доски после лесопильных рам или после предварительной торцовки поступают на участок обрезки. Для обрезки необрезных досок применяют круглопильные обрезные или фрезерно-обрезные станки. В двухпильном обрезном станке одна пила перемещается относительно другой и устанавливается в зависимости от ширины обрезной доски, которая выпиливается из необрезной.

Отметим, что оптимальная ширина обрезных досок $b_{\text{опт}}$ в соответствии с теорией раскроя определяется в зависимости от места выпиливания доски из бревна. Если она выпиливается из пифагорической зоны, то $b_{\text{опт}} = \sqrt{d^2 - E^2}$, а если из сбеговой зоны, то $b_{\text{опт}} = \sqrt{(D^2 - E^2)/3} = 0,577B$. В этих формулах d , D – соответственно диаметр бревна в вершинном и комлевом торцах; E – расстояние между симметричными пластами досок; B – ширина необрезной доски в комлевом торце. На практике ширину обрезной доски принимают равной $b_{\text{опт}} \approx 0,6B$.

Необрезная доска поступает на впередистаночный стол. Ее оценивает оператор, устанавливает необходимое расстояние между пилами и подает доску на станок. После обрезного станка следует рейкоотделительное устройство. Рейки сбрасываются в люк или на поперечный конвейер и подаются в рубильные машины для измельчения на щепу.

Обрезной станок модели Ц2Д-7А комплектуется впередистаночным роликовым столом ВЦ2Д-7 и рейкоотделительным устройством РЦЗД-7 (рис. 83). Скорость подачи станка в зависимости от толщины обрабатываемых досок составляет 80, 100, 120 или 150 м/мин. Просвет станка – 800 мм. На станке можно обрезать доски шириной 60–500 мм, толщиной 13–100 мм, толщина пил – 2,8 мм.

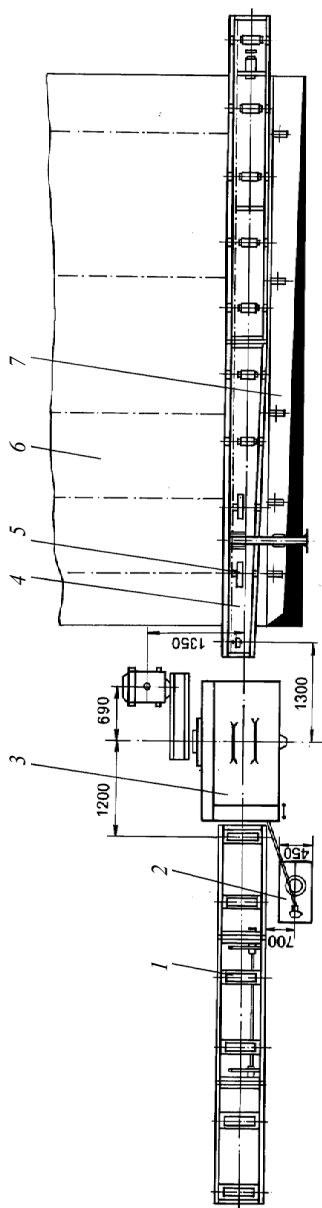


Рис. 83. Станок обрезной двухпильный:

1 – впередистаночный роликовый стол; 2 – пульт управления; 3 – станок; 4 – рейкоотделительное устройство;
5 – ролики для прижима доски; 6 – поперечный конвейер для реек; 7 – лок для реек

Преселективное управление подвижной пилой позволяет устанавливать пилу на размер следующей доски во время обрезки предыдущей доски. Это содействует увеличению производительности станка. Верхние подающие валцы станка поднимаются или опускаются автоматически в зависимости от толщины обрабатываемых досок.

На фрезерно-обрезном станке обзолная кромка необрезной доски срезается фрезами и одновременно измельчается на щепу. При этом за станком не нужно устанавливать рейкоотделительное устройство, систему конвейеров для транспортировки реек в рубильную машину для их измельчения. Все это содействует сокращению производственных потерь (уменьшаются площади цеха, потери на вспомогательное оборудование и т. д.).

На фрезерно-обрезном станке модели Ц2Д-1Ф (рис. 84) обе фрезерные головки имеют приводы и могут перемещаться относительно оси просвета в зависимости от ширины доски. Необрезная доска поступает на впередистаночный стол, на котором расположены манипуляторы-центрователи. Оптический измеритель обмеряет доску, и она устанавливается манипуляторами по оси просвета станка. Затем дается команда на перемещение фрез на необходимый оптимальный размер и необрезная доска пропускается через станок. Щепа сбрасывается в люки. Просвет станка составляет 630 мм, на станке можно обрабатывать доски толщиной 13–32 мм, скорость подачи – 147 м/мин, обслуживает станок один оператор.

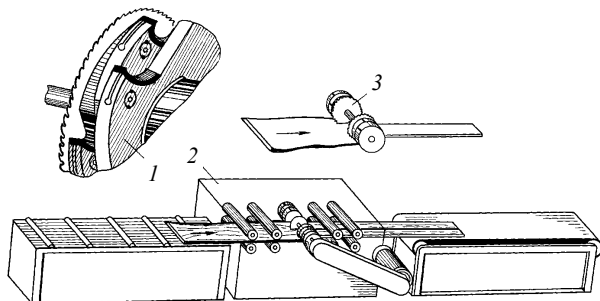


Рис. 84. Фрезерно-обрезной станок:
1 – схема фрезы; 2 – схема станка;
3 – схема обработки необрезной доски фрезами

Сменная производительность станка $P_{\text{обр}}$ (количество досок) определяется по формуле

$$\Pi_{\text{обр}} = uTK / l,$$

где u – скорость подачи, м/мин; T – продолжительность смены, мин; K – коэффициент использования станка ($K = 0,55\text{--}0,65$); l – длина доски, м.

Коэффициент использования станка учитывает потери на разбор пакетов досок и горбылей, которые поступают на станок непосредственно от лесорама, а также на оценку доски и перевод пил (фрез) в рабочее состояние относительно схемы раскроя. Если перед обрезным станком предусмотрена предварительная торцовка досок, то этот коэффициент может увеличиться, так как разбор пакетов досок и горбылей осуществляется перед торцовочным столом. В таком случае на обрезной станок доски поступают поштучно и поэтому возможна более качественная обрезка. Для разбора пакетов досок и для поштучной подачи досок на станок можно применять специальное устройство (рис. 85).

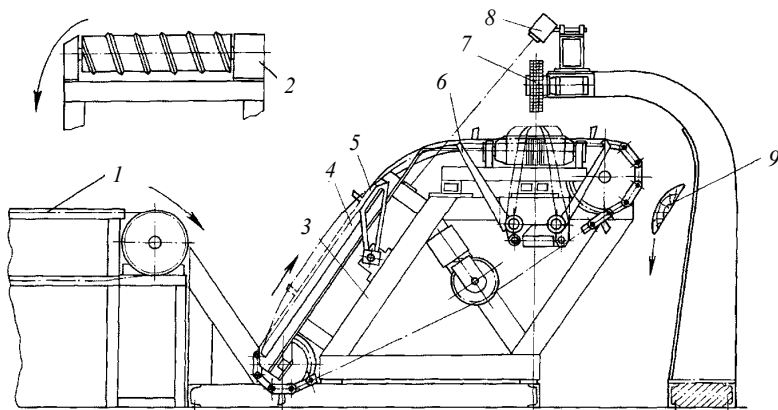


Рис. 85. Устройство для поштучной выдачи досок на обрезной станок:

- 1 – поперечный конвейер; 2 – роликовый конвейер; 3 – рама;
- 4 – цепной конвейер; 5 – сбрасыватель досок (горбылей);
- 6 – центрирующее устройство; 7 – прижим;
- 8 – датчик наличия сортимента; 9 – сброшенный горбыль

Это устройство обеспечивает переворачивание необрезных досок узкой пластию вверх и подачу их в станок, который имеет симметричную установку пил (фрез) относительно продольной оси. Горбыли сбрасываются в люк, который расположен за столом обрезного станка, а не перед столом, как это бывает при ручном разборе досок и горбылей. Обслуживает обрезной станок с таким устройством один оператор.

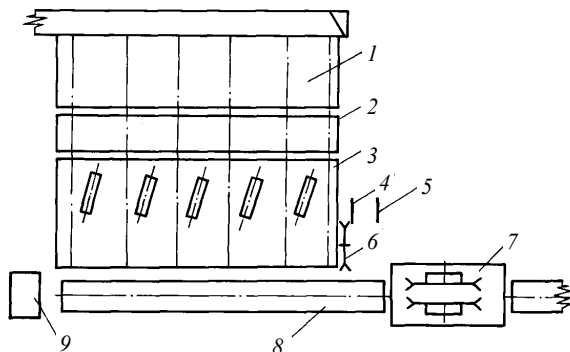


Рис. 86. Линия обработки досок ЛОД-1П:

- 1 – поперечный конвейер; 2 – механизм поштучной выдачи;
 3 – участок поперечной торцовки; 4, 5 – упоры; 6 – пила;
 7 – фрезерно-обрезной станок; 8 – впередистаночный стол;
 9 – пульт управления

Интерес представляет линия обработки досок ЛОД-1П (рис. 86), которая предназначена для предварительной торцовки и обрезки досок. Она включает механизм поштучной подачи досок, участок предварительной торцовки и фрезерно-обрезной станок. Линия может работать в ручном, полуавтоматическом и в автоматическом режиме. Пропускная способность линии – 24 доски в минуту.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ЛЕСОПИЛЬНОМ ЦЕХЕ

Работа лесопильного цеха по принципу непрерывного потока обеспечивается при помощи установки соответствующего вспомогательного и транспортного оборудования и механизмов. Транспортные устройства, кроме переместительных операций, выполняют также функции межоперационных накопителей и этим содействуют непрерывности работы потока.

К оборудованию, установленному перед лесопильными рамами, относятся: продольные цепные конвейеры; сбрасыватели бревен; накопители; впередирамные тележки и конвейеры; роликовые конвейеры; брусоперекладчики.

Оборудование, установленное после лесопильных рам: направляющий аппарат; роликовые конвейеры, поперечные цепные и ленточные конвейеры.

Продольные цепные конвейеры

Для подачи бревен со склада сырья или из бассейна в лесопильный цех применяют продольные цепные конвейеры (см. рис. 46, с. 120).

В месте сбрасывания бревен (возле лесопильной рамы) установлен механизм автоматической остановки конвейера. Этот механизм имеет поворотный рычаг, который связан с выключателем электродвигателя.

Бревно нажимает на рычаг и двигатель конвейера выключается, конвейер останавливается. Когда сбрасыватель сбрасывает бревно на тележку, рычаг возвращается в прежнее положение и двигатель конвейера автоматически включается. В зависимости от типа лесопильных рам можно применять конвейеры БА-3М или БА-4М. Конвейер БА-3М предназначен для установки в потоках лесорам узкого или среднего просвета и имеет скорость 0,6 м/с, а конвейер БА-4М – для лесорам широкого просвета и имеет скорость цепи 0,3 м/с.

Часовую производительность конвейера определяют по формуле (51).

Сбрасыватели бревен

Для сбрасывания бревен с продольного цепного конвейера на накопительную площадку или на впередирамную тележку применяют сбрасыватели рычажного типа (рис. 87).

Если предусмотрено сбрасывание бревен на накопительную площадку, то включение сбрасывателя автоматическое и осуществляется одновременно с остановкой конвейера. Если бревно сбрасывается на впередирамную тележку, то сбрасыватель включается рабочим рамщиком.

В зависимости от типа лесорам применяют сбрасыватели рычажные СБр75-1, СБр100-2 или кольцевой СБК65-1.

Накопители бревен

Для размещения небольшого запаса бревен перед лесопильной рамой устанавливают накопительную площадку в виде наклонных брусьев (угол наклона 14° к горизонтали) или поперечный цепной конвейер, с которых бревна подаются на тележку по одному специальным механизмом. Запас бревен создается с целью предотвращения остановок в работе лесопильной рамы из-за того, что сырье может поступать на конвейер неравномерно.

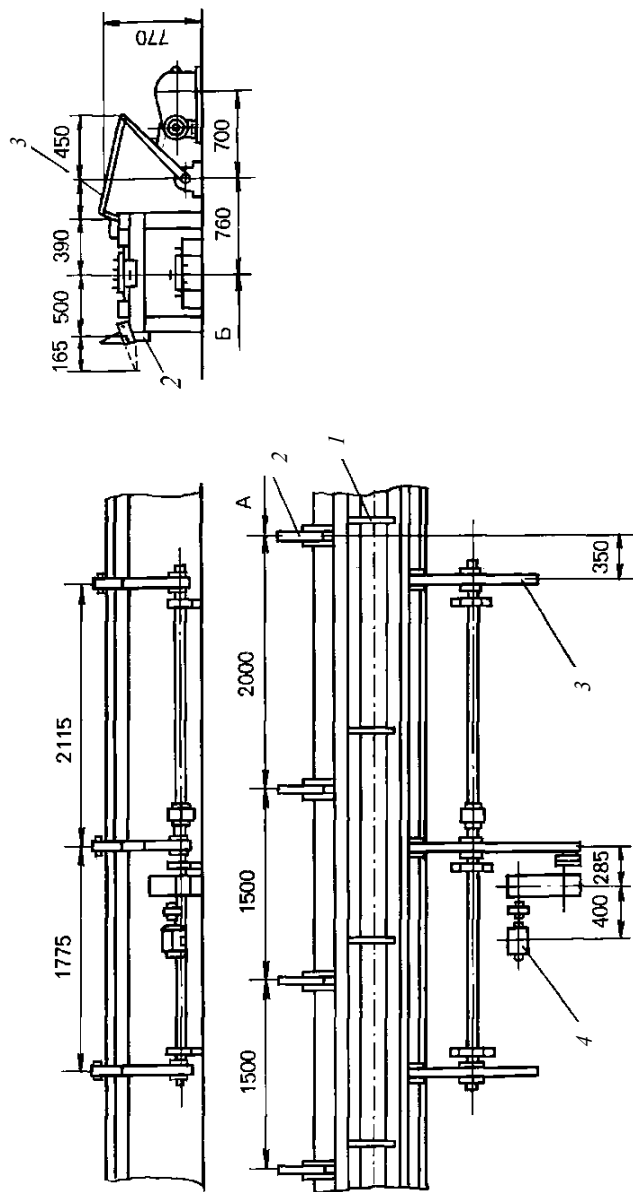


Рис. 87. Сбрасыватель бревен рычажный.

1 — продольный цепной конвейер; 2 — поворотные рычаги; 3 — рычаг-толкатель;
4 — электродвигатель; A = 2500 мм — расстояние от поперечной оси лесопильной рамы;

B — расстояние до продольной оси лесопильной рамы;

B = 1000 мм — при сбрасывании бревна прямо на впередирамную тележку;
когда есть накопитель, тогда этот размер принимают с учетом размеров накопителя

Впередирамные тележки

Подачу бревен и брусьев в лесопильную раму осуществляют при помощи впередирамных тележек – зажимной и поддерживающей (рис. 88).

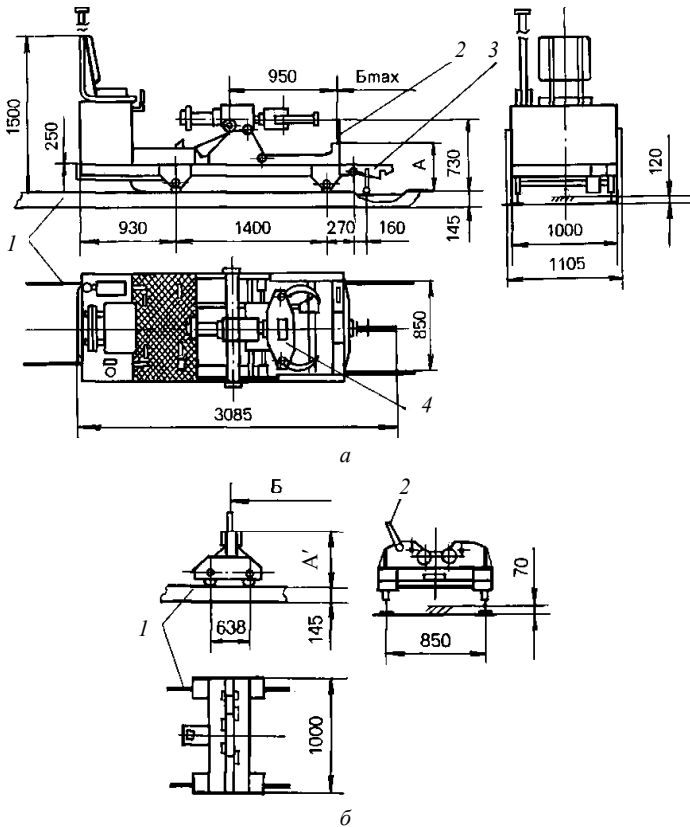


Рис. 88. Впередирамные тележки:

а – зажимная приводная; *б* – поддерживающая;

1 – рельсы; *2* – поворотная стойка;

3 – крюк для возвращения поддерживающей тележки;

4 – клещи для зажима, поворота и поперечного перемещения бревна;
 $A = 440$ мм – для зажимной тележки и $A' = 400$ мм – для поддерживающей тележки (при распиловки бревен); $B = 2500$ мм – расстояние от поперечной оси лесорамы в момент отцепки поддерживающей тележки от зажимной;
 $B_{\max} = 10\,000$ мм – максимальное расстояние от поперечной оси лесорамы

Зажимная тележка имеет клещи для удержания бревна и установки его по центру постава пил, а также для разворота относительно пропилов с учетом индивидуальных особенностей бревна (сучки, кривизна, трещины и т. д.).

Тележки перемещаются по рельсам, расположенным на полу перед лесорамой. При приближении к лесопильной раме на расстояние 1,8–2,0 м клещи отпускают бревно и тележка возвращается за следующим. Потом опять повторяется цикл работы тележки, который включает отход ее в первоначальное положение, сбрасывание бревна на тележку, его зажим и подачу в лесораму. За это время лесорама распиливает те 1,8–2,0 м бревна, которые остались.

Чтобы не было промежутков между соседними бревнами, необходимо выполнить условие: $t_{\text{ц}} < t_{\text{р}}$, это значит, что продолжительность цикла работы тележки не должна превышать продолжительность распиловки участка бревна, который остался в лесораме после отхода тележки за следующим бревном. Если $t_{\text{ц}} > t_{\text{р}}$, то при распиловке будут промежутки между бревнами и производительность лесорамы снизится.

Продолжительность цикла работы тележки $t_{\text{ц}}$ определяется хронометражем, а продолжительность распиловки части бревна длиной $l = 1,8\text{--}2,0$ м можно вычислить по формуле

$$t_{\text{р}} = 1000 \cdot 60l / \Delta n,$$

где Δ – посылка, мм; n – частота вращения вала рамы, мин^{-1} .

В зависимости от типа лесопильных рам могут применяться впередирамные тележки ПРТ8-2Д, ПРТ8-2 для двухэтажных и ПРТ1-63, ПРТ1-80 для одноэтажных лесорам.

Впередирамные тележки можно использовать также для подачи брусьев в лесораму второго ряда, если в лесопильном потоке предусмотрена смешанная распиловка (обе лесорамы вразвал или с брусровкой). Управляет работой тележки рабочий-оператор.

Роликовые конвейеры перед рамой второго ряда

В лесопильных потоках со 100%-ной брусровкой подача брусьев в лесораму второго ряда и их центрирование по поставу пил осуществляется специальным устройством, которое включает три неприводных ролика для поддержания бруса, три пары клещей-манипуляторов для центрирования бруса по поставу и два подающих вальца – верхний прижимной и нижний приводной (рис. 89).

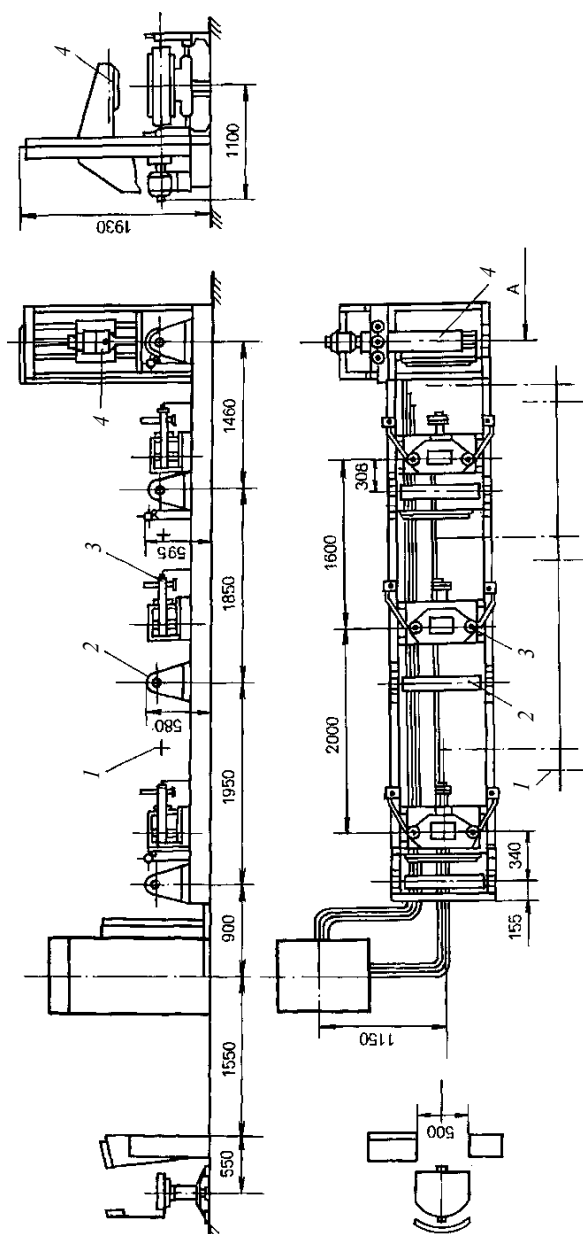


Рис. 89. Роликовый конвейер перед лесопильной рамой второго ряда:

1 – брусоперекладчик; 2 – неподвижные поддерживающие ролики;

3 – клещи-манипуляторы для центрирования бруса;

4 – устройство для подачи бруса в лесораму;

A – расстояние до поперечной оси лесорамы второго ряда;

A = 2500 мм – для лесорамы среднего просвета;

A = 2100 мм – для лесорамы узкого просвета

Брус брусоперекладчиком переносят на поддерживающие вальцы, клещами устанавливают его точно по поставу, прижимают верхним вальцом к нижнему и подают в лесораму.

Для лесорамы узкого и среднего просветов применяют роликовые конвейеры модели ПРДВ 75-1, для широкопросветных лесорам – ПРДВ 100-1. Управляет работой конвейера рабочий-оператор.

Брусоперекладчики

Для передачи брусьев на роликовый конвейер или на тележку перед лесорамой второго ряда применяют цепные брусоперекладчики.

На роликовый конвейер брус переносят брусоперекладчиком двухсекционным (рис. 90), а на тележку – брусоперекладчиком с поворотной секцией (рис. 91). Двухсекционный брусоперекладчик имеет снимающую и загрузочную секции и накопитель. Брус первой секцией снимается с роликового конвейера и переносится на накопитель. После того как роликовый конвейер перед лесорамой второго ряда станет пустым, включается вторая секция и на нее переносится брус с накопителя. Если перед рамой второго ряда установлена тележка, то используют брусоперекладчик с поворотной секцией. Поворотная секция обеспечивает передачу бруса на тележку. После переноса бруса на тележку эта секция поднимается и тележка с брусом может перемещаться по рельсам.

Направляющий аппарат

За лесопильной рамой расположен направляющий аппарат в виде двух металлических пластин, расстояние между которыми можно регулировать в зависимости от толщины бруса. Аппарат предназначен для предотвращения поворота бревна вокруг продольной оси при его распиловке. Кроме того, между пластинами аппарата задерживается выпиленный брус до того времени, пока он не будет вытолкнут следующим брусом. За это время боковые доски поступают на роликовый конвейер за лесорамой первого ряда и освобождают перемещение бруса в сторону лесорамы второго ряда (на брусоперекладчик).

Роликовые конвейеры за лесорамой первого ряда

Для перемещения брусьев, досок и горбылей, которые получают при распиловке бревен, предназначен роликовый конвейер, установленный за лесорамой первого ряда (рис. 92).

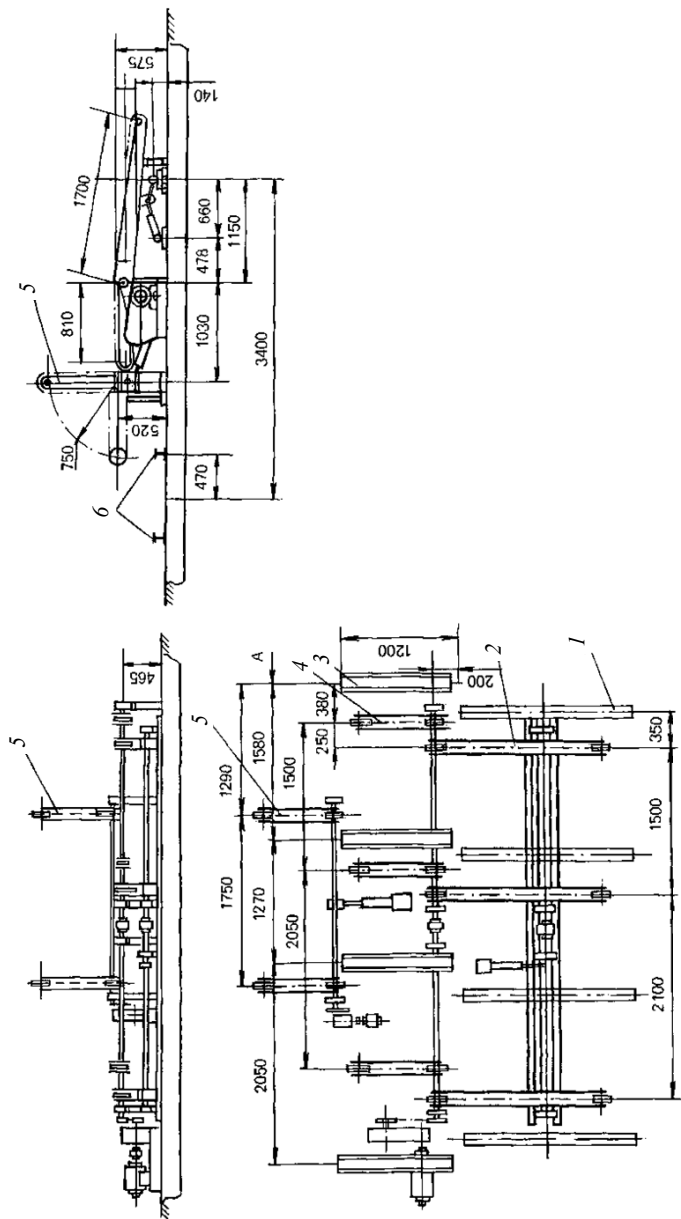


Рис. 91. Брусоперекладчик с поворотной секцией:

1 – роликовый конвейер за лесорамой первого ряда, 2 – снимающая секция, 3 – накопитель брусьев;
 4 – секция для загрузки поворотной секции, 5 – поворотная секция, 6 – рельсы впередирамной тележки;
 А = 2500 мм – расстояние до поперечной оси лесорамы второго ряда

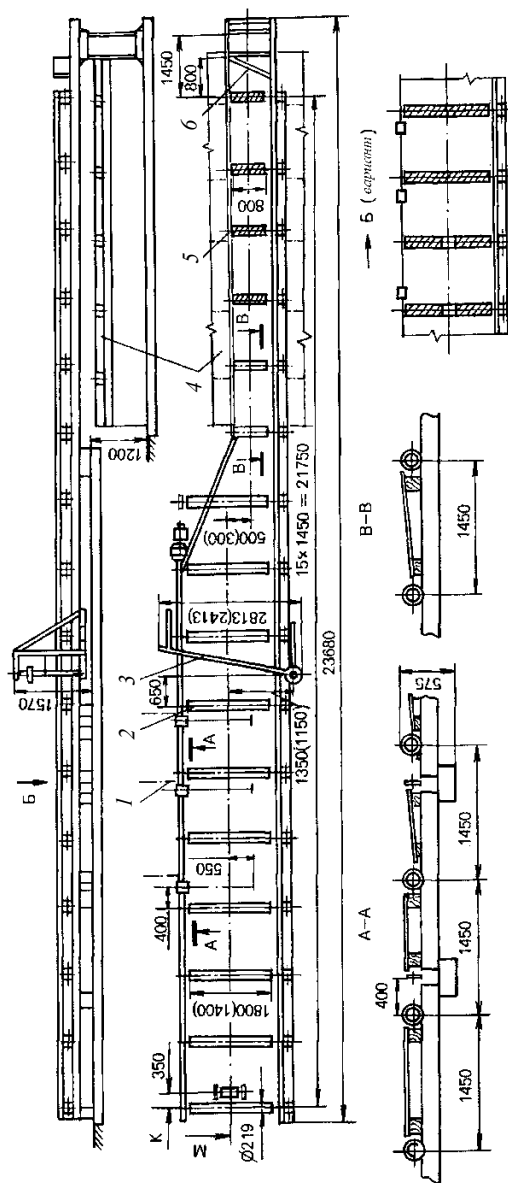


Рис. 92. Роликовый конвейер за лесорамой первого ряда:

1 – брусоперекладчик; 2 – ролики приводные; 3 – упор для бруса;

4 – поперечный цепной конвейер для перемещения необрезных досок и горбылей;

5 – ролики приводные с винтовой навивкой для перемещения необрезных досок и горбылей и сбрасывания их на поперечный конвейер; 6 – упор для досок и горбылей;

K = 2150 мм – расстояние до поперечной оси лесорамы первого ряда;

M = 2813 мм – расстояние до продольной оси лесорамы второго ряда

Над конвейером вблизи лесорамы второго ряда установлен упор, который задерживает брус, чтобы затем брусоперекладчиком можно было перенести его на роликовый конвейер и подать в распиловку. Доски и горбыли свободно проходят под этим упором и самостоятельно сбрасываются с конвейера на поперечный цепной конвейер. Сбрасывание их осуществляется благодаря тому, что ролики, которые установлены в конце конвейера, имеют винтовую навивку. В зависимости от типа лесорам устанавливаются роликовые конвейеры ПРД-63, ПРД 75-1 или ПРД 100-1.

Чтобы обеспечить непрерывную работу лесорамы, скорость роликового конвейера выбирается с учетом двух условий:

1) необрезные доски должны успеть выйти за границы первой секции конвейера, пока брус выйдет из направляющего аппарата, т. е.

$$t_d \leq t_6,$$

где t_d – продолжительность перемещения досок, с; t_6 – продолжительность прохода бруса через направляющий аппарат при выталкивании его следующим брусом, с;

2) брус должен дойти до упора и переместиться на край роликового конвейера до брусоперекладчика, пока его догонит следующий брус, т. е.

$$t_{6_2} \geq t_{6_1} + t_{п.6_1},$$

где t_{6_2} – продолжительность перемещения следующего бруса в лесораме, с; t_{6_1} – продолжительность перемещения бруса до упора, с; $t_{п.6_1}$ – продолжительность поперечного перемещения бруса до брусоперекладчика, с.

Таким образом, скорость роликового конвейера определяется из указанных условий. В соответствии со схемой (рис. 93) первое условие имеет такой вид:

$$\frac{L + l_n}{v_1} \leq \frac{l_n}{u_1}, \quad (62)$$

где L – длина бревна, м; l_n – длина пластин направляющего аппарата, м; v_1 – скорость роликового конвейера по первому условию, м/с; u_1 – скорость распиловки бревна ($u_1 = \Delta_{\max} n / 1000 \cdot 60$), м/с; $\Delta_{\max}$ – максимальная посылка при распиловке бревна, мм; n – частота вращения вала рамы, мин^{-1} .

Из формулы (62) определяем

$$v_1 \geq \frac{L + l_n}{l_n} u_1.$$

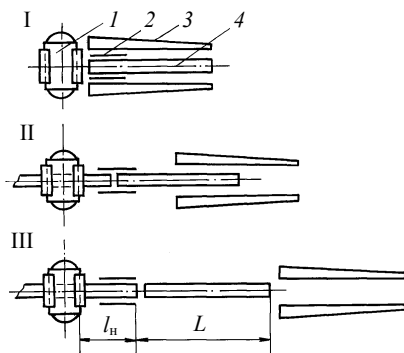


Рис. 93. Схема положения досок и бруса на роликовом конвейере за лесорамой первого ряда:

I – завершение распиловки бревна; II – перемещение бруса в направляющем аппарате при толкании другим брусом;
III – выход бруса из направляющего аппарата; 1 – лесопильная рама; 2 – направляющий аппарат; 3 – доски; 4 – брус

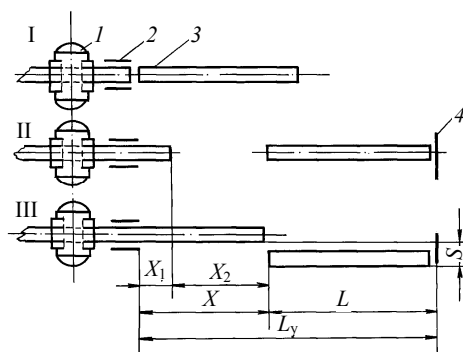


Рис. 94. Схема положения бруса за лесорамой первого ряда:

I – выход бруса из направляющего аппарата; II – перемещение бруса до упора;
III – поперечное перемещение бруса брусоперекладчиком;
1 – лесопильная рама; 2 – направляющий аппарат; 3 – брус;
4 – упор для бруса над роликовым конвейером

По схеме, приведенной на рис. 94, второе условие будет иметь следующий вид:

$$\frac{L_y - L}{u_1} \geq \frac{L_y - L}{v_2} + \frac{S}{v_n}, \quad (63)$$

где L_y – расстояние от направляющего аппарата до упора, м; v_2 – скорость роликового конвейера по второму условию, м/с; S – расстояние поперечного перемещения бруса, м; v_n – скорость поперечного перемещения бруса, м/с.

Из формулы (63) определяем

$$v_2 \geq \frac{(L_y - L) u_1 v_n}{(L_y - L) v_n - S u_1}.$$

Из двух определенных v_1 и v_2 за расчетное выбирают большее значение. Эта скорость роликового конвейера обеспечивает непрерывную работу на участке за лесорамой первого ряда.

Роликовые конвейеры за лесорамой второго ряда

Из лесорамы второго ряда выходят обрезаемые и необрезаемые доски и горбыли. Обрезаемые доски проходят между пластинами направляющего аппарата и далее между разделительными пластинами, установленными над роликами конвейера. Расстояние между этими пластинами регулируется в зависимости от ширины пластины бруса. Необрезаемые доски и горбыли перемещаются роликами за разделительными пластинами и сбрасываются роликами с винтовой навивкой на поперечный конвейер. В случае распиловки бревен вразвал передние концы разделительных пластин сходятся. В зависимости от типа лесорам устанавливают роликовые конвейеры ПРДП 63, ПРДП 75-1 и ПРДП 100-1 (рис. 95).

Скорость роликового конвейера должна быть такой, чтобы продолжительность распиловки части бруса t_p была не менее, чем продолжительность перемещения досок t_n и их сбрасывания с конвейера $t_{сб}$:

$$t_p \geq t_n + t_{сб}.$$

С учетом схемы, приведенной на рис. 96, и после некоторых преобразований можно определить скорость конвейера:

$$v \geq \left(1 + \frac{\pi d_p S}{K_c t (L_p - L_{бр})} \right) u_1, \quad (64)$$

где d_p – диаметр роликов конвейера, мм; S – расстояние поперечного перемещения досок, мм; K_c – коэффициент скольжения досок на роликах; t – шаг винтовой навивки на роликах, мм; L_p – длина роликового конвейера, м; $L_{бр}$ – длина бруса (пакета досок, выпиленных из бруса), м.

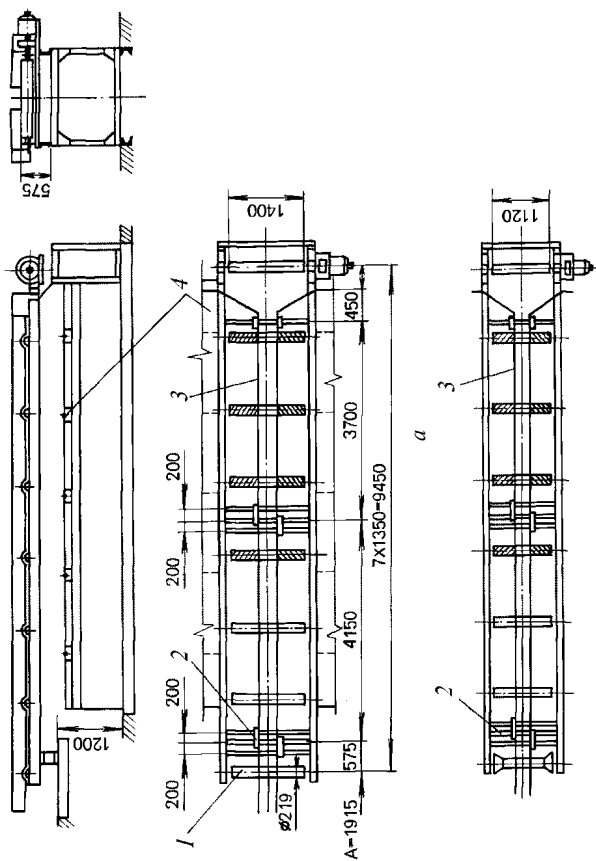


Рис. 95. Роликовые конвейеры за лесопильными рамами второго ряда с разделительными пластинами:

а – за лесорамой среднего просвета, *б* – за лесорамой узкого просвета;

1 – ролики приводные; *2* – устройство для перемещения разделительных пластин;

3 – разделительные пластины с упорами;

4 – цепной поперечный конвейер для перемещения необрезных досок;

A = 1915 мм – расстояние до поперечной оси лесорамы второго ряда

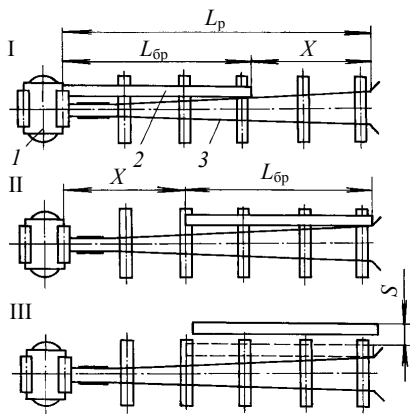


Рис. 96. Схема положения пакета досок на роликовом конвейере за лесорамой второго ряда:
 I – момент выхода из лесорамы; II – момент касания упора;
 III – момент сбрасывания пакета досок с роликов на поперечный конвейер;
 1 – лесопильная рама; 2 – пакет досок;
 3 – разделительные пластины с упорами

Таким образом, скорость конвейера определяют по формуле (64). Она обеспечит своевременное перемещение досок на участке за лесорамой второго ряда.

Поперечные конвейеры

Поперечные цепные конвейеры предназначены для перемещения необрезных досок и горбылей, которые сбрасываются с роликовых конвейеров от лесорам первого и второго ряда. Они перемещают доски на дальнейшую обработку к обрезным или торцовочным станкам. Поперечные конвейеры можно использовать для перемещения реек от обрезных станков.

Длину конвейера выбирают в зависимости от места его установки и она может быть в пределах от 5 до 40 м.

Роликовые навесные конвейеры

Для сбрасывания досок на поперечные конвейеры или в пакеты можно применять навесные конвейеры. Конвейер имеет приводные

ролики с винтовой навивкой и упор. Доска упирается в упор и «свинчивается», т. е. сбрасывается с конвейера.

Ленточные конвейеры

Ленточные конвейеры применяют для перемещения досок, горбылей, реек, а также сыпучих материалов (опилки, щепа). Выбирается конвейер в зависимости от вида и размеров груза, который перемещается, и от расстояния перемещения.

Механизация около одноэтажных лесорам

Для механизации транспортных операций в лесопильных цехах, в которых установлены одноэтажные лесорамы, применяют комплект околорамного оборудования модели ОРО. В этот комплект входят цепной конвейер, околорамные тележки с дистанционным управлением, два роликовых конвейера (после лесорам первого и второго ряда), брусопрекладчики и система управления оборудованием. Сменная производительность – не менее 23 м³, обслуживают комплект двое рабочих-операторов.

Переработка кусковых отходов на технологическую щепу

Объем кусковых отходов (горбыли, рейки, отрезки) при распиловке бревен на обрезные пиломатериалы составляет 20–25% от объема сырья. Для измельчения их на технологическую щепу применяют дисковые многоножевые рубительные машины с наклонным или горизонтальным размещением загрузочного люка; с верхним или нижним выбросом щепы; левого или правого исполнения. Промышленность выпускает новые рубительные машины моделей МР2-20 (МР2-20Н), МР2-20Г. Их часовая производительность составляет 20–25 м³. Машины МР2-20 и МР2-20Н (рис. 97) изготавливаются с наклонным загрузочным люком, а МР2-20Г – с горизонтальной подачей древесины. Машины МР2-20Г и МР2-20Н – с нижним, а МР2-20 – с верхним выбросом щепы, все они с правым вращением ротора. По сравнению с МРН-25 или МРГ-18 эти рубительные машины обеспечивают увеличение выхода кондиционной щепы на 3–5%, имеют большую производительность при одинаковых энергозатратах.

При выборе модели рубительной машины необходимо учитывать следующее. Машины с наклонным загрузочным люком обеспечивают

более высокий выход кондиционной технологической щепы, в этих машинах можно перерабатывать короткие (длиной менее 1 м) отходы. Однако при установке таких машин требуется довольно высокое помещение для размещения приемной воронки, что приводит к дополнительным затратам.

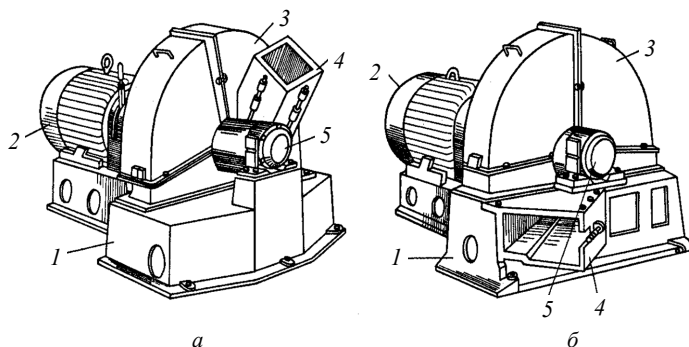


Рис. 97. Рубительные машины:

- а* – с наклонным расположением загрузочного люка;
б – с горизонтальным расположением загрузочного люка;
 1 – фундаментная рама; 2 – электродвигатель; 3 – кожух ножевого диска;
 4 – загрузочный люк; 5 – корпус главного подшипника

Машины с горизонтальной загрузкой древесины более просты в установке, их можно размещать на первом или на втором этаже лесосоцеха, но короткие отходы в них загрузить сложнее, чем в машины с наклонной загрузкой (минимальная длина отходов 1 м).

В машинах с верхним выбросом щепы за счет кинетической энергии обеспечивается перемещение щепы на значительные расстояния, но выход кондиционной щепы ниже, чем у машин с нижним выбросом. При нижнем выбросе щепы требуется устанавливать дополнительные конвейеры для перемещения щепы ниже уровня пола. При этом увеличиваются затраты на обслуживание машин и конвейеров.

При выборе модели рубительных машин учитывают также параметры и вид отходов, их количество и конкретные условия лесопильного цеха (его размеры, этажность цеха, место установки машин и бункеров для щепы и т. д.)

Технологическая щепа после рубительных машин поступает на сортировочные установки, на которых она разделяется на крупную (размером более 30 мм), кондиционную и мелкую (размером менее

10 мм). Крупная щепа опять поступает на измельчение, мелкую добавляя к опилкам, кондиционную перемещают в бункеры.

Для сортировки щепы применяют новые ситовые сортировочные установки подвешенного типа с круговым колебательным движением – СЩ-70, СЩ-140 и СЩ-200 (рис. 98).

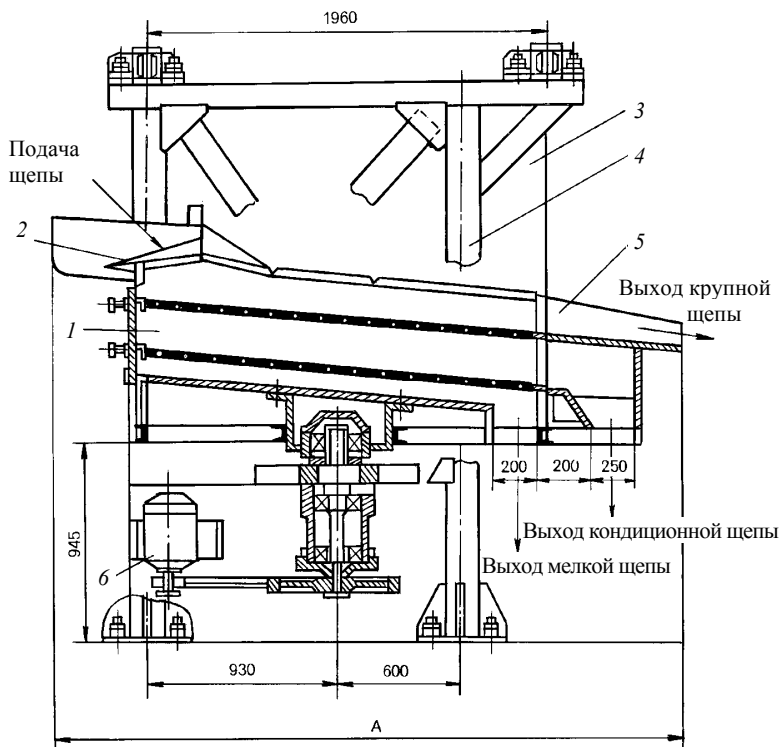


Рис. 98. Сортировочная установка для щепы СЩ-140:
1 – ситовая коробка; 2 – распределитель; 3 – цепная подвеска; 4 – опора;
5 – лоток; 6 – электродвигатель

Производительность этих установок соответственно 70, 140 и 200 м³/ч (по насыпному объему). Эти сортировочные установки по сравнению с машинами СЩ-1М, СЩ-60 и СЩ-120 позволяют повысить качество сортировки щепы, имеют более высокую производительность. Участок переработки отходов размещают на первом этаже лесосоеха или в отдельном помещении.

При расчете необходимого количества рубительных машин и сортировочных установок учитывают их производительность и количество кусковых отходов, которые поступают на переработку. Количество отходов определяют исходя из наибольшей производительности цеха по распиловке сырья и баланса древесины.

Количество рубительных машин, которые необходимо установить в лесопильном цехе, можно вычислить по формуле

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

где Π – производительность лесопильного цеха по распиловке сырья, м^3 ; $P_{\text{к}}$ – количество кусковых отходов, % (принимают по балансу древесины); $\Pi_{\text{р.м}}$ – производительность рубительной машины, м^3 (принимают по технической характеристике).

Горбыли и рейки (их толстая комлевая часть) могут быть переработаны на мелкую пилопродукцию. Это хоть и трудоемкая операция, но она позволяет более полно использовать древесину в целом натуральном виде. Для нашей лесодефицитной Беларуси такая переработка отходов может стать наиболее эффективной.

Контрольные вопросы

1. Какие технологические операции используют в лесопильных цехах? 2. От чего зависит выбор схемы технологического процесса? 3. Какие станки применяют для распиловки бревен? 4. В чем преимущество лесорам перед другими станками? 5. Дайте классификацию лесопильных рам. 6. Перечислите основные технологические показатели лесопильных рам. 7. От чего зависит выбор модели лесопильной рамы? 8. Какие факторы учитывают при определении величины посылки? 9. Как можно определить величину фактической посылки? 10. От чего зависит производительность лесопильной рамы? 11. Перечислите характерные дефекты распиловки на лесорамах. 12. Что является причиной дефектов распиловки? 13. Перечислите причины, которые вызывают повышенную шероховатость поверхности досок и неправильную толщину досок. 14. Дайте характеристику рамных пил. 15. От чего зависит выбор рамных пил? 16. Какие основные операции включает процесс подготовки пил? 17. Какие приспособления применяют для установки пил в лесораме? 18. Из чего изготавливают межпилынные прокладки и от чего зависит их толщина? 19. Перечислите основные операции установки рамных пил. 20. Какие приспособления применяют для выверки пил в пыльной рамке? 21. Для чего выполняется предварительная торцовка досок в лесоцехе? 22. Достоинства и недостатки позиционной и проходной торцовки. 23. Опишите организацию работы на торцовочных станках и установках. 24. Какие станки применяют для обрезки необрезных досок? 25. В чем преимущества и недостатки круглопильных и фрезерно-обрезных станков? 26. Перечислите вспомогательное и транспортное оборудование в цехе – передрамное и послерамное, и опишите работу этих механизмов. 27. Охарактеризуйте оборудование для измельчения кусковых отходов. 28. Какие устройства применяют для сортировки щепы?

Упражнения

1. Выбрать посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 20 см и длиной 4 м на лесорама 2Р75-1 вразвал на 6 досок. Как изменится посылка, если лесорама станет распиливать дубовые бревна?

2. Определить расчетную посылку для распиловки хвойных бревен диаметром 30 см и длиной 5 м с брусковкой на лесорамах 2Р75-1 и 2Р75-2, если в I проходе выпиливают брус толщиной 175 мм и 4 доски, а во II проходе брус распиливают на 7 досок.

3. Для условия упражнения 1 определить сменную производительность лесорама при распиловке хвойных и дубовых бревен и сравнить результаты. Производительность вычислить в штуках бревен и в метрах кубических.

4. Для условия упражнения 2 определить сменную производительность лесопильной рамы 2Р50-2 по количеству распиленного сырья.

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

6. В потоке на лесорамах 2Р50-1 и 2Р50-2 распиливают хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 6 м с брусковкой. Из каждого бревна по 4 доски поступают на предварительную торцовку. Определить, сколько торцовочных станков необходимо установить в потоке.

7. 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.

8. Определить наибольшую посылку, при которой распиловка хвойных бревен диаметром 20 см будет осуществляться на лесорама 2Р50-1 без промежутков между соседними бревнами, если цикл работы впередирамой тележки составляет 10 с.

9. В потоке две лесопильные рамы Р63-4Б распиливают хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 4 м вразвал на 5 досок. Определить, обеспечит ли один продольный цепной конвейер подачу бревен для безостановочной работы этих лесорам.

ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ НА БАЗЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ И ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ И АГРЕГАТНЫХ ЛИНИЙ

КРУГЛОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

Преимуществом круглопильных станков по сравнению с лесопильными рамами является большая производительность и простота конструкции. Но они имеют и недостатки. Во-первых, это большая ширина пропила (если ширина пропила в лесорамае составляет 3,5–4 мм, то в круглопильном станке – 4,5–6 мм), т. е. увеличивается количество опилок и снижается объемный выход пилопродукции. Во-вторых, точность распиловки бревен на круглопильных станках более низкая, так как пилы менее устойчивые, чем в лесопильных рамах, где их зажимают с двух сторон и натягивают. Необходимо отметить, что это обстоятельство также приводит к снижению объемного выхода пилопродукции, так как увеличиваются припуски на обработку досок, которые имеют неточные размеры и форму.

Круглопильные станки используют на лесопильных предприятиях для распиловки тонких бревен, а чаще – для распиловки брусьев, которые можно выпилить на лесорамах или получить на фрезерно-брусующих станках.

По классификации круглопильные станки делятся на:

- станки для распиловки бревен и станки для распиловки брусьев;
- однопильные и многопильные;
- одновальные и двухвальные.

Схемы круглопильных станков приведены на рис. 99.

Однопильные круглопильные станки

Однопильные круглопильные станки используют для индивидуальной распиловки бревен. Для закрепления и перемещения бревна относительно стационарно установленной пилы применяют специальные механизированные тележки.

Распиловка по индивидуальным схемам позволяет учитывать размерно-качественные особенности каждого бревна и обеспечить рациональный раскрой сырья на пилопродукцию заданной спецификации. При этом не требуется тщательной сортировки бревен по диаметрам.

На однопильном станке в первом проходе отпиливают горбыль, затем бревно устанавливают на пропиленную поверхность и продолжают распиловку.

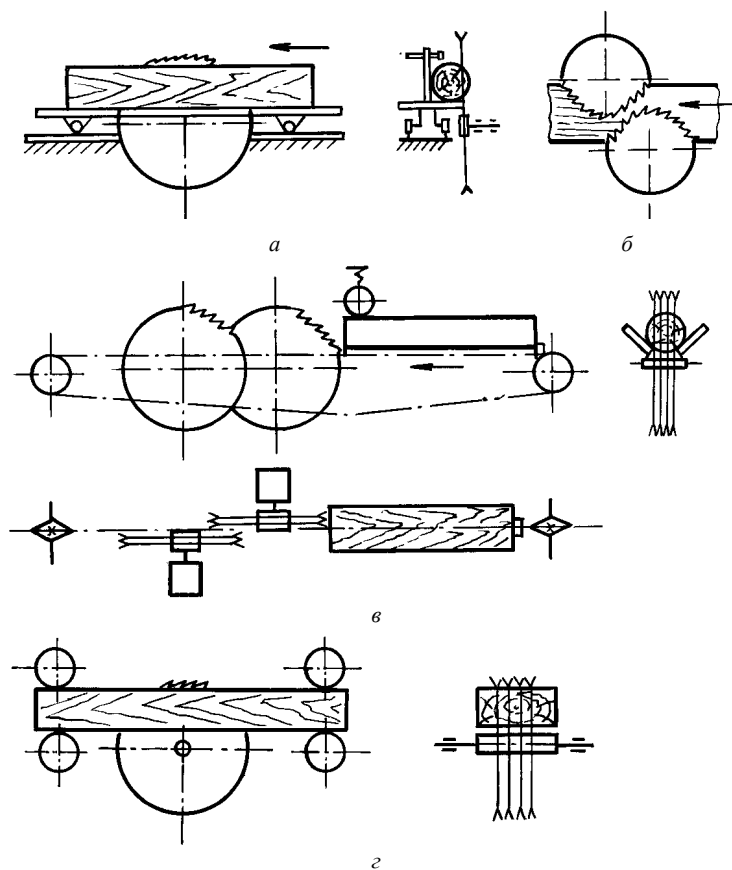
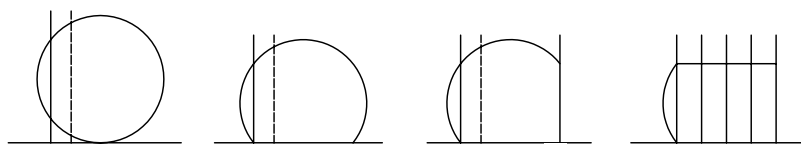


Рис. 99. Схемы круглопильных станков для распиловки бревен и брусьев:
 а – однопильный с подачей на тележке; б – станок с двумя пильными валами;
 в – многопильный с подачей бревна цепным конвейером с упорами;
 г – многопильный с подающими вальцами

При этом можно распилить бревно круговым способом на необрезные доски, а можно выпилить брус, а затем распилить его на обрезные доски (рис. 100).



a



б

Рис. 100. Переработка бревен на однопильном станке:
a – схема переработки; *б* – общий вид станка

Современные однопильные станки УСК-1-1, СК-1200 (Россия), Kara, Leimet (Финляндия), Silmet (Латвия) и т. д. имеют механизированные тележки с лазерными устройствами для ориентации бревна и оптимизации его распиловки. Для быстрой и точной установки размеров выпиливаемых досок применяют специальные электронные и лазерные приспособления. Все это содействует улучшению качества пиломатериалов и повышению производительности станков.

На однопильных станках используют круглые пилы сравнительно больших диаметров (900–1200 мм) толщиной 4–6 мм. При этом ширина пропила составляет 6–8 мм, что приводит к значительным потерям древесины в опилки, особенно при выпилке тонких досок.

Чтобы частично избежать этого, устанавливают на двух валах (верхнем и нижнем) две тонкие пилы меньшего диаметра, которые смещены по направлению подачи бревна относительно друг друга и формируют один пропил.

Отметим, что однопильные станки имеют сравнительно небольшую производительность вследствие того, что значительное время затрачивается на установку бревна, его повороты и на холостой ход тележки. Поэтому такие станки используют на небольших лесопильных предприятиях.

С целью повышения эффективности применения однопильных станков их используют для выпилки брусьев при распиловке бревен без сортировки по индивидуальным схемам, а брусья затем распиливают на многопильных станках. При этом количество однопильных станков в лесопильном потоке определяют с учетом объема переработки сырья и производительности многопильного станка, используемого для распиловки брусьев.

Многопильные круглопильные станки

Многопильные круглопильные станки имеют бóльшую производительность по сравнению с однопильными.

Для *распиловки бревен* применяют двух-, четырех- или шестипильные станки. На двухпильном станке из бревна выпиливают брус и два горбыля, а на четырех- или шестипильном, кроме этого, выпиливают две или четыре необрезные доски.

Например, на четырехпильном станке ЦМКД-28А (Россия) (рис. 101) можно распиливать бревна с максимальным диаметром в комле 28 см и длиной от 1 до 4 м на брусья толщиной 85–200 мм и доски толщиной 19–60 мм. Скорость подачи составляет 3,8–10 м/мин. На этом же станке можно распилить брус на три обрезные доски и два горбыля. Перемещение пил осуществляется без остановки станка, что позволяет распиливать бревна или брусья по рациональным схемам, а также уменьшить потери времени на перестройку станка.

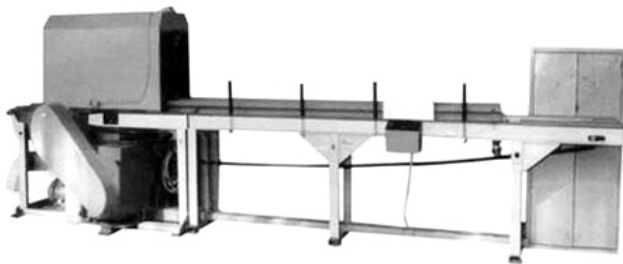


Рис. 101. Станок ЦМКД-28а

Высокие показатели по производительности достигаются при распиловке бревен на станках Ц-32 (Украина) (рис. 102). Скорость подачи на них составляет 6–20 м/мин. В данном станке бревно подается тросом или цепью с упорами, которые толкают его в торец. При этом бревно перемещается в металлическом желобе, благодаря которому оно центрируется относительно постава пил. Отметим, что такой механизм подачи не всегда обеспечивает устойчивое положение бревна при распиловке, что сказывается на качестве выпиленных брусьев и досок. По этой причине на таких станках эффективно распиливать сравнительно короткие бревна длиной до 4 м.

Более устойчивое положение бревна достигается при вальцевой подаче. Например, станки ZRD-12 фирмы Silmet (Латвия) имеют вальцевый механизм подачи со специальными прижимными приспособлениями. Они могут использоваться для распиловки бревен и брусьев. Скорость подачи на этом станке бесступенчатая и составляет до 40 м/мин. Это двухвальный станок. На каждом валу может быть установлено по 6 пил. На станке можно распиливать бревна диаметром 10–35 см длиной 2–6,5 м. Его недостатком является значительная установленная мощность – 117,5 кВт.

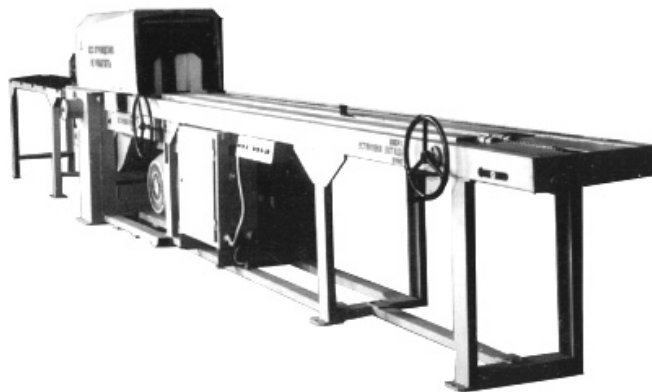


Рис. 102. Станок Ц-32

Высокая производительность и качество распиловки обеспечиваются на станках DWK-700 фирмы Esterer WD (Германия), которые имеют специальные тележки для подачи бревен и двухвальный пильный механизм (рис. 103). Пилы устанавливаются на телескопических валах и автоматически перемещаются относительно друг друга

в зависимости от размеров бревна и схемы распиловки. Специальные тележки надежно закрепляют бревно и подают его в станок. При этом обеспечивается устойчивое положение бревна и высокое качество распиловки. Однако такие станки достаточно сложные в обслуживании и дорогие. Они имеют высокую производительность (скорость подачи до 200 м/мин) и будут эффективными только при переработке больших объемов сырья.

Многопильные круглопильные станки для распиловки брусьев на доски могут быть установлены в лесопильных потоках после лесопильных рам, после круглопильных или ленточнопильных станков или после фрезерно-брусующих станков, на которых выпиливают брусья.

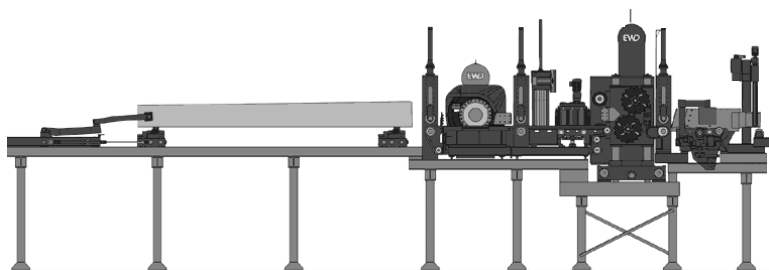


Рис. 103. Тележки для подачи бревен станка DWK-700

Основными показателями для выбора модели многопильного станка считаются высота пропила (толщина бруса), количество пил, энергопотребление. Наиболее распространенными являются станки моделей DK-150 (ЦМ-150), ЦРМ-150, Ц8Д-10, Ц7ДК, FR 10, FP 12, DK-90 фирмы Esterer WD и др.

Например, многопильные станки ЦРМ-150, ЦРМ-180, ЦРМ-200 (Украина) (рис. 104) распиливают брусья толщиной соответственно 150, 180, 200 мм, количество установленных пил – до 10 штук. Скорость подачи брусьев вальцами составляет 6–20 м/мин в зависимости от толщины бруса и количества пил в поставе. Станок обслуживают двое рабочих.

Для распиловки бревен и брусьев применяют *одновальные* или *двухвальные* станки. Двухвальные станки позволяют использовать пилы меньших диаметров и соответственно меньшей толщины. Это способствует повышению объемного выхода досок, так как уменьшается ширина пропила и будут меньшие потери древесины в опилки.

Например, для лесопильных предприятий выпускаются многопильные двухвальные станки Ц8Д-10 (Россия). Наибольшая толщина бруса

составляет 200 мм при диаметре пил 500 мм и толщине пил 2,5 мм. Количество установленных пил – до 8 штук на каждом валу. Скорость подачи составляет от 3 до 24 м/мин в зависимости от толщины бруса и количества пил в поставе.

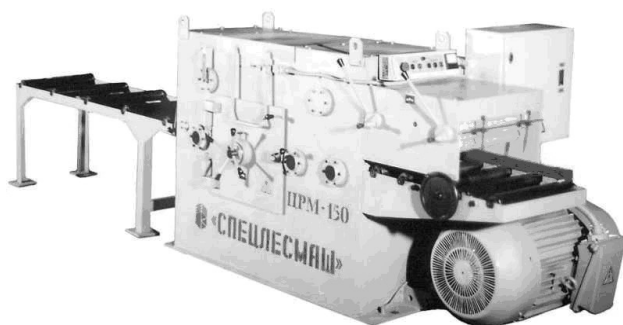


Рис. 104. Станок ЦРМ-150

Внимания заслуживают круглопильные станки для распиловки бревен и брусьев фирмы MS Maschinenbau und Vertriebs GMB (Германия). Станки этой фирмы серии BHS и UBS предназначены для распиловки бревен диаметром 18–34 см длиной до 6 м со скоростью подачи 5–30 м/мин. В зависимости от размеров бревен выбирается двух-, четырех- или шестипильный станок. На этих станках можно выпилить брус толщиной 80–250 мм, а боковые доски – толщиной 18–80 мм в зависимости от схемы распиловки. Станки могут оснащаться автоматической системой установки толщины выпиливаемых брусьев и досок. Бесступенчатое регулирование скорости подачи позволяет выбирать оптимальную скорость распиловки и предохраняет двигатель от перегрузок.

Станки UBS имеют верхнее расположение пильного вала, благодаря чему отпиленные доски и горбыли падают вниз, что полностью исключает заклинивание частей бревна между пилами.

Многопильные станки серии MBS, HNS, DNS предназначены для распиловки брусьев толщиной до 160 мм (MBS) и до 200 мм (HNS и DNS). Количество пил: 6–11 штук (MBS) и 7–16 штук (HNS, DNS). Станки MBS и HNS – одновальные, а станки DNS – двухвальные. Станки могут оснащаться автоматической системой установки толщины досок, лазерным указателем резов. Скорость подачи бесступенчатая и составляет 5–30 м/мин в зависимости от толщины бруса и количества досок в поставе.

На иностранных предприятиях (фирмы Linck, Esterer WD (Германия) и др.) изготавливаются и используются *сдвоенные* многопильные станки с возможностью позиционирования пил в зависимости от размеров бревна или бруса и выпиливаемых досок. Эти станки имеют два автономных пильных суппорта (левый и правый), которые могут перемещаться относительно друг друга. На каждом суппорте имеются два телескопических вала (верхний и нижний), на которых закрепляются пилы (рис. 105). Пильные суппорты и пилы на телескопических валах устанавливаются в соответствии с требуемой схемой распиловки.

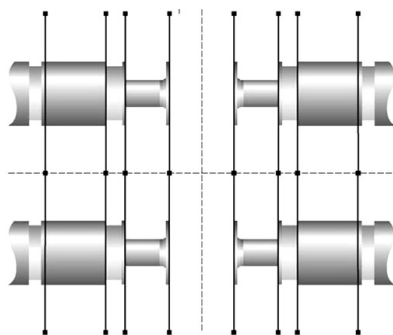


Рис. 105. Схема установки пил на двухвальном станке

Бревно или брус перед распиловкой проходят через измеритель. Информация о геометрических параметрах бревна (бруса) поступает в компьютер, который с учетом спецификации досок выбирает оптимальную схему распиловки и управляет механизмами позиционирования суппортов и пил.

Станки с угловым расположением пил

В последнее время на предприятиях небольшой мощности по распилу сырья начали применяться круглопильные станки, пильный механизм которых имеет 2 пильных вала, расположенных под прямым углом друг к другу. В таких станках перемещение бревна осуществляется на каретке относительно пил или пильный суппорт перемещается относительно стационарно закрепленного бревна.

На станках такого типа реализуется индивидуальный способ распиловки, можно распиливать бревна на радиальные пиломатериалы,

нет необходимости в сортировке сырья. Распиловка ведется пилами в вертикальной и горизонтальной плоскостях и одновременно за один проход может быть выпилена обрезная доска (заготовка) заданного размера в поперечном сечении.

К таким станкам относятся станки «Гризли», «Барс-1А» (Россия), которые могут распиливать бревна диаметром до 100 см, длиной 1–7 м со скоростью подачи до 60 м/мин. На станке «Гризли» распиловка бревна ведется тремя круглыми пилами (одной вертикальной и двумя горизонтальными). Пильный суппорт перемещается вдоль закрепленного бревна и отпиливает одновременно одну или две заготовки.

На станке «Барс-1А» установлен пильный суппорт с двумя пилами (вертикальной и горизонтальной), расположенными под прямым углом друг к другу. Для позиционирования пил используется микропроцессорная система управления, которая позволяет оптимизировать распиловку бревна, в том числе и на радиальные пиломатериалы.

Производительность круглопильных станков

Сменная производительность Π , м³, круглопильных станков определяется по формулам:

для многопильных станков

$$\Pi = \frac{UTq}{L} K_p K_m; \quad (65)$$

для однопильных станков

$$\Pi = \frac{UTq}{Lz} K_p K_m, \quad (66)$$

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 использования 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 Π , м^3 , однопильных станков можно определить также по формуле

$$\Pi = \frac{T}{t_{\text{ц}}} q K_p,$$

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

Продолжительность цикла переработки одного бревна определяют по расчетам или хронометражем всех операций.

ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

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

Эти преимущества заставили потребителей обратить внимание на ленточнопильные станки, так как их применение обеспечивает повышение объемного выхода пилопродукции, упрощает процесс подготовки сырья к распиловке, позволяет в большей степени автоматизировать лесопильное производство.

Однако ленточнопильные станки имеют и недостатки. Пока надежность ленточных пил, точность размеров и формы пиломатериалов, которые распиливают на этих станках, ниже, чем на лесорамах, сами станки достаточно громоздкие, сравнительно большой металлоемкости, более сложные в обслуживании.

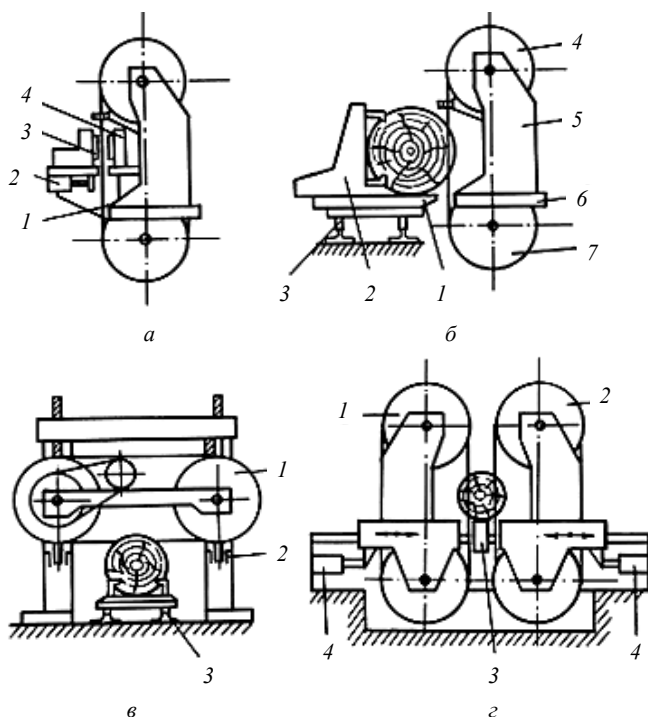


Рис. 106. Схемы ленточнопильных станков:

- а* – вертикальный для ребровой распиловки горбылей и толстых досок:
 1 – ленточная пила; 2 – гидроцилиндр прижимных вальцов;
 3 – прижимные вальцы; 4 – гусеница механизма подачи;
- б* – вертикальный для распиловки бревен: 1 – тележка;
 2 – механизм зажима бревна; 3 – рельсы;
 4, 7 – пильные шкивы; 5 – стойка станины; 6 – плита;
- в* – горизонтальный: 1 – шкив;
 2 – колонки, на которых перемещаются шкивы; 3 – тележка с бревном;
- г* – вертикальные в линии ЛБЛ-1: 1, 2 – левый и правый станки;
 3 – каретка с бревном; 4 – гидropозиционеры для перемещения станков

Ленточнопильные станки бывают (рис. 106):

- вертикальные и горизонтальные;
- однопильные и многопильные;
- с подачей бревна на тележках;
- с конвейерной подачей бревна;
- с перемещением бревна относительно пил;

– с перемещением пильного суппорта относительно стационарно закрепленного бревна.

Вертикальные ленточнопильные станки

В *вертикальных однопильных* станках бревно закрепляют на тележке, которая перемещается по рельсам. После каждого реза бревно можно подать в сторону пилы с учетом толщины доски, можно повернуть относительно пилы с учетом расположения годичных слоев или качества бревна. Однопильные станки предназначены для распиловки крупных бревен.

Современные станки имеют автоматизированную систему управления, которая выбирает оптимальную схему распиловки в зависимости от индивидуальных особенностей, размеров и качества бревна и спецификации пиломатериалов, перемещает бревно относительно пил на толщину доски, поворачивает бревно и т. д.

Например, вертикальный однопильный станок ЛБ 100-3 предназначен для распиловки бревен диаметром в комле до 70 см и длиной до 6,5 м на пиломатериалы толщиной от 3 мм. На станках устанавливают пилы шириной 100–135 мм и толщиной 1–1,2 мм. Распиловку можно вести со скоростью подачи 5–80 м/мин в зависимости от размеров бревен. Станок обеспечивает высокую точность размеров досок и качество их поверхности.

Хорошие показатели по производительности и качеству пиломатериалов имеют станки EBB 1400, EBB 1600 фирмы Esterer WD (Германия), станки 1300/SGE/CEL фирмы Primultini (Италия), станки UHM 100, UHM 120 фирмы Üstünkərli (Турция) и др.

На станке UHM 120 (рис. 107) оператор управляет работой гидравлической тележки, на которой закрепляется бревно, с дистанционного пульта, оборудованного электронными устройствами для определения и формирования параметров обработки, и с помощью специальной программы обеспечивает оптимальный раскрой бревна.

При распиловке средних или мелких бревен такие станки менее эффективны, чем лесорамы, так как много времени затрачивается на дополнительные операции: установку и возвратно-поступательное перемещение бревна. Чтобы повысить эффективность таких станков, их устанавливают по два или более в потоке.

Например, линия ЛБЛ-1 (см. рис. 106, з) состоит из двух станков, которые установлены на двух суппортах *симметрично относительно продольной оси подачи бревен*. Относительно оси подачи бревен станки

перемещаются автоматически с помощью гидравлических позиционеров. Расстояние между станками устанавливается в зависимости от диаметра бревна и толщины выпиливаемых досок.

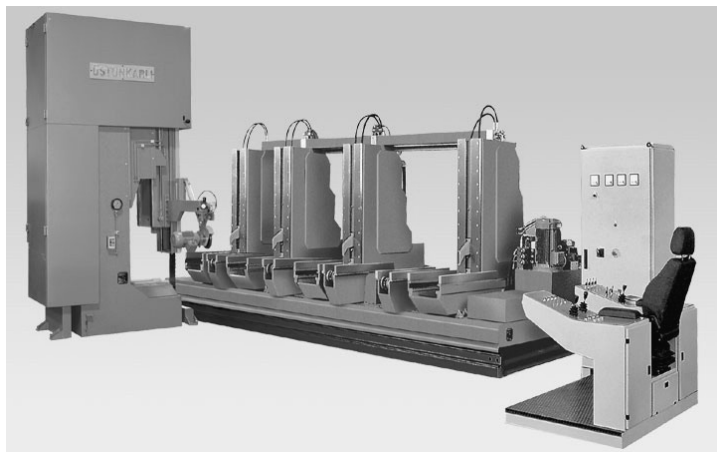


Рис. 107. Вертикальный ленточнопильный станок

Измеритель диаметра бревна, который имеется в составе линии, передает на компьютер информацию о его размерах и форме. Компьютер выбирает схему распиловки с учетом спецификации пиломатериалов и управляет процессом распиловки. Оператор при необходимости может перейти на ручное управление.

Бревно подается на пилы с помощью каретки, которая перемещается по рельсам, и закрепляется двумя торцовыми упорами с пневмозажимами. Перемещение каретки с бревном возвратно-поступательное. При первом проходе через станки от бревна отпиливают два горбыля, затем станки перемещаются на толщину доски. При втором проходе от бревна отпиливают две доски заданной толщины. Затем процесс повторяется, пока не получат сердцевинную доску или брус заданной толщины.

Если установить несколько пар станков одна за другой, тогда можно обеспечить распиловку бревна за один проход (рис. 108). Подачу бревен в этом случае можно осуществлять конвейером с торцовыми зажимами. Каждая пара ленточнопильных станков отпиливает по две доски заданных размеров. Схему распиловки бревна выбирает компьютер в зависимости от его диаметра и спецификации пиломатериалов.

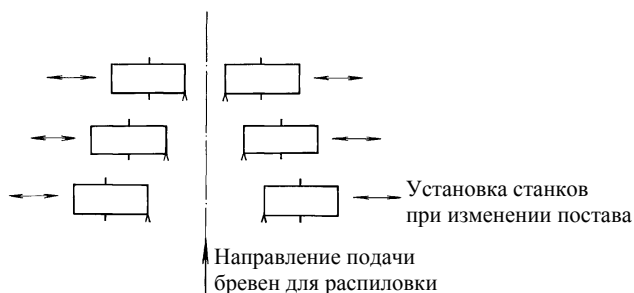


Рис. 108. Схема последовательной установки в потоке ленточнопильных станков для распиловки бревна за один проход

В двухпильных станках с *тандемным расположением пильных механизмов*, например ЛЛК-2 (Россия) (рис. 109), установка, закрепление и перемещение бревна осуществляется автоматически с помощью тележки-манипулятора, которая движется по рельсам. Пильные механизмы перемещаются относительно друг друга в соответствии с программой, которая учитывает размеры бревен и пиломатериалов. Бревно после каждого реза можно подать в сторону пил, можно повернуть относительно пил.

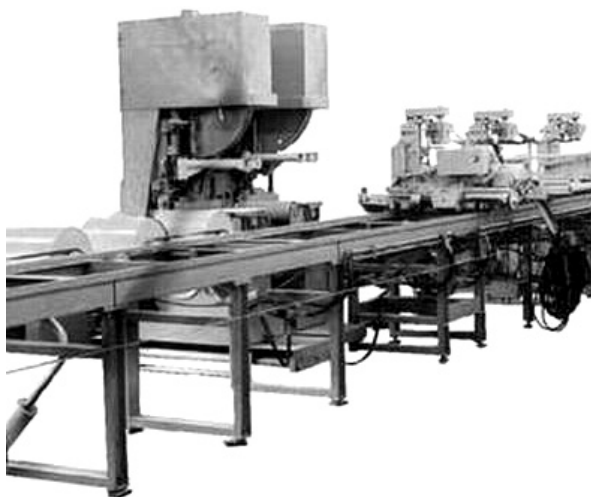


Рис. 109. Двухпильный станок с тандемным расположением пильных механизмов

При первом проходе через станок от бревна отпиливается горбыль и одна доска, толщина которой задана расстоянием между пилами. Затем бревно поворачивается, прижимается пропиленной поверхностью к упору на тележке и подается в сторону пил. При этом отпиливается горбыль и доска с другой стороны бревна. Полученный брус можно распилить на этом же станке, но лучше использовать многопильный круглопильный станок.

На станке ЛЛК-2 можно распилывать бревна диаметром до 60 см длиной 1,5–6,5 м. Ширина пил – 100–130 мм, толщина – 1–1,2 мм. Скорость подачи бревна бесступенчатая и составляет до 60 м/мин. Станок обеспечивает высокую производительность и качество пиломатериалов. Его обслуживают двое рабочих.

Горизонтальные ленточнопильные станки

Горизонтальные ленточнопильные станки бывают однопильными и многопильными. В однопильных станках, например станок LT40HD фирмы Wood-Mizer (США) (рис. 110), пильный механизм перемещается вдоль бревна и отпиливает сначала горбыль, а затем доски одну за другой. Толщина досок устанавливается перемещением пилы вниз после каждого реза. Бревно закрепляется и при необходимости поворачивается на станке благодаря гидравлическим прижимам. Укладывается бревно на станину с помощью гидравлических захватов. На станке можно распилывать бревна диаметром до 90 см и длиной до 6,4 м. Ширина пропила – 2 мм. Недостатком таких станков по сравнению с вертикальными является низкая производительность (до 8 м³ в смену), но при небольшой скорости подачи улучшается качество поверхности досок. Еще одним недостатком таких станков является затруднение механизации удаления досок – их приходится снимать вручную. В последнее время разработаны устройства для снятия отпиленных досок. Доски сдвигают с бревна упорами при возвратном (холостом) движении пильного суппорта. Но такие механизмы усложняют конструкцию станка и не всегда эффективны, ненадежны в работе. Горизонтальные ленточнопильные станки целесообразно и эффективно использовать на предприятиях малой мощности по распилу сырья.

Многопильные горизонтальные станки позволяют за один проход распилить бревно или брус на пиломатериалы. Они включают несколько пильных механизмов, установленных друг за другом по ходу подачи бревна (бруса). Они имеют большую производительность, но достаточно сложны в обслуживании и дорогие.

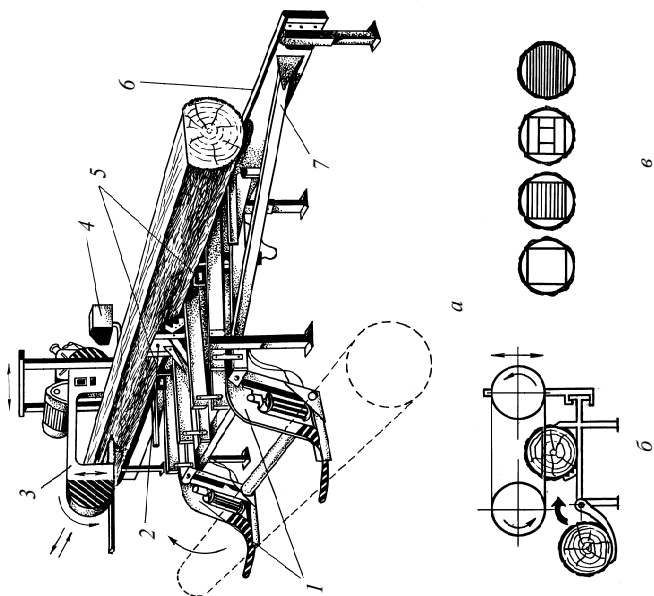


Рис. 110. Схема горизонтального ленточнопильного станка:
а – общий вид станка: 1 – загрузочные рычаги; 2 – устройство для центрирования и закрепления бревна;
 3 – пильный агрегат; 4 – пульт управления; 5 – гидравлические подъемники бревна;
б – направляющая рейка для пильного агрегата; 7 – рама;
 6 – функциональная схема станка; 6 – примеры схем распиловки бревна

Ленточно-конвейерные линии

В последнее время на лесопильных предприятиях начали применять ленточно-конвейерные линии на базе многопильных станков фирмы «Гравитон» (Россия). В состав автоматизированной *ленточно-конвейерной линии* входят станки, которые распиливают бревно на обрезные пиломатериалы в следующей последовательности (рис. 111, 1–4):

- 1) на двухпильном вертикальном ленточном станке отпиливают два боковых горбыля, а затем на горизонтальном станке – нижний горбыль;
- 2) на многопильном горизонтальном ленточном станке отпиливают верхний горбыль и распиливают трехкантный брус на обрезные доски;
- 3) на горизонтальном ленточном станке горбыли распиливают на необрезные доски;
- 4) на круглопильном обрезном станке обрезают необрезные доски.

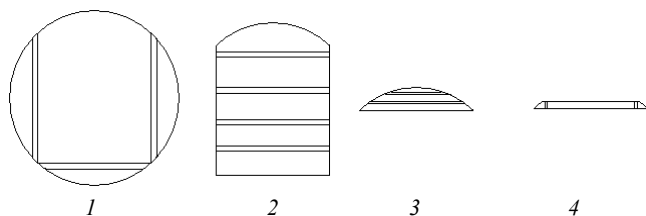


Рис. 111. Схема распиловки бревен на ленточно-конвейерной линии «Гравитон»

Для выполнения указанных операций фирма «Гравитон» выпускает следующие станки:

- 1) станок «Гравитон-КЛБ» для распиловки бревна на брус (двух или трехкантный) и горбыли (рис. 112);
- 2) ленточнопильный станок «Гравитон-МЛК» для распиловки бруса на обрезные доски (рис. 113);
- 3) станок для распиловки горбылей на необрезные доски «Гравитон-СПГ» (рис. 114);
- 4) обрезной круглопильный станок «Гравитон-СКД».

Бревна подают цепным конвейером, конструкция которого позволяет надежно закрепить бревно с помощью прижимных роликов и подать его в пильный механизм станка КЛБ. Выпиленный трехкантный брус поступает на конвейер станка МЛК и распиливается на обрезные доски, которые ленточным конвейером передаются на сортировку. Горбыли от станков КЛБ и МЛК системой конвейеров

передвигаются на станок СПГ, а необрезные доски после распиловки горбылей – на станок СКД.

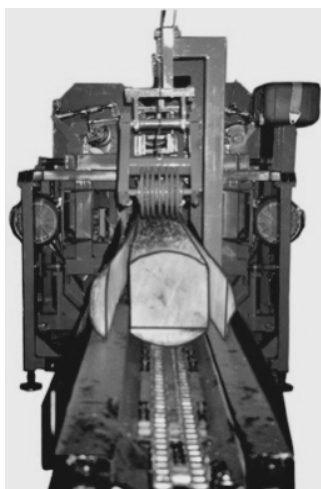


Рис. 112. Станок «Гравитон-КЛБ»
для выпилки двух- или
трехкантного бруса

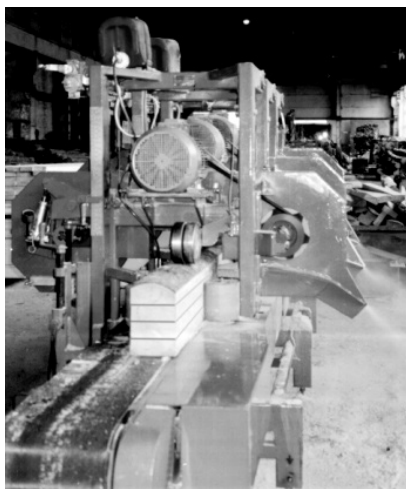


Рис. 113. Многопильный станок
«Гравитон-МЛК»
для распиловки бруса

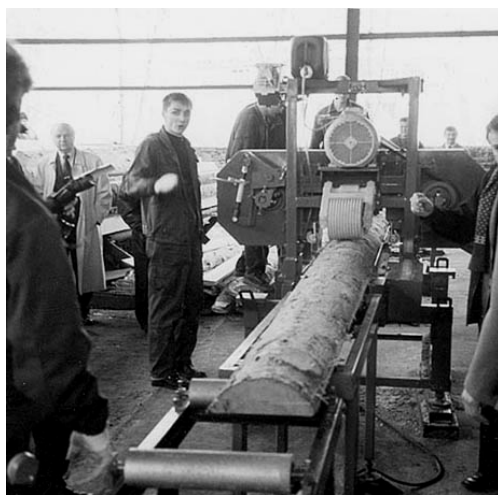


Рис. 114. Станок «Гравитон-СПГ» для распиловки горбылей

Управление конвейерной линией автоматизированное. Скорость конвейерной линии составляет 4–24 м/мин в зависимости от размеров бревен и схемы распиловки (количества пил в поставе и их ширины).

Отметим, что на станках КЛБ и МЛК применяют ленточные пилы шириной 35 мм или 88 мм, толщиной 1–1,8 мм. При распиловке широкими пилами достигается более высокая производительность и обеспечивается лучшее качество выпиленных досок. На станках можно распиливать бревна диаметром до 45–50 см, длиной до 6,1 м.

Учитывая, что толщина ленточных пил значительно меньше, чем круглых или рамных пил, потери в опилки будут также меньшими, а объемный выход досок значительно увеличивается.



Рис. 115. Многоленточный комбайн МК фирмы «Гравитон»

На фирме «Гравитон» создан также многоленточный комбайн МК, который включает несколько сдвоенных вертикальных пильных механизмов, расположенных один за другим симметрично оси подающего конвейера (рис. 115). Первая пара пил отпиливает боковые горбыли, вторая – две необрезные доски, третья – еще две доски и т. д. в зависимости от конструкции комбайна и размеров бревна. Если выпиливается двухкантный брус, то он подается на многоленточный станок МЛК, который распиливает его на обрезные доски. Перемещение пильных механизмов, т. е. настройка на толщину выпиленных досок или бруса, осуществляется автоматически. Диаметр распиливаемых бревен – до 60 см, длина – до 6,1 м, скорость подачи бревна составляет 4–18 м/мин.

Эти линии позволяют вести рациональный раскрой бревен (ширина пропила – до 2–2,5 мм) с достаточно высокой производительностью (до 200 м³ в смену). Однако они сложные в обслуживании и дорогие.

Расчет сменной производительности ленточнопильных станков ведут по методике расчета круглопильных станков, которая приведена выше (формулы (65), (66)).

ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ НА БАЗЕ АГРЕГАТНЫХ ЛИНИЙ

Развитие целлюлозно-бумажной промышленности требует значительного увеличения объемов сырья – технологической щепы. По этой причине в последнее время на лесопильных предприятиях все большее распространение получают *агрегатные линии* для переработки круглых лесоматериалов на обрезные пиломатериалы и технологическую щепу.

В лесопильных потоках на базе лесопильных рам устанавливают комплект технологического и транспортного оборудования. Перерабатываемое сырье и полуфабрикаты проходят обработку на многих станках и установках, пока не получится продукция – обрезные пиломатериалы и технологическая щепка.

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);
- линии фрезернопильные (ЛФП);
- линии на базе фрезерно-брусующих станков (ЛФБ) (рис. 116).

Линии агрегатной переработки бревен

ЛАПБ предназначена для переработки бревен диаметром 10–18 см на обрезные пиломатериалы и технологическую щепу. На линии бревна сначала обрабатывают до формы ступеньчатого бруса, а затем распиливают его за один проход на обрезные доски. Последовательность технологических операций следующая (рис. 116, а):

1) предварительное формирование сечения бруса путем фрезерования верхней и нижней поверхностей;

- 2) формирование фрезерованием боковых поверхностей бруса и зачистка ранее сформированных поверхностей;
- 3) распиловка ступеньчатого бруса на обрезные доски.

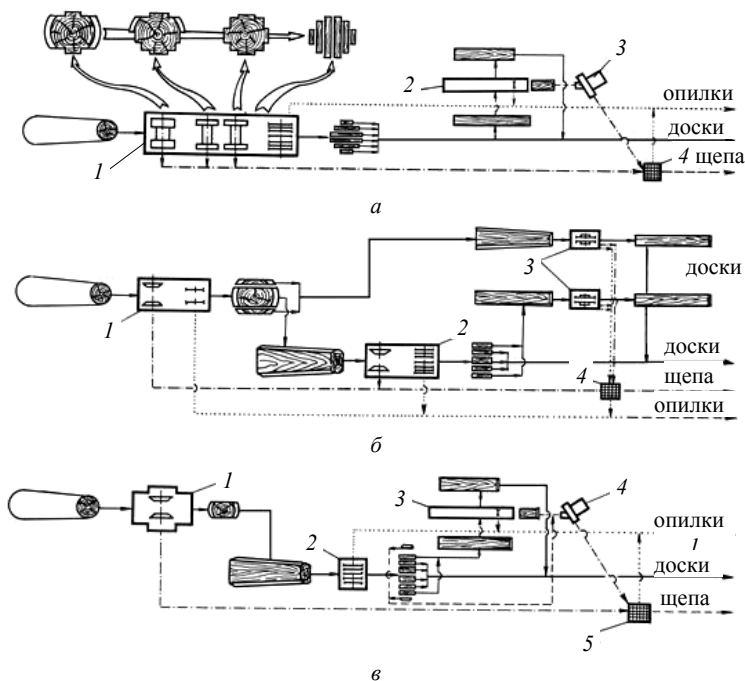


Рис. 116. Структурные схемы лесопильных потоков:

а – с линией агрегатной переработки бревен:

1 – ЛАПБ; 2 – торцовочное устройство; 3 – рубительная машина;

4 – сортировочное устройство для щепы;

б – с фрезернопильными линиями: 1 – линия первого ряда ЛФП-2;

2 – линия второго ряда ЛФП-3; 3 – фрезерно-обрезные станки;

4 – сортировочные устройства для щепы;

в – с фрезерно-брусующим и круглопильным станками:

1 – фрезерно-брусующий станок; 2 – многопильный круглопильный станок;

3 – торцовочное устройство; 4 – рубительная машина;

5 – сортировочное устройство для щепы

Загрузка бревен в ЛАПБ осуществляется подающим гусеничным конвейером, перемещение бревна (бруса) внутри линии – механизмом подачи вальцового типа. За пильным механизмом установлены

разделительные шины. Пакет досок выходит из агрегата на роликовый конвейер с разделительным устройством. Центральные доски перемещаются прямо на сортировку, а боковые – на предварительную торцовку. Технологическая щепа поступает на сортировочное устройство, а затем в бункер.

Скорость подачи бревен в линии ЛАПБ составляет 40, 50 или 60 м/мин в зависимости от их размеров. Значит, ее производительность значительно выше производительности лесорам. Применение ЛАПБ эффективно при переработке объемов сырья не менее 50 тыс. м³ в год. Для обеспечения высокой производительности необходимы сортировка сырья и подборка партий бревен одного диаметра по 100–150 штук в каждой партии.

К недостаткам ЛАПБ можно отнести ее большую энерго- и металлоемкость (установленная мощность около 400 кВт и масса около 40 т); сравнительно небольшой объемный выход (около 50%) и невысокое качество пиломатериалов (по шероховатости пластей и кромок); ограниченный диапазон диаметров бревен, которые можно переработать на линии.

Фрезернопильные линии

Фрезернопильные линии работают по двухпроходной схеме. Линия первого ряда ЛФП-2 (рис 117, а) предназначена для переработки бревен диаметром 10–24 см на брус, необрезные доски и щепу; линия второго ряда ЛФП-3 (рис. 117, б) – для переработки брусьев на пиломатериалы и щепу.

Каждая из указанных линий имеет по одному фрезерно-брусующему станку ФБ-3. В линии ЛФП-2 после станка ФБ-3 брус поступает на круглопильный станок Ц4Д-1Ф. При этом пласти бруса находятся в вертикальной плоскости. На станке Ц4Д-1Ф механизм фрезерования калибрует брус на высоте и внизу его образуется горизонтальная базовая поверхность. Затем круглыми пилами отпиливают по одной или по две необрезные доски с каждой стороны бруса. Брус заданной толщины поступает на линию второго ряда ЛФП-3, а необрезные доски – на фрезерно-обрезной станок.

В линии ЛФП-3 после станка ФБ-3 брус поступает на круглопильный станок Ц9Д-1 и распиливается на доски. За станком установлен роликовый конвейер с разделительным устройством. Обрезные доски поступают на сортировку, а необрезные – на фрезерно-обрезной станок.

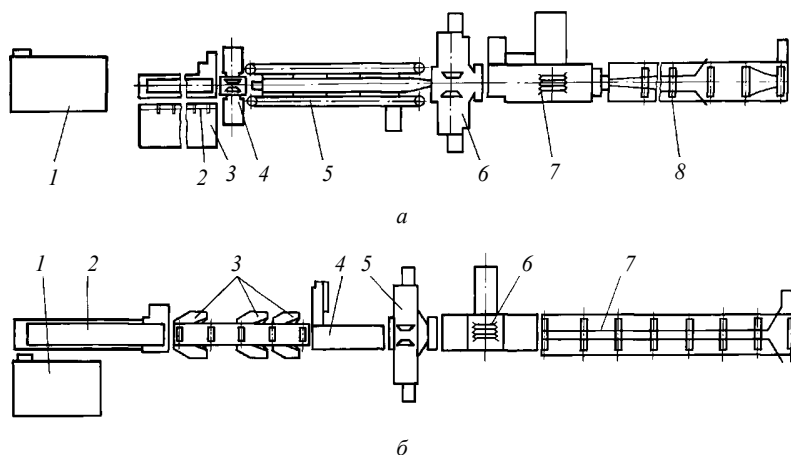


Рис. 117. Схема фрезернопильных линий для переработки бревен:
 а – линия ЛФП-2: 1 – кабина оператора; 2 – конвейер; 3 – накопитель;
 4 – станок фрезерный для создания базовой поверхности;
 5 – подающий конвейер; 6 – фрезерно-брусующий станок;
 7 – станок многопильный круглопильный; 8 – конвейер роликовый;
 б – линия ЛФП-3: 1 – кабина оператора; 2 – конвейер;
 3 – центрирующее устройство; 4 – подающий механизм;
 5 – фрезерно-брусующий станок; 6 – станок многопильный круглопильный;
 7 – конвейер роликовый

Линии ЛФП-2 и ЛФП-3 имеют скорость подачи в пределах 40–60 м/мин, т. е. высокую производительность, но они, также как и ЛАПБ, очень энерго- и металлоемкие, и поэтому их применение ограничено.

Эффективность применения таких фрезернопильных линий обеспечивается при годовых объемах переработки сырья не менее 70 тыс. м³. Средний выход продукции при переработке бревен диаметром 14–24 см на ЛФП: пиломатериалы обрезные – 55%, технологическая щепка – около 30%.

В последнее время на иностранных предприятиях созданы и работают на лесопильных заводах *фрезерно-профилирующе-пильные комплексы*. На этих линиях нет необходимости устанавливать фрезерно-обрезные станки, так как в процессе обработки профилируют брус с переработкой обзолной зоны досок в щепу.

Последовательность технологических операций на фрезерно-профилирующе-пильном комплексе следующая (рис. 118):

- 1) фрезерование боковых зон бревна и получение двухкантного бруса;

- 2) фрезерование боковых зон двухкантного бруса:
 - а) при переработке средних и крупных бревен получают четырехкантный брус с обзолными участками по длине и щепу;
 - б) при переработке тонкомерного пиловочника получают чисто-обрезной четырехкантный брус и щепу;
- 3) профилирование бруса с обзолными участками (снятие обзолных кромок и получение боковых досок меньшей ширины);
- 4) распиловка бруса:
 - а) профилированного бруса на обрезные доски;
 - б) четырехкантного;
- 5) при переработке крупных бревен возможна дополнительная радиальная распиловка досок на более узкие.

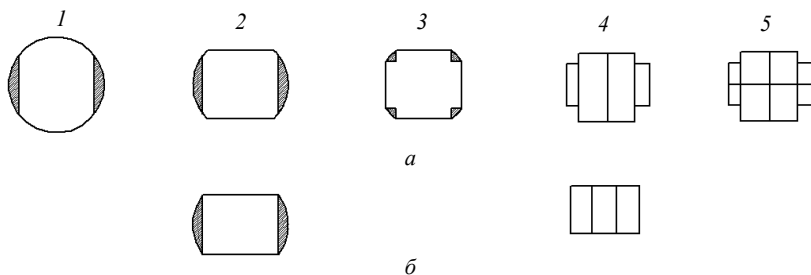


Рис. 118. Схема переработки бревен на фрезерно-профилирующе-пильном комплексе

По такой схеме работает фрезерно-профилирующе-пильный комплекс GIGA 02 В фирмы A. Costa (Италия) (рис. 119).

Лесопильный комплекс GIGA 02 В состоит из трех сварных стальных конструкций (контейнеров), устанавливаемых в ряд один за другим. В контейнерах располагается необходимое станочное и конвейерное оборудование, электрические распределительные шкафы и проложенные в шахтах кабели, гидравлическая станция с трубопроводами, кабина оператора со встроенной системой видеоконтроля и компьютерного управления.

Контейнеры закрыты «сэндвичными» панелями, служащими шумо-, тепло- и пылезащитой.

Контейнеры устанавливаются на стальное основание (опоры) или на бетонную площадку в неотапливаемом помещении либо вне производственных помещений под навесом, температура эксплуатации – до -30°C .

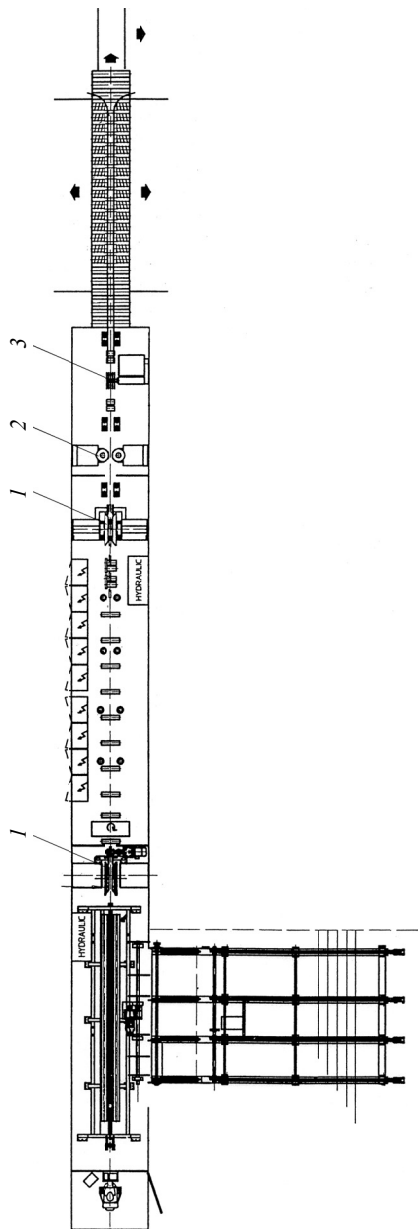


Рис. 119. Общий вид фрезерно-профилирующе-пильного комплекса GIGA 02 В фирмы А. Соста (Италия):
 1 – фрезерно-брусующий станок Sapata; 2 – профилирующий фрезерный станок Fuga;
 3 – двухвальный многопрофильный станок Sonata

Контейнерно-модульное исполнение комплекса позволяет использовать модули в произвольном функциональном назначении и сочетании как для фрезерно-брусующего, так и для многопильного или же профилирующего станка.

Фрезерно-профилирующе-пильный комплекс GIGA 02 В включает следующее оборудование:

- кабину оператора с мягким креслом и пультом управления (монитор с видеокамерой), тепло- и звукоизолированную;
- загрузочный поперечный цепной конвейер;
- разобщик бревен;
- устройство поштучной выдачи бревен;
- устройство для оптимальной ориентации бревен с двумя параллельными оси бревна рифлеными валами и лазерной системой;
- фрезерно-брусующий станок Cantata с подающим устройством для бревен, состоящим из зубчатой двойной цепи, проходящей через станок, и гидравлического верхнего прижима, которые обеспечивают надежное удержание бревна при его фрезеровании;
- устройство для поворота бруса на 90° с боковыми рифлеными вальцами;
- приводной роликовый конвейер для перемещения бруса;
- узлы центрирования бруса;
- два прижимных подающих вальца для бруса;
- фрезерно-брусующий станок Cantata для фрезерования бруса с вертикальными вытягивающими вальцами;
- профилирующий фрезерный станок Fuga для снятия обзольных кромок с горизонтально расположенными четырьмя фрезами и вертикальными подающими и вытягивающими вальцами;
- двухвальный многопильный станок Sonata для распиловки бруса с горизонтальными подающими вальцами;
- вертикальные подающие и вытягивающие вальцы;
- горизонтальные подающие вальцы;
- роликовый конвейер с разделительными шинами;
- разделительные шины;
- роликовый конвейер с поперечным сбрасывателем досок.

Фрезерно-брусующие станки Cantata имеют по два фрезерных диска со спирально расположенными на них комплектами ножей и с подчистными пилами. Независимое позиционирование дисков по ширине осуществляют два позиционирующих узла в программном режиме. Расстояние между фрезерными дисками может изменяться

от 80 мм до 250 мм. Наибольшая толщина снимаемого слоя с каждой стороны бревна составляет 80 мм.

На фрезерно-брусующих станках можно перерабатывать бревна диаметром 12–36 см, длиной 2–6 м, включая кривизну до 1 см/м и сбежистость до 2 см/м. Скорость продольной подачи 20–60 м/мин.

Односторонний двухвальный многопильный станок Sonata имеет два консольно расположенных друг над другом пильных модуля, обеспечивающих высоту распила до 250 мм.

Работа фрезернопильного комплекса GIGA 02 В заключается в следующем. Окоренные и рассортированные бревна подаются лесопогрущиком на загрузочное устройство и, благодаря разобшителью, устройством поштучной выдачи попадают на два длинные горизонтальные параллельные оси бревна рифленые вальцы. С помощью этих вальцов и лазерных лучей бревно вращается и ориентируется в оптимальное положение относительно фрезерных дисков. После ориентации дается команда «старт», горизонтальные вальцы опускаются и бревно оказывается на зубчатой цепи, прижимается сверху вальцами и протягивается цепью через станок.

Как только двухкантный брус вышел из станка, осуществляется его поворот на 90° специальным поворотным устройством.

Затем брус роликовым конвейером с центрирующими упорами перемещается ко второму фрезерно-брусующему станку. Надежное удержание бруса при фрезеровании производят подающие ролики, прижимающие брус сверху.

Далее брус поступает в профилирующий фрезерный станок для снятия обзолных кромок и в двухвальный многопильный станок для распиловки на обрезные доски. Продвижение бруса через станки осуществляется группой подающих вальцов (вертикальных и горизонтальных). На выходе из линии установлены роликовый конвейер с разделительными шинами для отделения узких боковых досок и роликовый конвейер со сталкивателем для сброса сердцевинных центральных досок на отдельно установленную линию торцовки и штабелирования.

Кроме линии фирмы А. Costa, такие фрезерно-профилирующие линии изготавливают предприятия фирмы Esterer WD, Linck и др. Эти линии достаточно сложные в обслуживании, энергоемкие и дорогие.

Объемный выход обрезных досок при переработке бревен на фрезернопильных линиях сравнительно низкий (до 50%). Поэтому их использование будет эффективным только на предприятиях, имеющих в своем составе цехи по производству целлюлозы и бумаги, сырьем для которых является технологическая щепка.

Линии на базе фрезерно-брусующих станков

Для комплексной переработки маломерных бревен диаметром 8–13 см на пилопродукцию и технологическую щепу в БГТУ созданы фрезерно-брусующие и многопильные круглопильные станки и линии на их основе (рис. 120).

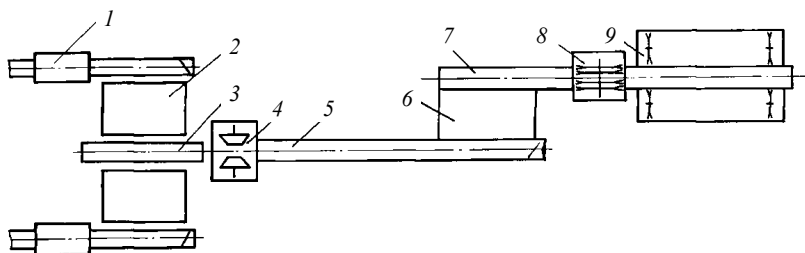


Рис. 120. Схема фрезерно-брусующей линии:

- 1 – окорочные станки; 2 – накопители; 3 – подающий конвейер;
4 – фрезерно-брусующий станок; 5, 6, 7 – конвейеры;
8 – многопильный круглопильный станок; 9 – торцовочные станки

На фрезерно-брусующем станке БРМ-1 из бревна путем фрезерования двумя торцово-коническими фрезами получают брус и технологическую щепу. Затем брус на многопильном круглопильном станке Ц2М-1 распиливают на доски.

Кроме станков, разработанных в БГТУ, можно применять фрезерно-брусующие станки ФБС-750 и круглопильные многопильные станки. Если необходимо получить четырехкантный брус, то можно поставить один за другим два станка или пропустить брус дважды через станок.

В БГТУ разработана линия переработки мелких бревен фрезерованием ЛПТФ, которая работает по двухпроходной схеме. В линию, кроме фрезерно-брусующего станка, входят ленточный конвейер для подачи бревен (брусьев), механизм центрирования бревна (бруса), роликовые конвейеры для перемещения бруса, пневмосистема для удаления щепы.

Линия предназначена для переработки бревен диаметром 8–16 см, длиной 1,5–3,5 м на двух- или четырехкантные брусья размером в поперечном сечении от 40×40 мм до 120×120 мм. Линию можно использовать на лесоперерабатывающих предприятиях с годовым объемом до 25 тыс. м³ сырья (при двухсменной работе), скорость подачи – 24 или 48 м/мин.

Производительность линий на базе агрегатного оборудования

Сменную производительность линий ЛАПБ, ЛФП или ЛФБ определяют по формуле

$$\Pi_{\text{л}} = UTq_i K_i K_{\text{т}} / L_i,$$

где U – скорость подачи, м/мин; T – продолжительность смены, мин; q_i – объем i -го бревна, м³; L_i – длина i -го бревна, м; K_i – коэффициент использования лесопильного потока при распиловке бревен i -го диаметра; $K_{\text{т}}$ – коэффициент использования рабочего времени.

Отметим, что коэффициенты K_i и $K_{\text{т}}$ можно определить соответственно по формулам (59) и (60). В этих формулах при расчете коэффициента K_i для линий ЛАПБ принимают $\sum t_{n1} = 5,1$ с, $\sum t_{n2} = 0$; для линий ЛФП – $\sum t_{n1} = 2,89$ с, $\sum t_{n2} = 3,69$ с; для линий ЛФБ – $\sum t_{n1} + t_{n2} = 3,1$ с; для всех линий $\delta = 1$.

При расчете коэффициента $K_{\text{т}}$ 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.

Контрольные вопросы

1. Какие преимущества и недостатки имеет распиловка бревен на круглопильных станках? 2. Дайте характеристику круглопильных станков для распиловки сырья. 3. Особенности распиловки бревен на однопильных круглопильных станках; на многопильных круглопильных станках. 4. Какие преимущества и недостатки имеют ленточнопильные станки? 5. Дайте характеристику ленточнопильных станков. 6. Особенности распиловки бревен на ленточно-конвейерных линиях «Гравитон». 7. Как определить производительность круглопильных и ленточнопильных станков? 8. Назовите линии для агрегатной переработки сырья и охарактеризуйте их. 9. Последовательность операций на ЛАПБ. 10. Особенности переработки сырья на ЛФП. 11. Укажите особенности переработки бревен на фрезерно-брусующих линиях. 12. Как определить производительность линий для агрегатной переработки бревен?

Упражнения

1. Определить сменную производительность ЛАПБ-2, которая перерабатывает хвойные бревна диаметром 18 см и длиной 5 м.
2. В потоке с фрезерно-брусующим и многопильным круглопильным станками перерабатывают хвойные бревна диаметром 14 см и длиной 4 м. Определить сменную производительность потока по распиливаемому сырию.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Технологический план цеха – это чертеж, который в масштабе в условных обозначениях детально отображает размещение технологического, вспомогательного и транспортного оборудования, переходов, лестниц и люков, пакетов сырья и пилопродукции и др. При разработке технологического плана лесопилоцеха необходимо обеспечить рациональное и комплексное использование древесины, полную и эффективную загрузку технологического оборудования, комплексную механизацию трудоемких операций и выполнение правил охраны труда.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПОТОКОВ И ПРИНЦИПЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Потоки лесопильных цехов могут быть разнообразными. По классификации проф. П. П. Аксенова в зависимости от вида и размеров сырья и пилопродукции, способов распиловки и оборудования, которое применяется для переработки бревен и досок, лесопильные потоки разделяют по следующим основным признакам:

- по породам, размерам и качеству распиливаемых бревен;
- по виду выпиленных пиломатериалов;
- по способам распиловки сырья;
- по типу оборудования, которое применяется для распиловки.

Выделяют следующие *основные специализированные потоки*:

- для распиловки бревен хвойных пород с брусковкой на обрезные пиломатериалы с применением двухэтажных лесопильных рам;
- для распиловки бревен хвойных и лиственных пород вразвал на необрезные и обрезные пиломатериалы с применением двух- и одноэтажных лесорам;
- для распиловки мелких и средних бревен хвойных и лиственных пород с брусковкой на обрезные и необрезные доски с применением круглопильных станков;
- для распиловки крупного и низкокачественного сырья индивидуальным способом на ленточнопильных станках;
- для переработки бревен на обрезные и необрезные пиломатериалы на агрегатном оборудовании.

В зависимости от конкретных условий производства и требований потребителей продукции выбирают тот или иной лесопильный поток. При выборе необходимо выполнить технико-экономические

расчеты, чтобы показать эффективность потока для условий данного производства.

Основные принципы проектирования лесопильных потоков (по П. П. Аксенову):

- необходимо выполнять технологические операции последовательно в направлении потока (пересечение путей перемещения сырья и полуфабрикатов или возвратные перемещения не допускаются);
- расстояния перемещения лесоматериалов в процессе обработки должны быть кратчайшими, но при этом следует учитывать наибольшие размеры бревен, которые распиливают в цехе;
- в потоке должно предусматриваться эффективное чередование продольного и поперечного перемещения лесоматериалов, с тем чтобы лучше использовалась площадь цеха;
- чтобы облегчить перемещение лесоматериалов, предусматривают снижение уровня пола на участках цеха;
- технологические и транспортные операции в цехе должны быть синхронизированные;
- необходимо обеспечить удаление и переработку отходов производства в местах их образования.

В современных лесопильных потоках предусматривают установку высокопроизводительного технологического оборудования, которое обеспечивает рациональное использование древесины, а также вспомогательного оборудования для механизации и автоматизации трудоемких переместительных операций.

ПЛАНЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ НА БАЗЕ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

Лесопильные цехи могут быть двухэтажными или одноэтажными в зависимости от того, какие лесорамы установлены в них. Рассмотрим особенности размещения оборудования в двух- и одноэтажных цехах.

Двухэтажные лесопильные цехи

В лесопильном цехе могут предусматриваться рамные потоки для распиловки бревен со 100% брусковой или со смешанной распиловкой (вразвал и с брусковой).

Размещение оборудования в потоке зависит от способа распиловки бревен. В лесопильном цехе выделяют следующие участки – лесопильных рам; торцовки и обрезки досок; переработки отходов.

Участок лесопильных рам. Лесопильные рамы устанавливают в потоке чаще всего в два ряда. Лесопильные рамы первого ряда распиливают бревна, а лесопильные рамы второго ряда – брусья. Схемы размещения лесопильных рам и околорамного оборудования в лесопильном потоке, а также расстояния между ними и другим оборудованием представлены на рис. 121 и 122. На схемах показано размещение оборудования на втором этаже двухэтажного лесопильного цеха.

В потоке (рис. 121), где предусмотрена распиловка бревен только с брусковой, устанавливают один продольный цепной конвейер для подачи бревен к лесораме первого ряда. Бревно при перемещении конвейером нажимает передним торцом на флажок выключателя, который установлен в конце конвейера, и выключает двигатель. Конвейер останавливается, включается сбрасыватель бревен и рычагами толкает бревно. Оно падает на накопительную площадку. Флажок выключателя занимает предыдущее положение и двигатель включается, конвейер подает следующее бревно.

По команде рабочего-рамщика с накопительной площадки бревно специальным механизмом по одному подаются на впередирамную тележку. На тележке бревно зажимается клещами, устанавливается точно по центру постава пил и подается в лесораму первого ряда. После лесорамы установлен направляющий аппарат. Брус, выпиленный из бревна, заходит между пластинами направляющего аппарата, а необрезные доски и горбыли проходят за ними и попадают на роликовый конвейер, по которому перемещаются к упору и сбрасываются на поперечный цепной конвейер (ролики имеют спиральную навивку).

Брус задерживается между пластинами направляющего аппарата благодаря силе трения. Его выталкивает очередной брус, когда распиливают следующее бревно. Брус попадает на роликовый конвейер и перемещается им до упора, который установлен над конвейером.

Затем брусоперекладчик перемещает брус в сторону к механизму подачи в лесораму второго ряда.

Механизм подачи брусьев в лесораму второго ряда состоит из трех неприводных роликов, трех гидравлических манипуляторов и подающего устройства, которое имеет два ролика – верхний и нижний. Брус лежит на роликах, манипуляторы сжимаются и устанавливают его точно по центру постава пил. Затем манипуляторы расходятся в стороны и включается подающее устройство. Брус прижимается верхним роликом к приводному нижнему ролику и подается в лесораму.

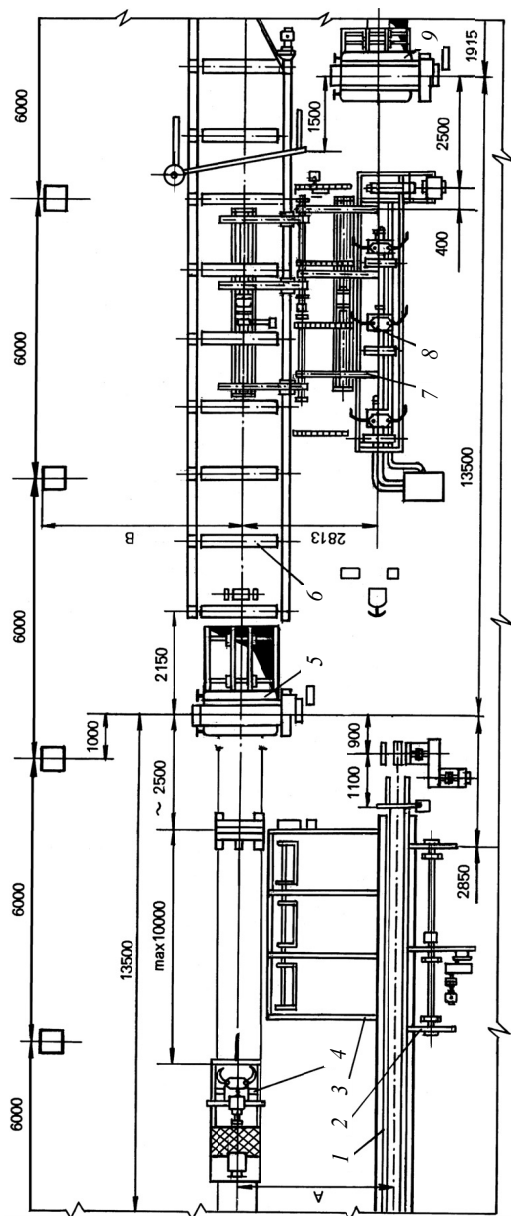


Рис. 121. Схема размещения оборудования около лесопильных рам в потоке со 100%-ной брусковой:

1 – продольные конвейеры; 2 – сбрасыватели бревен; 3 – накопители;

4 – впередирамные тележки; 5 – лесопильная рама первого ряда;

6 – роликовый конвейер за лесопильной рамой первого ряда; 7 – брусоперекладчик двухсекционный;

8 – роликовый конвейер перед лесорамой второго ряда; 9 – лесопильная рама второго ряда.

Размер *A* принимают с учетом размеров накопителей;

B – с учетом расположения оборудования на участке обрезки и торцовки досок

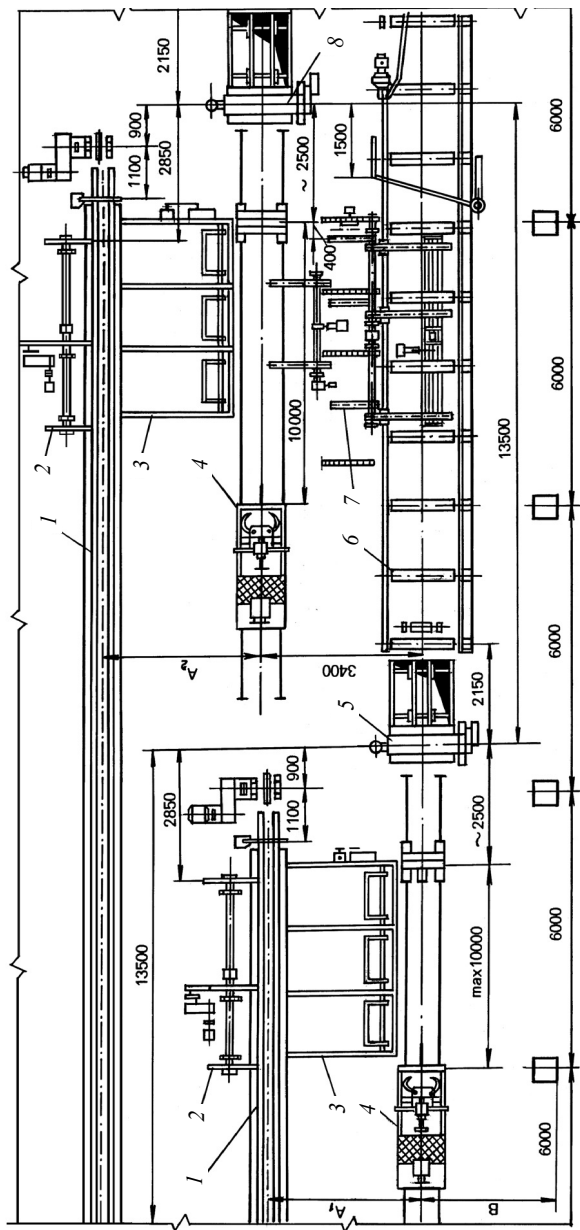


Рис. 122. Схема размещения оборудования около лесопильных рам в потоке со смешанной распиловкой:

1 – продольные конвейеры; 2 – сбрасыватели бревен; 3 – накопители; 4 – впередирамные тележки;
 5 – лесопильная рама первого ряда; 6 – роликовый конвейер за лесопильной рамой первого ряда;
 7 – брусосуперкладчик с поворотной секцией; 8 – лесопильная рама второго ряда.

Размеры A_1 и A_2 принимают с учетом размеров накопителей;

B – с учетом расположения оборудования на участке обрезки и торцовки досок

Обрезные доски, выпиленные из бруса, перемещаются между разделительными пластинами роликового конвейера, потом попадают на ленточный конвейер и выносятся на сортировочную установку. Необрезные доски и горбыли сбрасываются с роликового конвейера на поперечный цепной конвейер.

В потоке, где предусмотрена распиловка бревен и вразвал, и с брусосовкой (смешанная распиловка), устанавливают два продольных цепных конвейера для подачи бревен к каждой лесораме (рис. 122). Перед лесорамой второго ряда, как и перед лесорамой первого ряда, установлена впередирамная тележка. Но брусоперекладчик имеет дополнительную поворотную секцию. Когда в этом потоке выполняют распиловку бревен с брусосовкой, тогда брусоперекладчик поворотной секцией перекладывает брус на тележку. Затем поворотная секция поднимается и тележка подает брус в лесораму второго ряда.

Участок торцовки и обрезки досок. В лесопильном цехе помимо распиловки бревен и брусев осуществляется предварительная торцовка и обрезка необрезных досок.

Схемы размещения оборудования на участках торцовки и обрезки досок показаны на рис. 123 и 124.

Пол участка обрезки необрезных досок (рис. 123) размещается ниже пола участка лесопильных рам на 1,2 м. Уровень роликового стола обрезного станка составляет около 0,8 м по отношению к полу.

Необрезные доски и горбыли сбрасываются с роликовых конвейеров на поперечный цепной конвейер и им передаются к обрезным станкам. Горбыли падают через люки, размещенные в конце конвейера, на первый этаж, а необрезные доски поступают на стол обрезного станка. Чтобы доски не упали в люк, над ним закреплены металлические кронштейны, с которых доски снимаются рабочим на стол станка.

Рабочий-оператор оценивает размеры и качество необрезной доски, устанавливает пилы станка на необходимом расстоянии одна от другой и подает доску в станок. Чтобы механизировать операции разборки пачки досок, отделения горбылей и подачи досок по одной на стол станка, разработаны специальные устройства.

Измерение ширины необрезных досок и управление пилами можно осуществлять автоматически с использованием оптико-электронных измерителей и компьютера. За обрезным станком установлено рейкоотделительное устройство. Рейки сбрасываются на поперечный цепной конвейер, а затем через люк на первый этаж, обрезные доски ленточным конвейером выносятся на сортировочную установку.

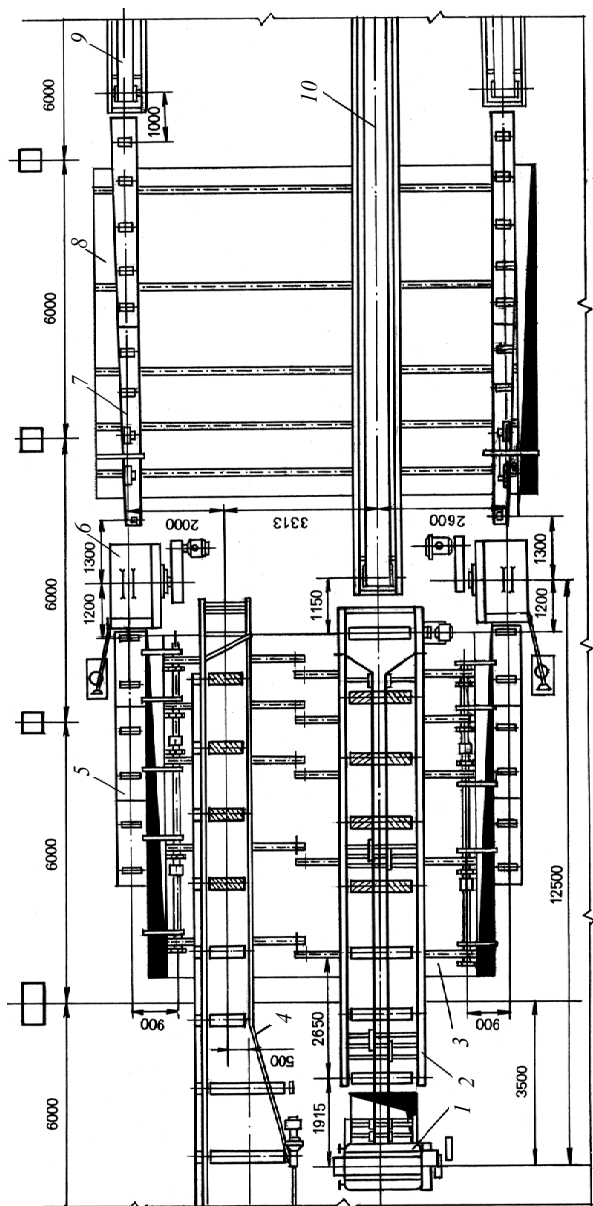


Рис. 123. Схема размещения оборудования в лесопильном потоке на участке обрезки досок:

1 – лесопильная рама первого ряда; 2 – роликоты конвейер за лесорамой второго ряда;

3 – поперечные конвейеры для перемещения необрезных досок и горбылей;

4 – роликоты конвейер за лесорамой первого ряда; 5 – вперёдистаночный стол с пультом управления;

6 – обрезающий станок; 7 – рейкоотделительное устройство; 8 – поперечный конвейер для перемещения реек;

9, 10 – ленточные конвейеры для досок

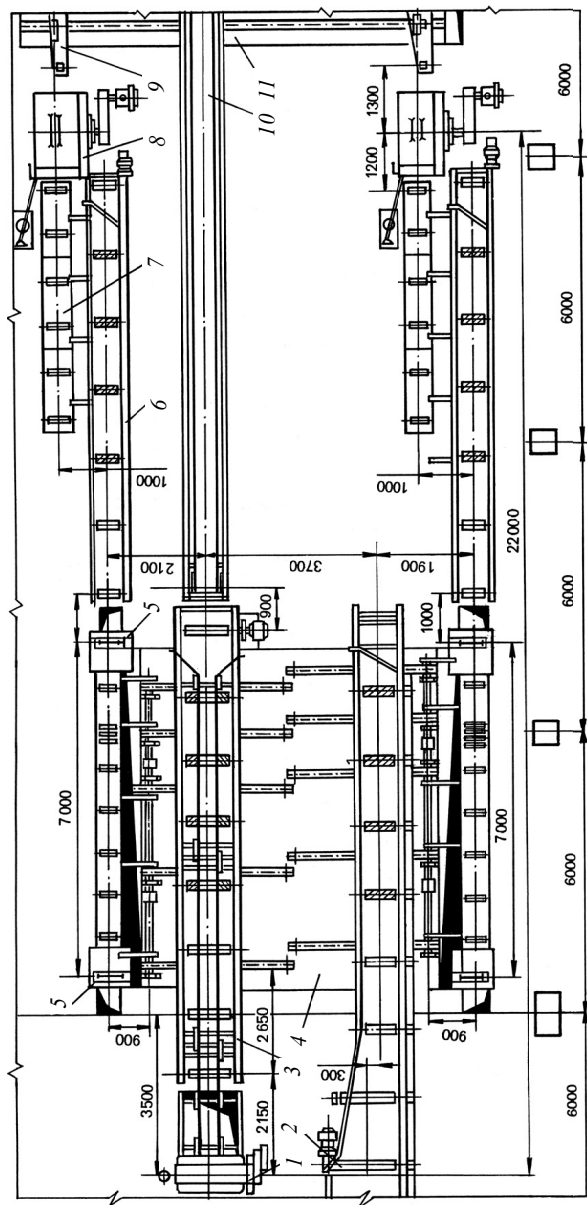


Рис. 124. Схема размещения оборудования в лесопильном потоке с предварительной торцовкой досок перед обрезкой:

- 1 – лесопильная рама второго ряда, 2 – роликовый конвейер за лесорамой первого ряда;
- 3 – роликовые конвейеры с разделительными пластинами за лесорамой второго ряда;
- 4 – поперечные конвейеры для перемещения необрезных досок и горбылей; 5 – торцовочные станки;
- 6 – навесной роликовый конвейер; 7 – впередистаночный стол с пультом управления;
- 8 – обрезной станок; 9 – рейкоотделительное устройство; 10 – ленточный конвейер;
- 11 – поперечный цепной конвейер для реек

Предварительная торцовка досок перед обрезкой осуществляется на торцовочных станках, которые установлены после поперечного цепного конвейера (рис. 124). В этом случае горбыли сбрасываются в люк перед столом торцовочного станка. Рабочий-оператор оценивает необрезную доску, торцует обзолный участок или участок с гнилью и с большими сучками, при необходимости перерезает пополам кривую доску, а затем подает ее по роликовому конвейеру на обрезку.

Прходные торцовочные установки размещают на первом этаже цеха (рис. 125). Доски через люки попадают со второго этажа цеха на приемный участок установки и перемещаются поперечным конвейером к пилам.

Участок переработки отходов. На первом этаже лесопильного цеха находятся фундаменты лесопильных рам, рубильные машины и сортировочные установки для технологической щепы, а также конвейеры для перемещения отходов (кусковые отходы, опилки и щепа). Через люки на первый этаж сбрасываются горбыли, рейки и обрезки. По наклонным плоскостям они попадают на ленточные конвейеры и перемещаются в рубильные машины на измельчение.

Технологическая щепа от рубильных машин подается на сортировочную установку. Щепа, которая соответствует качеству согласно стандарту, перемещается ленточным конвейером из цеха в бункер. Мелкая щепа поступает на ленточный конвейер, который собирает опилки, и передается в бункер для опилок. Крупная щепа поступает в рубильную машину на повторное измельчение.

На рис. 125 *а, б* в качестве примера показаны технологические планы второго и первого этажей четырехэтажного лесопильного цеха. С целью согласования планов второго и первого этажей и для детального показа взаиморасположения оборудования на рис. 125 *в, г, д* показаны продольный и поперечные разрезы лесопильного цеха. На разрезах отмечены уровни пола отдельных участков цеха, наклонные плоскости и переходные мосты.

Одноэтажные лесопильные цехи

На небольших предприятиях для распиловки бревен применяют одноэтажные лесопильные рамы, которые устанавливают в одноэтажных цехах. Одноэтажные лесопильные рамы размещают в два ряда, чтобы можно было на лесораме первого ряда выпилить брус, а затем на лесораме второго ряда его распилить (если распиловку ведут с брусовой). Распиловку бревен вразвал можно выполнять на обеих лесорамах.

Рис. 125. Схема размещения оборудования в двухэтажном четырехэтажном лесопильном цехе

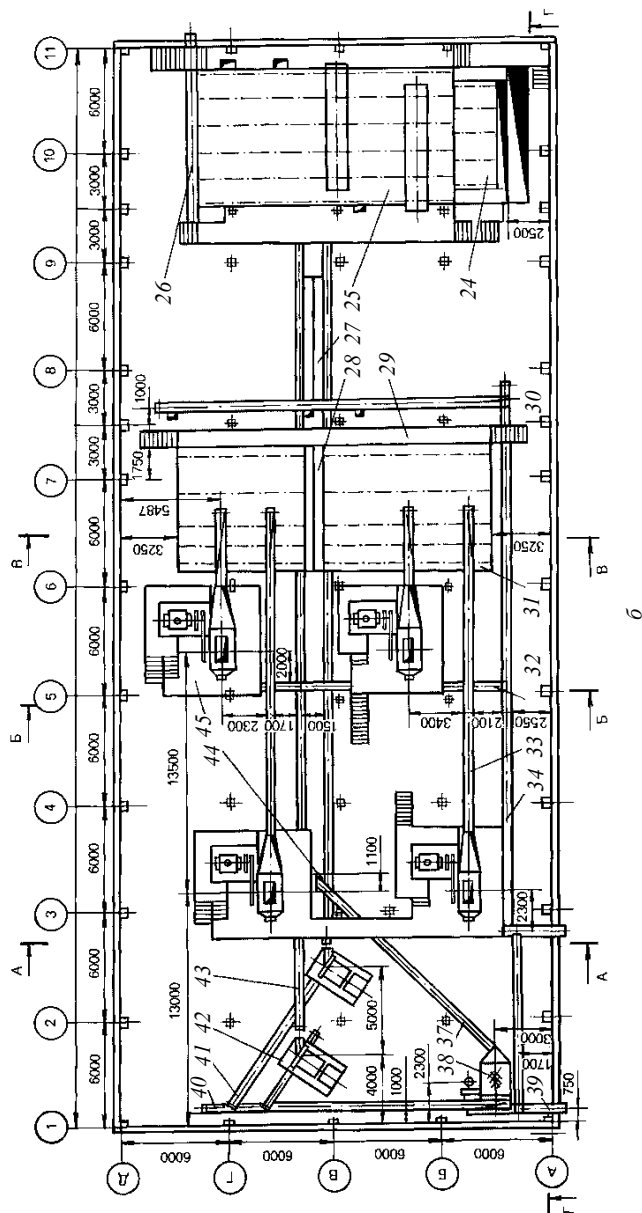


Рис. 125. Продолжение (начало см. на с. 244, продолжение и окончание – на с. 246–248)

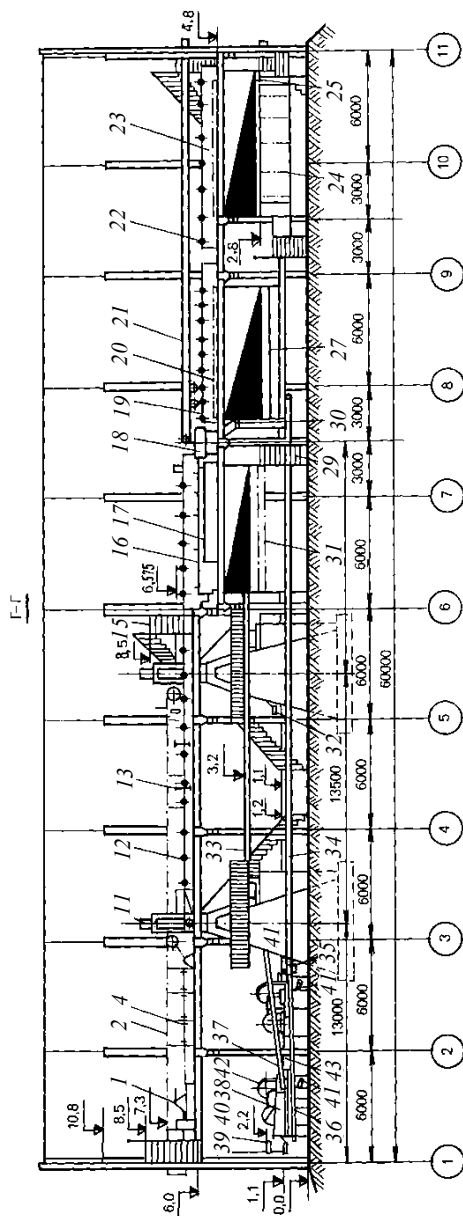
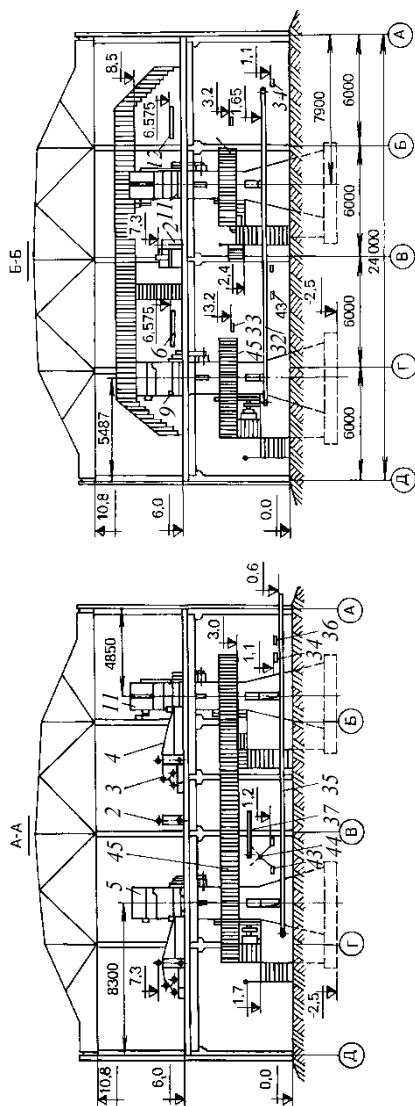


Рис. 125. Продолжение (начало см. на с. 244 и 245, окончание – на с. 247 и 248)



2

Рис. 125. Продолжение (начало см. на с. 244–246, окончание – на с. 248)

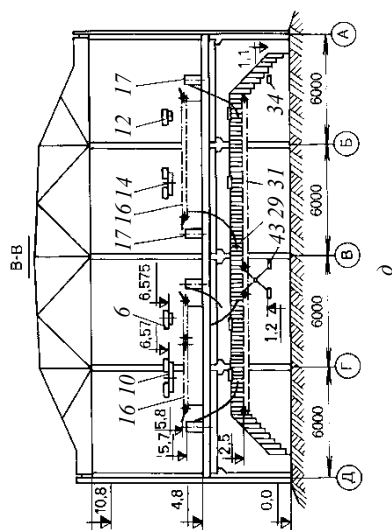


Рис. 125 Окончание (начало см. на с. 244–247):

а – схема второго этажа; *б* – схема первого этажа; *в* – продольный разрез цеха; *г*, *д* – поперечные разрезы цеха;
1 – тележка впередирамная; *2* – продольный ленточный конвейер; *3* – сбрасыватель бревен; *4* – накопитель; *5* – лесопильная рама среднего просвета первого ряда; *6*, *12* – роликовый конвейер за лесорамой первого ряда; *7* – роликовый конвейер перед лесорамой второго ряда; *8* – брусоперекладчик; *9* – лесопильная рама среднего просвета второго ряда; *10*, *14* – роликовый конвейер с разделительными пластинами за лесорамой второго ряда; *11* – лесопильная рама узкого просвета первого ряда; *13* – брусоперекладчик с поворотной секцией; *15* – переходный мост; *16* – поперечный цепной конвейер;
17 – передистаночный 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; *24* – механизм поштучной выдачи досок; *25* – торцовочная установка проходного типа; *26* – ленточный конвейер для досок; *27* – распределитель для реек; *28* – распределитель для горбылей; *29* – переходный мост; *30*, *32*, *34*, *35* – ленточные конвейеры для опилок; *31* – поперечный цепной конвейер для горбылей; *33* – ленточный конвейер для горбылей;
36 – ленточный конвейер для мелкой щепы; *37* – ленточный конвейер для крупной щепы; *38* – сортировочная установка для щепы; *39* – ленточный конвейер для кондиционной щепы; *40*, *41* – ленточные конвейеры для подачи щепы от рубительной машины на сортировку; *42* – рубительная машина; *43* – ленточный конвейер для подачи кусковых отходов в рубительную машину; *44* – распределитель для крупной щепы; *45* – площадка для обслуживания лесорам

В одноэтажную лесораму бревна и брусья подаются тележками. Могут применяться впередирамные и позадирамные ручные тележки, которые перемещаются по рельсам вручную. При этом увеличивается трудоемкость распиловки, снижается производительность и очень сложно обеспечить качество выпиленных пиломатериалов (точность формы и размеров). В механизированных цехах устанавливают околорамное оборудование (ОРО) (рис. 126 *а, б*). Околорамное оборудование включает:

- продольный цепной конвейер;
- сбрасыватели бревен;
- накопительные площадки;
- впередирамные тележки;
- брусоперекладчик;
- роликовые конвейеры.

Спецификация оборудования в цехе приведена на рис. 127.

Бревна в двухрамный лесопильный цех подаются продольным цепным конвейером. Перед каждой лесорамой установлены впередирамные тележки, на которые попадают бревна с конвейера.

Рабочий-оператор зажимает бревно (брус), ориентирует его относительно постава пил и подает в распиловку. Рамы могут распиливать бревна вразвал или с брусовкой. Брус на лесораму второго ряда передается брусоперекладчиком. За обеими лесорамами установлены роликовые конвейеры для транспортировки досок и горбылей. Роликовый конвейер за лесорамой второго ряда имеет разделительные пластины, между которыми проходят обрезные доски.

Необрезные доски и горбыли сбрасываются на поперечный цепной конвейер и подаются к торцовочной установке.

На торцовочных станках осуществляется предварительная торцовка досок (обзолные, гнилые участки и др.). Затем необрезные доски перемещаются на обрезной станок, где производится их обрезка.

Горбыли сбрасываются на ленточный конвейер, который расположен ниже перед торцовочным станком. На этот же конвейер падают рейки от обрезного станка.

На плане лесопильного цеха (рис. 126) показаны уровни пола. На участке лесопильных рам уровень пола выше и составляет +1,2 м. Это способствует лучшей организации торцовки и обрезки досок, где уровень пола ниже.

Фундаменты лесопильных рам, конвейеры для отходов находятся в подвальном помещении.

В цехе установлены переходные мосты для безопасного перемещения поперек цеха через конвейеры.

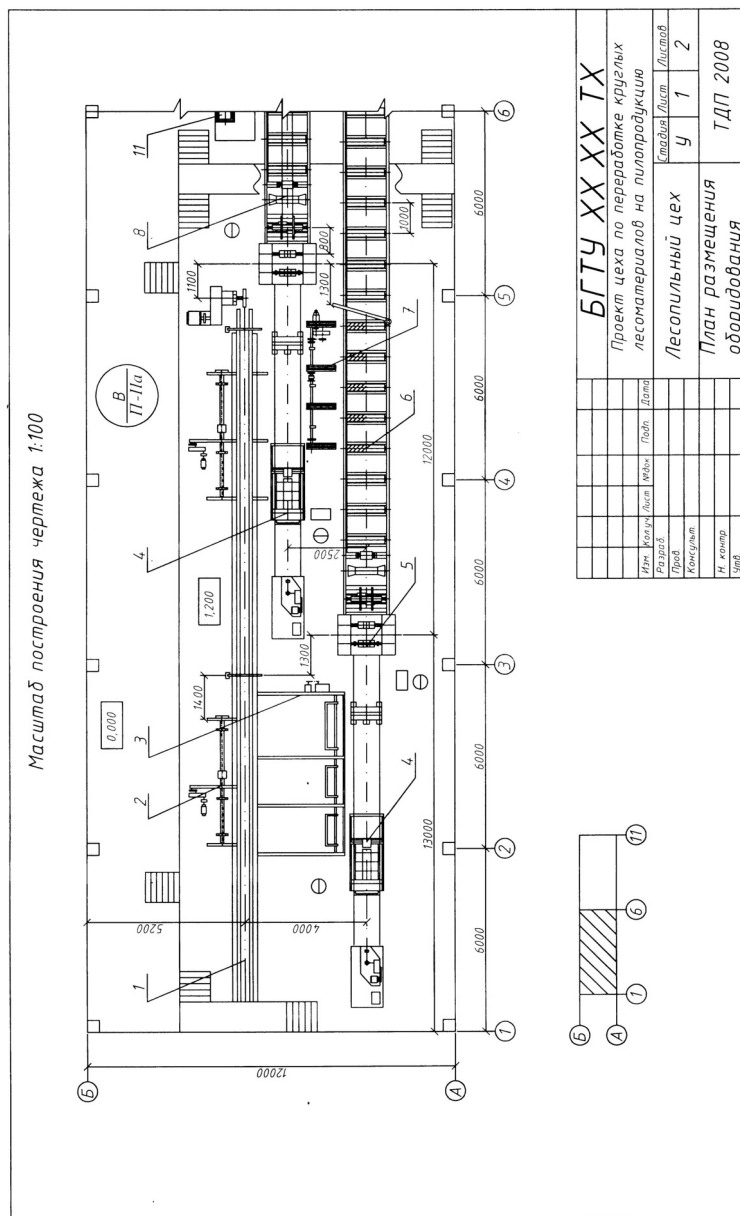


Рис. 126а. Схема одноэтажного лесопильного цеха (участок лесопильных рам)

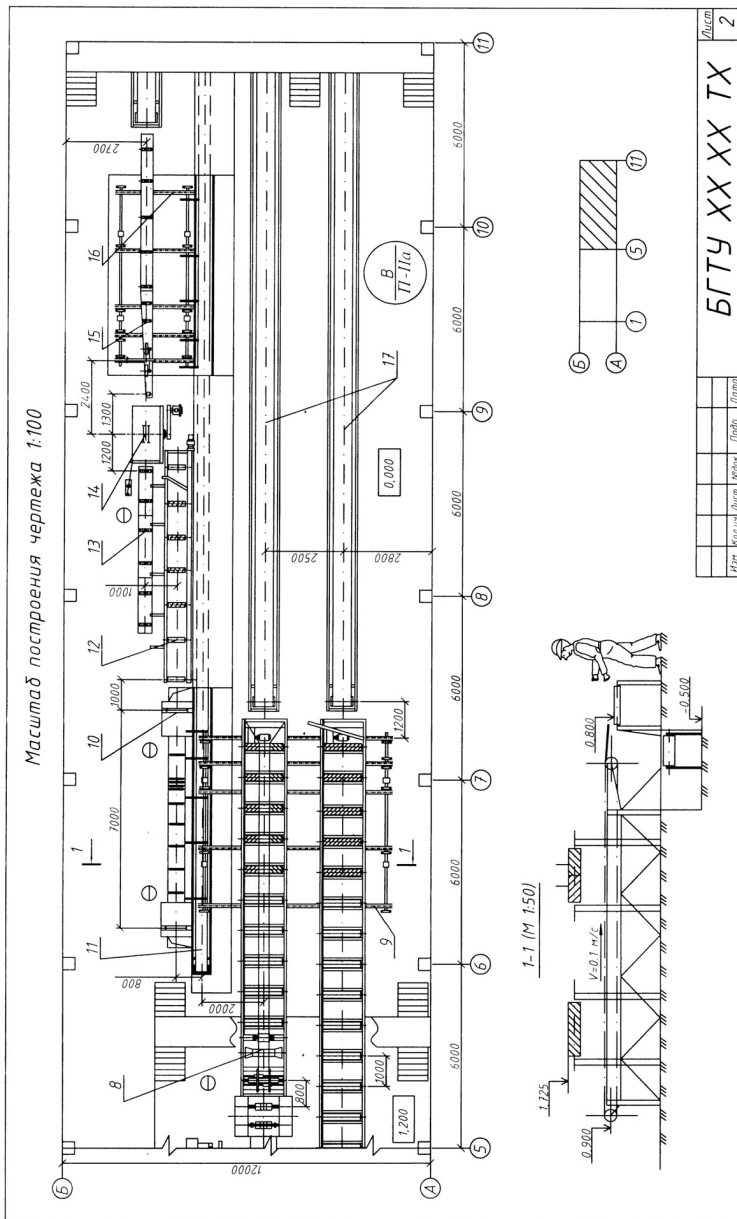


Рис. 126б. Схема одноэтажного лесопильного цеха (участок переработки досок)

[illegible]

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЦЕХОВ НА БАЗЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Лесопильные потоки на базе круглопильных станков могут быть расположены в отдельных цехах или в составе лесопильного цеха, в котором имеется и другое лесопильное оборудование (например лесопильные рамы).

Начинают разработку технологической схемы потока с выбора и расчета основного оборудования, выбора вспомогательного и транспортного оборудования.

Рассмотрим технологическую схему лесопильного цеха с применением однопильных круглопильных станков для распиловки бревен и многопильного станка для распиловки брусьев (рис. 128).

В цехе установлено два однопильных станка и один многопильный, кроме этого имеется торцовочное устройство и обрезной станок для обрезки необрезных досок.

Бревна подаются бревнотаской и сбрасываются кольцевыми сбрасывателями на накопители перед круглопильными станками. По мере необходимости бревна специальными устройствами подаются на околостаночные тележки, закрепляются упорами и поступают в распиловку.

На однопильном станке осуществляется распиловка бревна по индивидуальной схеме. При этом выпиливаются необрезные доски, горбыли и брус. Необрезные доски и горбыли системой конвейеров передаются на торцовочную установку. Горбыли отделяются (сбрасываются на ленточный конвейер), а необрезные доски по мере необходимости торцуют (отрезается горбыльная часть, участки с гнилью и т. п.) и передают на обрезной круглопильный станок.

Брус от обоих однопильных станков системой конвейеров передвигается на многопильный станок, распиливается на обрезные и необрезные доски и горбыли. Необрезные доски и горбыли, также как и от однопильных станков, передаются на торцовку и обрезку.

Обрезные доски из бруса и после обрезного станка перемещаются конвейерами на сортировочное устройство, расположенное вне цеха.

Расположение станков в цехе выполняется с учетом требований техники безопасности. В цехе предусматривается установка переходных мостов для перемещения через конвейеры.

На рис. 129 приведена схема расположения оборудования в цехе на базе круглопильных станков с потоком для переработки горбылей на мелкую пилопродукцию.

Рис. 128. Схема цеха на базе однопильных круглопильных станков:

1 – загрузочное устройство; 2 – механизм поштучной выдачи; 3 – тележка;

4 – однопильный станок; 5 – брусоперекладчик; 6 – центрирующее устройство;

7 – многопильный 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

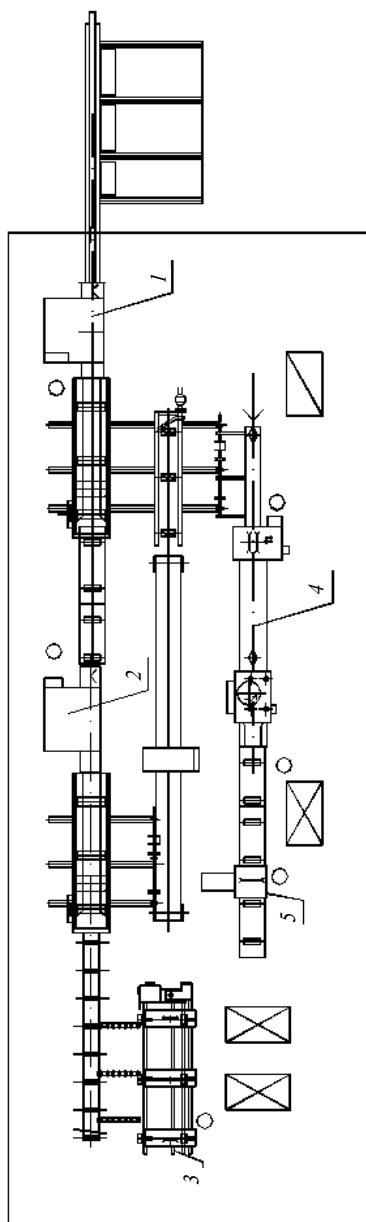


Рис. 129. Схема цеха на базе круглопильных станков:

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

Бревна в распиловку подаются поперечным цепным конвейером с механизмом поштучной выдачи. На брусующем станке из бревна выпиливают брус и два горбыля. Брус передается роликовым конвейером на многопильный станок, распиливается на обрезные доски и горбыли. Обрезные доски поступают на трехпильный торцовочный станок, где осуществляется их поперечный раскрой на заготовки заданной длины.

Горбыли от первого и от второго круглопильных станков системой конвейеров передаются на поток переработки их на мелкую пилопродукцию. В этом потоке последовательно установлены двухпильный обрезной станок, круглопильный станок с горизонтальными пилами и торцовочный станок.

Пилопродукция укладывается на тележки и электропогрузчиками транспортируется на склад. Отметим, что в рассмотренном лесопильном цехе можно перерабатывать круглые лесоматериалы на заготовки европоддонов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЦЕХОВ НА БАЗЕ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Ленточнопильные станки можно применять для индивидуальной распиловки бревен на доски (обрезные и необрезные) или для выпилки бруса и необрезных досок. Брус после ленточнопильного станка распиливают на обрезные доски на многопильном станке. В последнем случае производительность лесопильного потока будет большей.

Рассмотрим технологическую схему потока на базе двухпильного вертикального ленточнопильного комплекса ЛЛК-2 и многопильного круглопильного станка (рис. 130).

Бревно закрепляют на тележке и подают на пильный механизм. За один проход отпиливают горбыль и необрезную доску. Затем в зависимости от диаметра бревна и толщины досок бревно переворачивают и во втором проходе отпиливают еще один горбыль и необрезную доску со второй стороны. Если бревно имеет большой диаметр, то можно дважды пропилить его с одной и другой стороны. При этом учитывают толщину бруса, который выпиливают из центральной зоны бревна.

Отметим, что работой станка управляет автоматизированная система по заданной программе, которая учитывает размер бревен и выпиливаемых сортиментов.

Выпиленные брусья системой конвейеров передаются на многопильный круглопильный станок и распиливаются на обрезные доски.

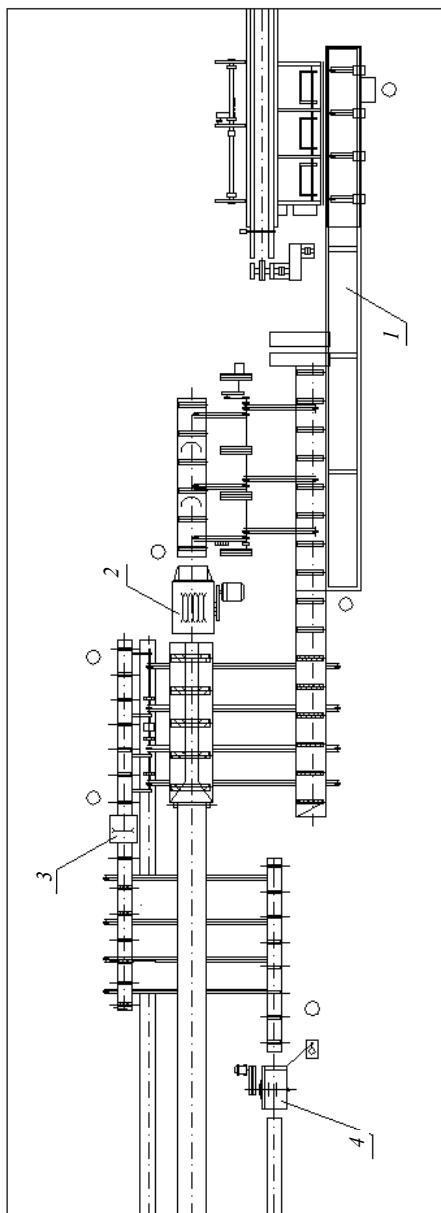


Рис. 130. Схема цеха на базе вертикального ленточного станка ЛЛК-2:

1 – ленточнопильный станок; 2 – многопильный круглопильный станок;

3 – торцовочный станок; 4 – фрезерно-обрезной станок

Необрезные доски и горбыли от ленточнопильного и круглопильного станков поступают на торцовочную установку. Горбыли отделяются (сбрасываются на ленточный конвейер), а необрезные доски по мере необходимости торцуют (отрезают горбыльную часть или участки с гнилью и т. п.). Затем необрезные доски системой конвейеров передаются на фрезерно-обрезной станок. Ленточными конвейерами обрезные доски транспортируются на сортировку.

Перспективной является ленточно-конвейерная автоматизированная линия с применением многопильных ленточнопильных станков фирмы «Гравитон» (рис. 131).

Бревна поступают сначала на ленточнопильный комплекс «Гравитон-КЛБ», который состоит из двух симметрично расположенных вертикальных станков и одного горизонтального. На вертикальных станках выпиливают брус и два горбыля, а на горизонтальном отпиливают нижний горбыль.

Трехкантный брус системой конвейеров перемещается на многопильный горизонтальный станок «Гравитон-МЛК», где распиливается на обрезные доски и верхний горбыль. Горбыли от обоих станков системой конвейеров передаются на горбыльные станки «Гравитон-СПГ», на которых распиливаются на необрезные доски. Необрезные доски движутся на торцовочные и обрезной станки, где перерабатываются на обрезные доски.

Конвейерные линии «Гравитон» обеспечивают переработку бревен широкого диапазона диаметров со сравнительно небольшой шириной пропила (1,6–2,4 мм) и достаточно высокой производительностью.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЦЕХОВ НА БАЗЕ АГРЕГАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Агрегатное оборудование для переработки бревен может быть установлено в отдельных цехах, а также в виде отдельных потоков в лесопильных цехах с лесопильными рамами. На рис. 132 показана схема с линией агрегатной переработки бревен (ЛАПБ). В цехе установлены также окорочный станок, торцовочная установка и сортировочное устройство для досок.

Бревна поступают в цех по продольному цепному конвейеру, окариваются в окорочном станке и на ЛАПБ перерабатываются на обрезные пиломатериалы и щепу. На торцовочном станке проходного типа доски торцуют, вырезают пороки. Затем доски поступают на сортировочное устройство, где распределяются по качеству и размерам. Щепы от ЛАПБ конвейерами, размещенными под полом, перемещаются в бункеры.

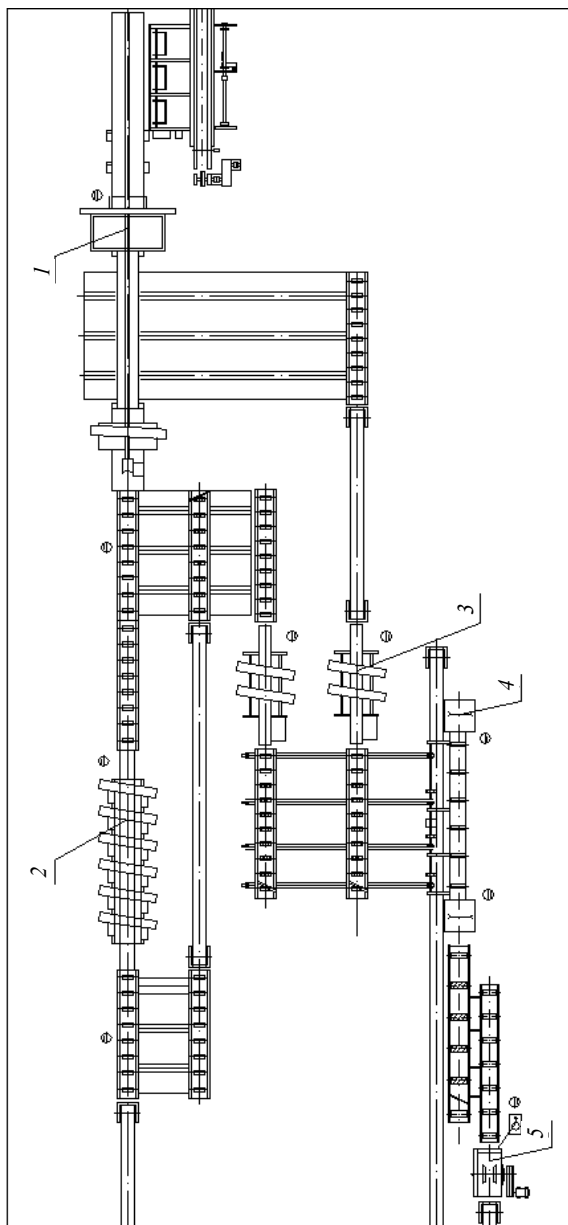


Рис. 131. Схема лесопильного цеха на базе ленточно-конвейерной линии «Гравитон»:

1 – брусующий станок КЛБ; 2 – многошпильный ленточнопильный станок МЛК;
3 – станки для переработке горбылей СПГ; 4 – торцовочные станки; 5 – обрезной станок

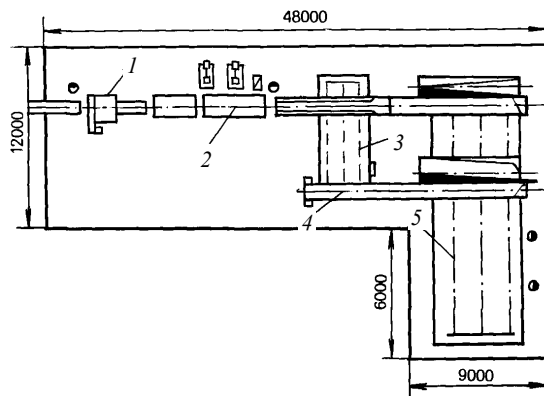


Рис. 132. Схема лесопильного цеха для агрегатной переработки сырья:
1 – окорочный станок; 2 – ЛАПБ; 3 – торцовочное устройство для досок;
4 – конвейер; 5 – сортировочное устройство для досок

Технологическая схема цеха на базе фрезернопильных линий показана на рис. 133. Линии ЛФП-2 и ЛФП-3 размещаются в одном потоке. Бревна подают в цех продольным цепным конвейером, окачивают, а затем обрабатывают на ЛФП-2. Брус по конвейеру перемещается на ЛФП-3, а необрезные доски – на фрезерно-обрезные станки, размещенные в стороне от линии. От линии ЛФП-3 обрезные доски поступают на сортировочное устройство. Доски после фрезерно-обрезных станков могут перемещаться на участок предварительной торцовки, а затем на сортировочное устройство. Щепа поступает в бункеры, которые размещены вне цеха.

Интерес представляет фрезерно-пильная линия для переработки бревен фирмы SAB (Германия) (рис. 134). Линия состоит из двухстороннего фрезерно-брусующего станка PSP600, двухвального круглопильного станка DWRK350/4 и круглопильного станка для радиальной распиловки KSM300.

Станки KSM300 включает установку с вертикальными пилами DWS300 и установку с горизонтальными пилами HS300. На линии можно перерабатывать бревна диаметром до 50 см и длиной 3–6 м. Скорость подачи – 33–50 м/мин. Окоренные бревна продольным и поперечным цепными конвейерами подаются на загрузочное устройство фрезерно-брусующего станка, а затем на круглопильный станок. В результате обработки получают двухкантный брус, необрезные доски из боковой зоны бревна и технологическую щепу.

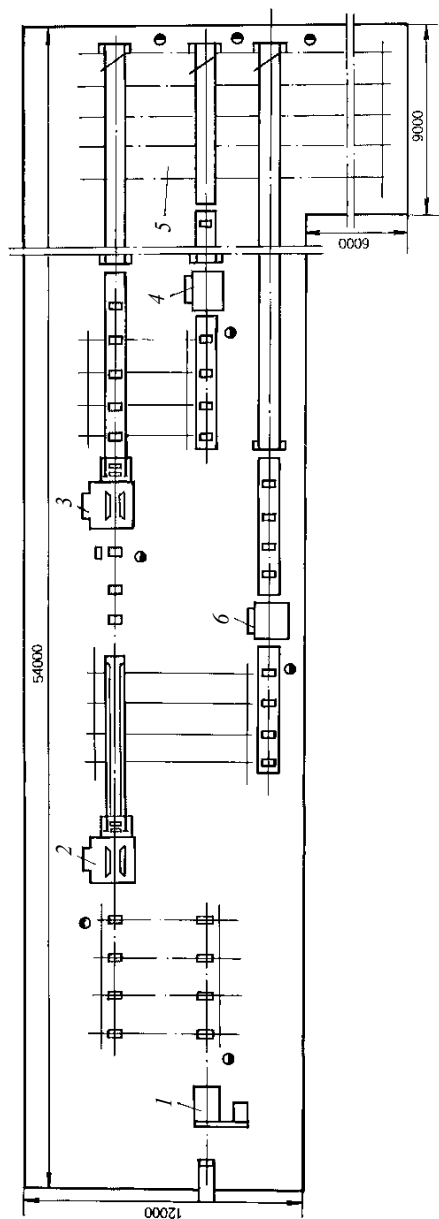


Рис. 133. Схема лесопильного цеха для переработки бревен на фрезернопильных линиях:
 1 – окорочный станок; 2, 3 – линии фрезернопильные первого и второго рядов;
 4, 6 – фрезерно-обрезные станки; 5 – сортировочное устройство для досок

Рис. 134. Схема лесопильного цеха на базе фрезернопильного оборудования:

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

Особенностью линии является то, что в ней предусмотрена рециркуляция (петля возврата) брусьев. Двухкантный брус системой конвейеров возвращается к фрезерно-брусующему и круглопильному станкам и происходит его повторная обработка, т. е. получают четырехкантный брус, необрезные доски и щепу. Четырехкантный брус системой конвейеров передается на круглопильный многопильный станок и распиливается на обрезные доски. В случае, если необходимо распилить их по ширине, включаются горизонтальные пилы, которые могут регулироваться по высоте в зависимости от требований спецификации досок.

Необрезные доски, выпиленные в первом и втором проходах, системой конвейеров передаются на торцовочную установку проходного типа и далее на фрезерно-обрезной станок. Обрезные доски, выпиленные из бруса, поступают на автоматическую установку штабелирования, где формируется сушильный штабель. Обрезные доски после обрезного станка поступают на сортировочную установку. Управление работой станков и линии в целом автоматизированное.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОПИЛЬНОГО ЦЕХА И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Проектирование лесопильных цехов включает: планирование раскроя сырья на заданную пилопродукцию; выбор и обоснование схемы технологического процесса; выбор и расчет технологического и транспортного оборудования и режущих инструментов; разработку плана расположения оборудования в цехе; расчет и анализ технико-экономических показателей цеха; разработку мероприятий по охране труда. Методика решения указанных задач рассмотрена выше, в соответствующих разделах.

В лесопильном цехе основным оборудованием являются лесопильные рамы или другие бревнопильные станки, от производительности которых зависит производительность цеха. Другие станки и вспомогательное оборудование должны обеспечивать максимальное использование производительности бревнопильных станков, синхронную работу всего потока и выполнение производственного задания. Производственным заданием, которое принимают при расчете цеха, является выпиловка 1000 м³ пиломатериалов.

Производительность лесорам и других станков считают по формулам (58)–(61) и (65)–(66). Производительность лесорам определяют

по каждому поставу, приведенному в плане раскроя бревен. Затем находят количество рамо-смен, необходимых для распиловки бревен по каждому поставу:

$$P_i = Q_i / P_i,$$

где P_i – количество рамо-смен, необходимых для распиловки сырья по i -му поставу; Q_i – количество сырья, которое должны распилить по i -му поставу, м^3 ; P_i – сменная производительность лесорама при распиловке сырья по i -му поставу, м^3 .

Рамо-сменой называют работу одной лесопильной рамы на протяжении одной смены. Каждая лесорама в цехе независимо от того, каким способом она распиливает бревна, называется *установленной*. Значит, если в цехе установлены четыре лесорама, которые отработали одну смену, то все вместе они отработали четыре установленные рамо-смены.

Когда в цехе лесопильные рамы распиливают сырье несколько смен вразвал и несколько смен с брусковкой, тогда вводится понятие *эффективной* рамо-смены. *Эффективной* рамо-сменой называют работу одной эффективной рамы в течение одной смены. Отметим, что при распиловке вразвал каждая рама эффективная, потому что она за один проход распиливает бревно на доски. При распиловке с брусковкой две установленные лесорама считают одной эффективной, потому что они обе участвуют в распиловке одного бревна на доски (за два прохода). Таким образом, количество эффективных рам определяют по формуле

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

где $N_{\text{эф}}$ – количество эффективных лесорам в цехе; N_p , $N_{\text{бр}}$ – количество лесорам, которые распиливают бревна соответственно вразвал и с брусковкой. Например, когда две лесорама распиливают бревна вразвал в течение одной смены, тогда количество эффективных рамо-смен составит две, а когда две лесорама распиливают бревна с брусковкой в течение одной смены, тогда будет отработано одна эффективная рамо-смена. Значит, в этом четырехрамном цехе за этот период всего отработано три эффективные рамо-смены.

Общее количество установленных рамо-смен P_y для выполнения производственного задания (выпиловки 1000 м^3 пиломатериалов) можно определить, если суммировать рамо-смены, необходимые для распиловки бревен по каждому поставу:

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

где P_p – количество рамо-смен для распиловки бревен для развальных поставов; $P_{бр}$ – количество эффективных рамо-смен для распиловки бревен для брусковых поставов; n, m – соответственно количество развальных и брусковых поставов по плану раскроя бревен.

Количество лесопильных рам, которые необходимо установить в цехе для выполнения заданной годовой программы цеха по распилу сырья N , определяют по формуле

$$N = \Pi_{г(с)} P_y / Q M Z K_r, \quad (67)$$

где $\Pi_{г(с)}$ – годовая программа цеха по распиленному сырью, m^3 ; P_y – количество установленных рамо-смен, необходимых для распиловки сырья объемом Q ; Q – количество распиленного сырья для выполнения производственного задания (выпиловки $1000 m^3$ пиломатериалов), m^3 ; M – количество рабочих дней в году; Z – сменность работы цеха; K_r – коэффициент, зависящий от температурной зоны, в которой размещено предприятие. Для Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей этот коэффициент составляет 0,96, а для Витебской и Могилевской областей – 0,93.

Отметим, что количество сырья, которое должны распилить для выпилки $1000 m^3$ пиломатериалов, определяют по формуле

$$Q = 1000 / (\eta_{пл.p} / 100),$$

где $\eta_{пл.p}$ – средний объемный выход пиломатериалов по плану раскроя бревен, % (см. формулу (49)).

Однако с учетом конкретных условий предприятия количество установленных лесорам чаще бывает заданным. Тогда для каждого цеха (двухрамного, четырехрамного и т. д.) определяют среднесменную и годовую производительность по распиленному сырью и по выпиленным пиломатериалам.

Среднесменную производительность установленной лесорамы Π , m^3 , находят по следующим формулам:

по количеству распиленного сырья

$$\Pi_p = Q / P_y;$$

по количеству пропущенного сырья

$$\Pi_{пр} = (Q_p + 2Q_{бр}) / P_y;$$

по количеству выпиленных пиломатериалов

$$\Pi_{пм} = Q_{пм} / P_y,$$

где Q – общее количество распиленного сырья, необходимого для выпилки $1000 m^3$ пиломатериалов, m^3 ; $Q_p, Q_{бр}$ – количество сырья,

которое распилено соответственно вразвал и с брусковой, м^3 ; $Q_{\text{пм}}$ – количество пиломатериалов, м^3 , выпиленных из сырья объемом Q , при среднем объемном выходе по плану раскроя $\eta_{\text{пл.р}}$ ($Q_{\text{пм}} = Q\eta_{\text{пл.р}} / 100$); P_y – общее количество установленных рамо-смен, необходимых для выпилки 1000 м^3 пиломатериалов.

Напомним, что расчетная производительность лесопильной рамы по распиленному сырью при распиловке с брусковой будет в 2 раза меньше, чем при распиловке вразвал, потому что в первом случае бревно распиливают на доски за два прохода (на двух лесорамах).

Для характеристики соотношений между распиловками вразвал и с брусковой применяют понятия коэффициента брусовки по количеству рамо-смен и коэффициента брусовки по объему распиленного сырья.

Коэффициент брусовки по количеству эффективных рамо-смен определяют по формуле

$$K_p = P_{\text{бр}} / P_{\text{эф}},$$

где $P_{\text{бр}}$ – количество эффективных рамо-смен, в течение которых лесорама работает с брусковой; $P_{\text{эф}}$ – общее количество эффективных рамо-смен.

Коэффициент брусовки по объему распиленного сырья находят по формуле

$$K_c = Q_{\text{бр}} / Q.$$

По коэффициенту брусовки можно сравнивать показатели работы лесопильных цехов. Например, если первый цех имеет $K_c = 1$, а второй $K_c = 0,5$, то можно сказать, что производительность второго цеха по распиленному сырью выше, чем производительность первого цеха. Однако в первом цехе достигают большего объемного выхода спецификационных пиломатериалов по сравнению со вторым цехом, потому что при распиловке с брусковой рассеивание пиломатериалов по размерам меньше.

Годовую производительность лесопильного цеха Π_r , м^3 , определяют с учетом количества установленных лесорам и их среднесменной производительности по следующим формулам:

по количеству распиленного сырья

$$\Pi_{r(c)} = \Pi_r NMZK_r; \quad (68)$$

по количеству выпиленных пиломатериалов

$$\Pi_{r(\text{пм})} = \Pi_{\text{пм}} NMZK_r. \quad (69)$$

В формулах (68) и (69) приняты обозначения такие же, как и в формуле (67).

Расчет количества обрезных и торцовочных станков, которые необходимо установить в потоке, выполняют с учетом их производительности и количества пиломатериалов, поступающих на обрезку или торцовку от лесопильных рам.

Количество пиломатериалов, которые поступают на обрезку или торцовку, определяют с учетом производительности лесорам и схемы распиловки бревен. В данном случае при расчете производительности лесорамы коэффициент ее использования принимают равным 0,98–0,99 (распиловка почти непрерывная). При этом обрезные станки будут наиболее загруженные, т. е. при расчете их количества для таких условий будет гарантирована непрерывная работа лесопильного потока.

Расчет количества оборудования для переработки отходов выполняют с учетом количества отходов, которые поступают на переработку, и производительности рубительных машин и сортировочных установок для щепы. Количество кусковых отходов, которые поступают в переработку, определяют исходя из наибольшей производительности оборудования при распиловке бревен и досок с учетом баланса древесины.

Производительность рубительных машин и сортировочных установок принимают в зависимости от выбранной модели по технической характеристике.

К основным технико-экономическим показателям лесопильного цеха, помимо количества установленного оборудования и среднесменной и годовой производительности, относят тоже общеустановленную мощность оборудования, количество рабочих, занятых в производстве, и выработку продукции на одного рабочего. Установленную мощность оборудования находят по технической характеристике станков и механизмов.

Количество рабочих, занятых в производстве, определяют с учетом количества установленного оборудования и количества рабочих, которые обслуживают один станок. Например, две лесорамы обслуживают трое рабочих.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА В ЛЕСОПИЛЬНОМ ЦЕХЕ

Лесопильный цех является объектом повышенной опасности. В цехе перерабатывают громоздкие и тяжелые бревна и пиломатериалы, распиловку ведут на лесорамах с поступательно-возвратными движениями пильной рамки с пилами. При этом возникают значительные инерционные усилия, вибрации и колебания; скорость распиливания повышенная, поэтому возможны выбросы материала из режущих

инструментов. В цехе установлены многочисленные конвейеры для перемещения громоздких грузов – они тоже являются источником повышенной опасности.

Таким образом, для создания безопасных условий работы в лесопильном цехе нужно выполнять как общие, так и местные (на каждом станке и рабочем месте) правила безопасности.

Еще на стадии проектирования необходимо предусмотреть размещение оборудования с учетом установленных норм и правил в отношении расстояния между станками, ширины проходов и наличия переходов; сигнализацию между этажами цеха; ограждение приводов конвейеров и их рабочих органов (цепей, лент) со стороны проходов и переходов; установку соответствующих автоматических блокировок как на станках, так и на вспомогательном оборудовании, пожарную сигнализацию и т. п.

В цехе должно быть обеспечено необходимое освещение и поддерживаться температурный режим.

Технологическое оборудование нужно устанавливать на соответствующих фундаментах, чтобы избежать недопустимых вибраций и колебаний. Оборудование должно иметь исправные тормозные устройства, которые обеспечивают при необходимости быструю остановку рабочих органов.

Лесопильные рамы имеют световую и звуковую сигнализацию, которая включается перед пуском и предупреждает рабочих, занятых обслуживанием механизмов на первом этаже. Автоматические блокировки не позволяют включить привод лесорамы при открытых ограждениях.

Круглопильные торцовочные и обрезные станки должны иметь исправные ограждения приводов и режущих инструментов. На многопильных станках для продольной распиловки перед пилами необходимо установить специальные упоры (когтевую защиту), которые предотвращают выбрасывание досок или брусьев при встречном пилении. Эти ограждения и упоры ни в коем случае нельзя открывать или снимать на работающих станках. Рабочий при выполнении операций должен находиться сбоку от плоскости вращения пилы.

На установках для переработки кусковых отходов необходимы соответствующие ограждения для предотвращения выбрасывания щепы и кусков древесины, которые могут поранить рабочих, обслуживающих станки. Рабочие должны иметь специальные наушники для предохранения от шума, который возникает на рубильных машинах. На конвейерах, которые подают отходы в рубильные машины,

устанавливают металлоискатели. Рабочие в цехе должны постоянно изучать и строго выполнять требования техники безопасности, правила противопожарной безопасности.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию лесопильных потоков. 2. Основные принципы проектирования лесопильных потоков. 3. Особенности размещения оборудования в потоках на базе двухэтажных и одноэтажных лесорам. 4. Расскажите, как организована распиловка бревен в потоке со 100%-ной брусковкой; в потоке со смешанной распиловкой. 5. Назовите особенности потоков с предварительной торцовкой досок перед обрезкой. 6. Чем отличается организация работы на фрезерно-обрезном станке по сравнению с круглопильным обрезным станком? 7. Как осуществляется переработка кусковых отходов в цехе? 8. Особенности размещения оборудования в потоках агрегатной переработки сырья. 9. Охарактеризуйте лесопильные потоки на базе круглопильных и ленточнопильных станков. 10. От чего зависит общее количество установленных рамо-смен; эффективных рамо-смен? 11. Как определяют годовую производительность лесоцеха? 12. Что показывает коэффициент брусковки? 13. Приведите основные технико-экономические показатели лесопильного цеха. 14. Назовите основные правила техники безопасности в лесоцехе.

Упражнения

1. В потоке из двух лесорам распиливают хвойные бревна диаметром 22 см и длиной 4 м. Определить количество рамо-смен для распиловки 1000 м³ сырья, если 30% ее распиливают вразвал (6 досок в поставе) и 70% – с брусковкой (I проход – брус 125 мм и 4 доски; II проход – 5 досок).

2. Для условий упражнения 1 определить среднесменную производительность установленной рамы по количеству распиленного сырья и по количеству выпиленных пиломатериалов, если объемный выход обрезных досок составляет 59%.

3. Среднесменная производительность установленной лесорамы в четырехрамном цехе составляет 80 м³. Определить годовую производительность цеха по распиленному сырью, если он размещен в Минской области и работает в две смены 250 дней.

СОРТИРОВКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Сортировка пиломатериалов – это распределение их по размерам (толщине, ширине, длине), виду обработки (обрезные, необрезные), качеству, назначению и другим признакам. Сортировке предшествует браковка пиломатериалов, т. е. определение их размеров и качества.

НАЗНАЧЕНИЕ И СТАДИИ СОРТИРОВКИ ДОСОК

После распиловки бревен сортировку пиломатериалов осуществляют для того, чтобы рационально их использовать при дальнейшей переработке (сушка, раскрой на заготовки, транспортировка и т. д.).

Сортировку пиломатериалов в зависимости от их назначения выполняют в одну, две или три стадии.

Если сырые пиломатериалы предназначены для дальнейшей переработки на заготовки на своем предприятии, то после лесопильного цеха их распределяют только по породам, виду обработки и размерам поперечного сечения. По таким показателям доски распределяют потому, что они после этого поступают на сушку, а в сушильный пакет необходимо укладывать пиломатериалы одного поперечного сечения и одной породы (это условия одностадийной сортировки пиломатериалов). Отметим, что многие лесопильные заводы Беларуси работают по такой схеме.

Двух- и трехстадийную сортировку проходят пиломатериалы, которые реализуются в виде досок, например экспортные пиломатериалы. В таком случае на первой стадии пиломатериалы распределяют по размерам поперечного сечения и виду обработки, на второй стадии (после сушки) – по качеству, а на третьей – по длине досок. Отметим, что может быть вариант, когда вторую и третью стадии совмещают, тогда предусмотрена двухстадийная сортировка. Таким образом, в транспортные пакеты перед отгрузкой укладывают пиломатериалы одного сечения, одного сорта и одной длины.

Двух- и трехстадийную сортировку выполняют на крупных предприятиях. Для этого применяют автоматизированные высокопроизводительные устройства, которые будут неэффективными на мелких лесопильных заводах с относительно небольшим объемом переработки сырья.

На лесопильных предприятиях Беларуси осуществляют в основном одностадийную сортировку пиломатериалов. Сортировку выполняют по многочисленным признакам, в том числе по породам, назначению,

размерам поперечного сечения и виду обработки. Пиломатериалы распределяют укрупненно на две группы по длине (короткие и длинные) и по качеству (лучшие, худшие). Укладка в сушильный штабель досок приблизительно одинаковой длины будет содействовать лучшему использованию сушильных установок. Сортировка сырых досок на группы по качеству также улучшает их дальнейшую обработку.

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

$$m = ArsIK + R,$$

где A – коэффициент, учитывающий средний диаметр распиливаемых бревен (при диаметре до 24 см $A = 6$, при диаметре от 26 до 36 см $A = 8$); r – количество эффективных лесорам в цехе; s – количество групп, на которые распределяют доски по сортам; l – количество групп, на которые распределяют доски по длине; K – коэффициент повторения размеров ($K = 1$ – для одной эффективной рамы или потока; $K = 0,9$ – для двух потоков; $K = 0,8$ – для трех потоков); R – резервные места на каждую эффективную раму (R составляет 1–2 места).

Например, если распиливать бревна диаметром 20 см в лесоцехе, в котором три эффективных лесорамы и доски по сортам распределяют на две группы, а по длине не распределяют, дробность сортировки составит

$$m = 6 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,8 + 1 \cdot 3 = 32.$$

Таким образом, количество групп, на которые нужно распределить доски, значительное. Чтобы уменьшить количество размерно-сортных групп, необходимо одновременно вести распиловку бревен по поставам, в которых размеры досок повторяются. Перед распиловкой бревна надо сортировать по размерам и качеству, тогда рассеивание размеров досок будет меньше. Толщину досок, которые выпиливают из пласти брусков, по возможности принимают одинаковыми. Боксовые доски в поставе по толщине также могут быть одинаковыми. Все это будет содействовать лучшей организации сортировки досок.

СОРТИРОВОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ И ИХ РАСЧЕТ

Сортировка сырых пиломатериалов – одна из самых трудоемких операций в лесопильном цехе.

На лесопильных предприятиях широкое распространение получили сортировочные устройства с поперечным перемещением пиломатериалов – ТСП-3 и ТСП-4 (рис. 135). При этом можно обеспечить

достаточную производительность при относительно небольшой скорости перемещения досок (по сравнению с продольным перемещением сортиментов). Доски, которые по ленточным или роликовым конвейерам поступают из лесосоцеха, сбрасывают на поперечный цепной конвейер. Вдоль конвейера размещают пакеты, в которых укладывают пиломатериалы по сортовым признакам.

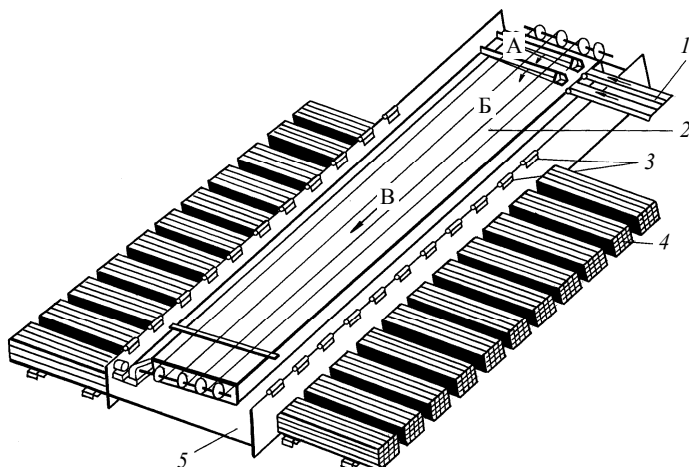


Рис. 135. Схема сортировочного устройства для досок:

А – приемный участок; Б – участок браковки досок;

В – участок распределения досок;

1 – ленточные конвейеры для подачи досок

из лесопильного цеха на сортировочное устройство;

2 – поперечный цепной конвейер для перемещения досок;

3 – ролики неприводные; 4 – пакеты досок; 5 – настил

Распределение пиломатериалов и укладка их в пакеты осуществляется вручную рабочими. Пакеты пиломатериалов могут быть размещены с одной или с двух сторон конвейера в зависимости от конкретных условий предприятия. Это влияет на длину участка распределения, которую определяют по следующим формулам: при размещении пакетов с одной стороны конвейера

$$l_p = ma;$$

при размещении пакетов с двух сторон конвейера

$$l_p = (m / 2) a,$$

где l_p – длина участка распределения, м; m – количество пакетов для размещения досок; a – длина участка для размещения одного пакета ($a = 1,8\text{--}2$ м).

Чтобы определить общую длину сортировочного конвейера, необходимо кроме длины участка распределения найти длину приемного участка и участка браковки досок. Длина приемного участка $l_{пр}$ зависит от расстояния между крайними конвейерами, по которым доски поступают из лесосека. Длину участка браковки досок $l_{бр}$ определяют по формуле

$$l_{бр} = nf / P,$$

где n – количество досок, поступающих на сортировку за 1 мин; f – длина участка, который обслуживает один рабочий ($f = 3\text{--}4$ м); P – производительность одного рабочего при браковке досок ($P = 6\text{--}7$ досок в минуту).

В результате общая длина сортировочного конвейера составит

$$L = l_p + l_{пр} + l_{бр}.$$

Скорость сортировочного конвейера v (м/мин) определяют по формуле

$$v = n(b + X),$$

где n – количество досок, поступающих на сортировку за 1 мин; b – средняя ширина выпиленных досок, м; X – расстояние между соседними досками по конвейеру ($X = 0,1\text{--}0,15$ м).

Отметим, что для обеспечения нормальных условий труда рабочих, которые вручную снимают доски с конвейера и распределяют их по пакетам, скорость конвейера не должна быть больше 10–12 м/мин. Количество досок, которые поступают на сортировочный конвейер за 1 мин, определяют с учетом схем и способов распиловки бревен и производительности лесопильных рам и другого оборудования в лесосеке.

Таким образом, на участке сортирования пиломатериалов с сортировочными устройствами ТСП-3 и ТСП-4 довольно тяжелые условия труда, производительность этих сортировочных конвейеров низкая.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Механизация и особенно автоматизация сортировки пиломатериалов позволяют значительно увеличить производительность и создать лучшие условия труда рабочих.

На лесозаводах работают полуавтоматические сортировочные установки модели ПСП (ПСП-18, ПСП-24, ПСП-30 или ПСП-36). Число

указывает, сколько накопителей в зависимости от дробности сортировки имеет установка для укладки досок по определенным сортировочным признакам.

Установка ПСП (рис. 136) работает следующим образом. Доски поступают на распределительный конвейер, который упорами перемещает их над накопителями. Когда люк накопителя открыт, доска сбрасывается на тележку. Люки открываются автоматически с помощью дисков, которые перемещаются одновременно с каждой доской селекторным конвейером. Положение диска на оси задается оператором, он визуально определяет размеры и качество каждой доски и устанавливает место ее сбрасывания в накопитель. После того как тележка с досками одного размера заполнится, она вывозится на место разгрузки. На ее место под распределительный конвейер устанавливается пустая тележка.

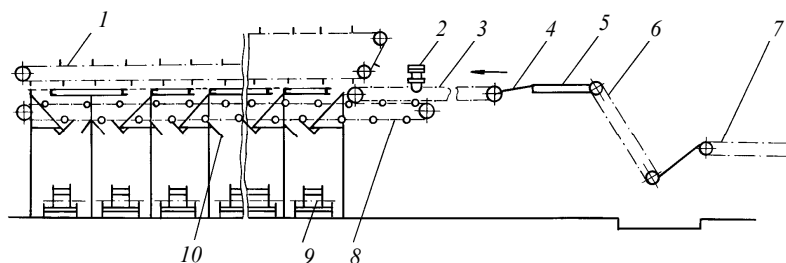


Рис. 136. Схема полуавтоматической сортировочной установки для досок:

- 1 – распределительный конвейер; 2 – устройство управления;
- 3, 6, 7 – конвейеры для подачи досок;
- 4, 5 – устройства для выравнивания торцов досок;
- 8 – селекторный конвейер с дисками; 9 – тележка-накопитель;
- 10 – поворотные рычаги для сброса досок

Скорость сортировочной установки – 0,21, 0,28 или 0,42 м/с, расстояние между упорами распределительного конвейера составляет 0,84 м. Она может сортировать доски длиной 2–7 м, шириной 80–280 мм, толщиной 16–100 мм. Установленная мощность – 115 кВт, масса – 110 т.

Сменная производительность сортировочной установки (количество досок) определяется по формуле

$$\Pi = 60 \nu TK / a,$$

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

Кроме полуавтоматической сортировочной установки модели ПСП разработаны новые линии сортировки сырых пиломатериалов, например ЛТС-16, ЛССА-18Т, ЛСП-21 и др. На этих линиях можно выполнять сортировку и предварительную торцовку досок. Они имеют относительно высокую производительность (40–120 досок в минуту), но очень металло- и энергоемкие, и поэтому их эффективно применять на крупных лесопильных предприятиях, которые имеют большие объемы переработки сырья.

В последнее время для сортировки сырых досок применяют сортировочные распределители досок модели СПР (рис. 137).

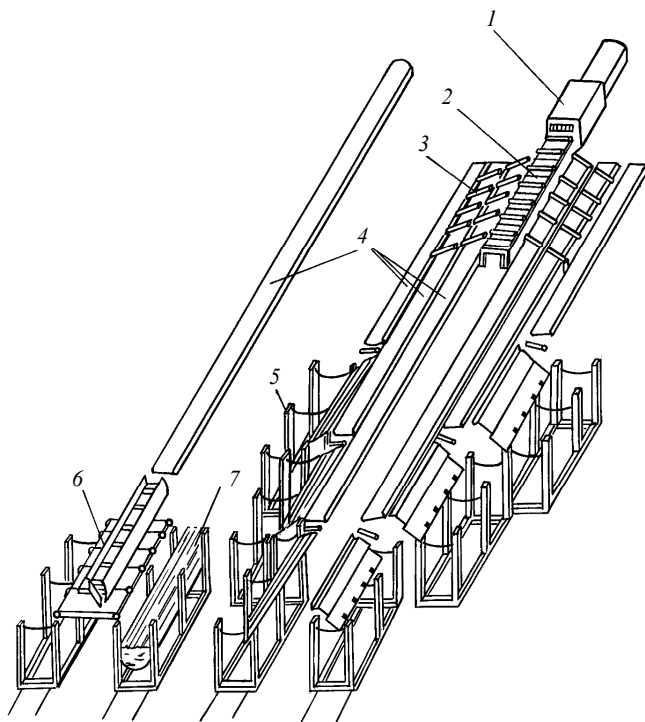


Рис. 137. Схема сортировочных распределителей досок в однопоточном лесопиле:

- 1 – обрезной станок; 2 – распределитель; 3 – поворотные рычаги;
- 4 – ленточные конвейеры; 5 – накопители тонких досок;
- 6 – устройство для распределения толстых досок от лесорамы второго ряда;
- 7 – накопители толстых досок

Тонкие боковые доски (16–32 мм) после обрезного станка распределяют по поперечному сечению на 6 групп. Они автоматически сбрасываются в накопители, размещенные вдоль конвейеров. Толстые доски (32–75 мм) от лесорамы второго ряда поступают прямо на накопитель толстых досок. Из накопителей пачки досок передаются краном или автопогрузчиком на устройства для укладки пакетов (например сушильных). Преимуществом таких устройств является то, что в них тонкие и толстые доски после лесосека не смешиваются, как в сортировочных установках с поперечным конвейером, а распределяются отдельно.

Производительность распределителя досок – до 20 досок в минуту ($l_{\text{ср}} = 4,5$ м). Установленная мощность распределителя для однопочтового лесосека составляет 44 кВт, масса – 57 т, обслуживают его двое рабочих.

Для механизации сортировки досок в двухрамных лесосеках с одноэтажными лесорамами применяют сортировочные установки модели СП-7. Она распределяет доски на 7 типоразмерных групп. Производительность установки – $2,9 \text{ м}^3/\text{ч}$, установленная мощность – 25,5 кВт, масса – 43,5 т, ее обслуживают трое рабочих. Принципиальная схема работы такой сортировочной установки показана на рис. 138.

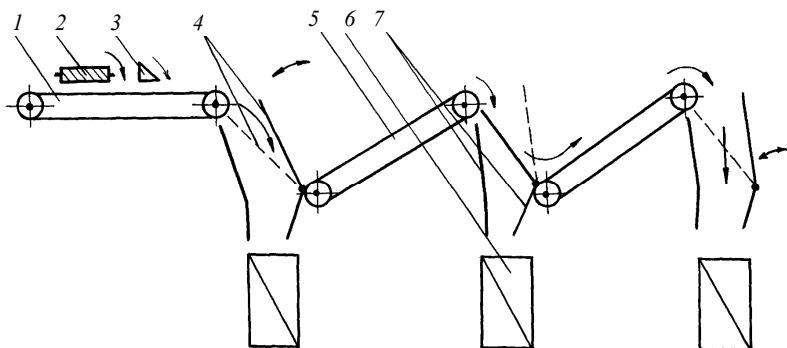


Рис. 138. Принципиальная схема сортировочной установки для потоков с одноэтажными лесопильными рамами:

- 1 – приемный конвейер; 2 – навесной роликовый конвейер;
- 3 – полка для сброса досок; 4 – распределитель;
- 5 – наклонные поперечные цепные конвейеры;
- 6 – накопители; 7 – наклонные плоскости

Доски поступают из лесосека роликовыми или ленточными конвейерами. Они сбрасываются на приемный конвейер, а затем по одной

поступают на распределительные устройства. Последние состоят из наклонных поперечных конвейеров и задвижек, которые перекрывают люки. По команде оператора та или иная задвижка открывается и доска попадает на накопительную тележку. По мере наполнения накопительные тележки вывозятся из-под конвейеров и пакет досок краном или автопогрузчиком подается на устройства для формирования сушильных пакетов или на отгрузку.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам распределяют пиломатериалы? 2. Дайте характеристику одно-, двух и трехстадийной сортировки досок. 3. Как определяют дробность сортировки досок? 4. Какие устройства применяют для сортировки досок? 5. Дайте характеристику сортировочных конвейеров ТСП. 6. От чего зависит и как определяют длину конвейера ТСП? 7. Дайте характеристику полуавтоматической сортировочной установки ПСП. Как определяют ее производительность? 8. В чем преимущество распределителей досок СПР по сравнению с установкой ПСП?

Упражнения

1. В четырехрамном лесопильном цехе распиливают бревна диаметром 20 см и длиной 6 м на доски, средняя ширина которых составляет 100 мм. На сортировочный конвейер ТСП-3 поступает в среднем 50 досок в минуту. Определить, обеспечит ли этот конвейер сортировку выпиленных досок и какая должна быть длина участка распределительного конвейера, если и по сортам, и по длине доски распределяют на две группы. Размещают пакеты по обе стороны конвейера.

2. Выбрать устройство для сортировки обрезных досок по размерам поперечного сечения и определить, сколько таких устройств необходимо для обеспечения непрерывной работы двухрамного лесопильного потока, который распиливает хвойные бревна, для следующих условий: диаметр бревен – 32 см; длина – 6 м; тип лесорамы – 2Р75; способ распиловки – с брусковой; количество досок из бревна: I проход – брус 200 см и 6 досок; II проход – 10 досок.

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.

МЕХАНИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СУШИЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Сушильные пакеты отличаются от транспортных тем, что в них пиломатериалы укладывают на прокладках, а в транспортных – плотно.

Для формирования пакетов пиломатериалов для сушки (камерной или атмосферной) применяют специальные пакетоформировочные машины (линии), например ПФМ-10, ПФЛ-1,5-1 (рис. 139).

При атмосферной сушке пакетоформировочные устройства располагают на складе пиломатериалов. Плотный пакет досок помещают на роликовый конвейер, разбирают и по одной доске подают на роликовый конвейер для выравнивания торцов. Ряд досок перемещается поперечным конвейером под устройство накладывания прокладок и дальше на вертикальный подъемник. После укладки каждого ряда досок подъемник автоматически опускается на толщину ряда. Сформированный сушильный пакет по роликовому конвейеру передвигается в сторону от машины и автопогрузчиком или краном укладывается в штабель.

Производительность линии ПФЛ-1,5-1 – до 60 досок в минуту. Длина формируемых пакетов – 4,3, 5,8 и 6,8 м, ширина – 1,2–1,8 м, высота – до 1,5 м. Установленная мощность – 100 кВт, масса – 59,7 т. Обслуживают линию трое рабочих.

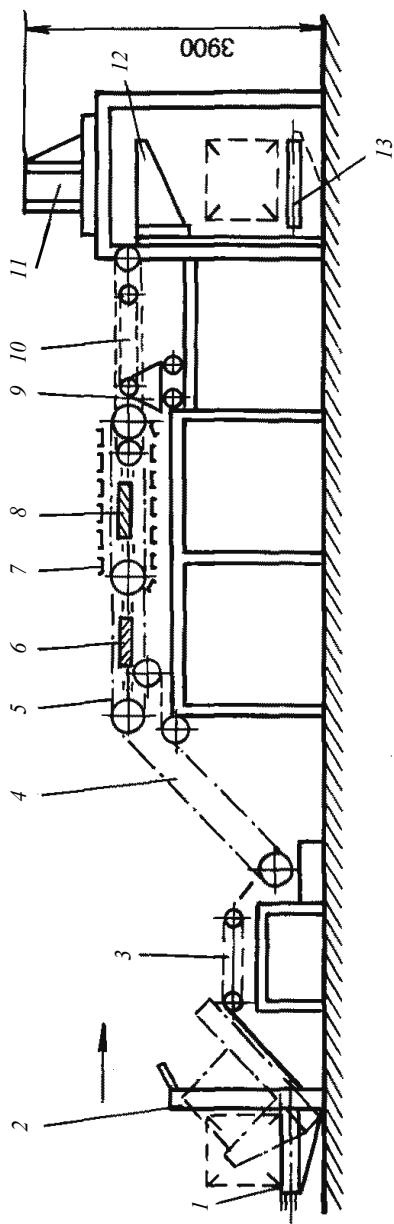


Рис. 139. Схема пакетоформовочной машины.

- 1 – конвейер для подачи плотного пакета досок; 2 – наклонный подъемник для разборки плотного пакета;
 3, 4, 5 – конвейеры для поштучной подачи досок; 6, 7 – роликовые конвейеры для выравнивания торцов досок;
 8, 9, 10 – устройства для формирования плоского щита из досок и подачи его на вертикальный подъемник;
 11 – устройство для укладки прокладок на щит досок; 12 – вертикальный подъемник;
 13 – роликовый конвейер для перемещения сушильного пакета

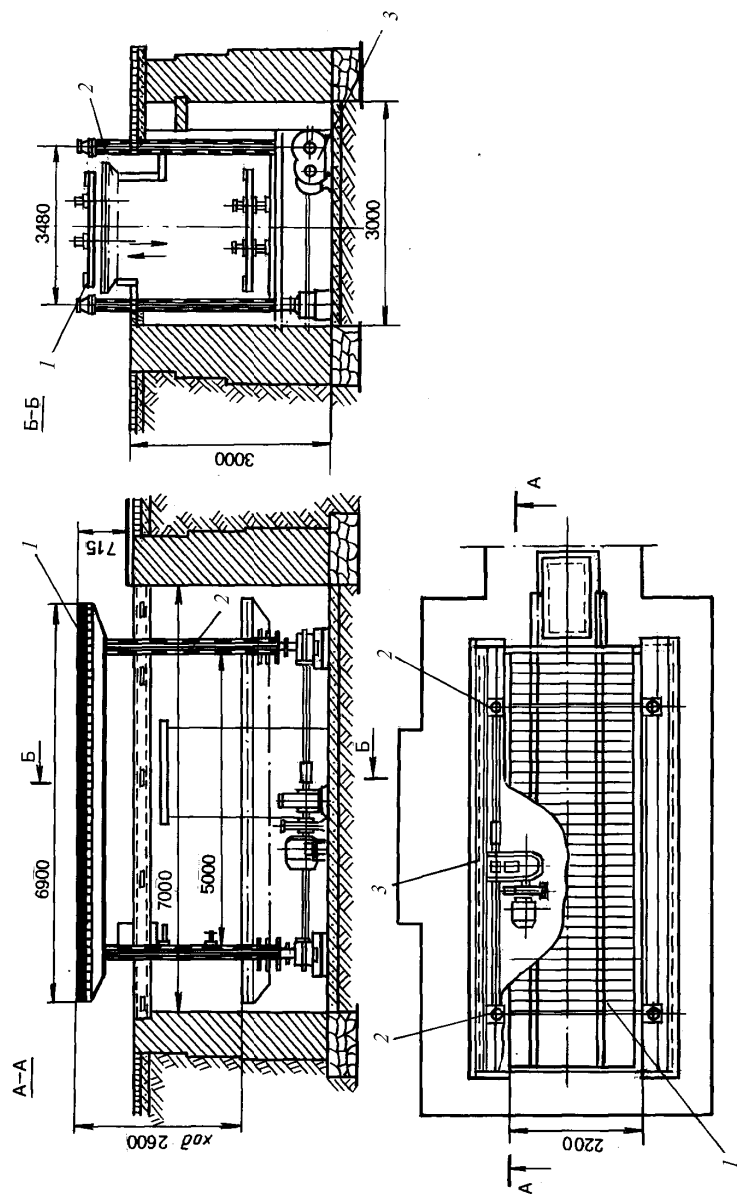


Рис. 140. Схема погрузочного лифта:
1 – платформа с рельсовым путем; 2 – подъемные винты; 3 – привод подъема платформы

Использование таких высокопроизводительных устройств эффективно на крупных лесопильных производствах, потому что они значительно энерго- и металлоемкие и требуют большой площади для установки. На заводах с относительно небольшим объемом выпускаемых пиломатериалов можно применять более простые механизмы, например погрузочный лифт Л 6,5-15 (рис. 140).

Лифт Л 6,5-15 предназначен для облегчения ручного труда при формировании и разборке пакета пиломатериалов. Он установлен в приямок глубиной 3 м. Ход платформы, на которой формируется пакет, составляет 2,6 м. При укладывании рядов досок в пакет платформа опускается в приямок, чтобы ее уровень над полом был все время одинаковым. После окончания формирования пакета платформа с пакетом поднимается, пакет перемещается по рельсам в сторону от погрузчика, а затем краном или автопогрузчиком укладывается в штабель. Грузоподъемность погрузчика составляет 15 т, мощность электродвигателя – 10 кВт. Размеры пакета: длина – 6,5 м, ширина – 1,3 м, высота – до 2,6 м.

АНТИСЕПТИРОВАНИЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В летний период (для Беларуси это месяцы с апреля по октябрь) при благоприятных условиях в древесине развиваются деревоокрашивающие или дереворазрушающие грибы. Качество пиломатериалов снижается или они совсем приходят в непригодность. На досках появляются синева, плесень и даже гниль. Для предотвращения повреждения грибами при хранении и атмосферной сушке пиломатериалы пропитывают специальными растворами – антисептиками. Антисептики наносят на поверхность пиломатериалов сразу же после распиловки бревен и не позже чем через 24 часа.

Нанесение антисептика на поверхность пиломатериалов можно выполнить различными способами: при помощи кисти, опрыскиванием или окунанием.

Нанесение антисептика на поверхность доски кисточкой – очень трудоемкая и опасная операция и может использоваться только в небольших производствах. Устройства для опрыскивания пиломатериалов могут быть установлены на сортировочных устройствах. При перемещении по одной доске можно также пропускать через раствор антисептика (окунать). Однако дальнейшая разборка мокрых досок вручную будет опасным для рабочих, потому что антисептики включают отравляющие вещества.

Наибольшее распространение получил способ окунания пакетов пиломатериалов в ванну с раствором антисептика. Для этого пакет досок опускают в ванну с антисептиком и выдерживают в ней 15–30 с в зависимости от концентрации раствора и способа укладки пакета. В качестве антисептиков применяют различные химические растворы, например пентахлорфенолат натрия. Концентрация раствора – 1,5–2%.

Пиломатериалы антисептируют в плотных или в сушильных пакетах. Лучшие результаты получают, когда в ванну опускают сушильные пакеты пиломатериалов.

Для механизации операции антисептирования пиломатериалов используют краны, автопогрузчики, автолесовозы со специальными захватами для пакетов. С помощью этих механизмов пакеты пиломатериалов опускают в ванну.

На рис. 141 показана установка для антисептирования пакетов пиломатериалов. Пакет с помощью гидравлического подъемника опускают в ванну с раствором антисептика. Чтобы верхние доски не всплывали, их прижимают гидравлическими прижимами. Продолжительность выдержки пиломатериалов в ванне контролируется таймером.

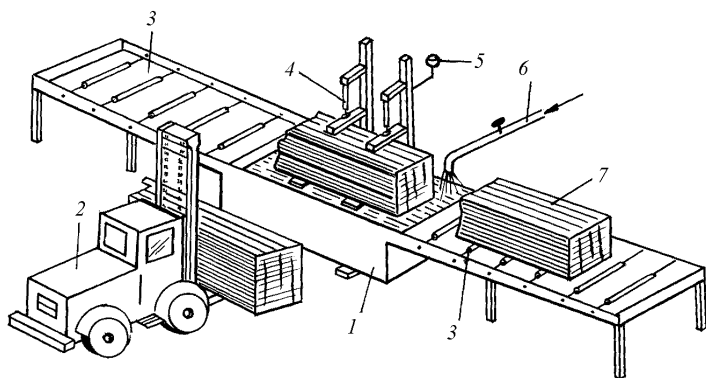


Рис. 141. Схема установки для антисептирования пакетов досок:
 1 – ванна с раствором антисептика; 2 – автопогрузчик с пакетом досок;
 3 – поддоны с наклоном в сторону ванны для стека антисептика;
 4 – гидравлический подъемник с прижимами; 5 – таймер;
 6 – трубопровод для подачи антисептика;
 7 – пакет досок после антисептирования

После выдержки в антисептике пакет вынимают из ванны и дают стечь раствору, а потом перемещают пакет на склад и укладывают в

штабеля. Установки для антисептирования пиломатериалов располагают вблизи мест укладки пакетов в штабеля на хранение или на атмосферную сушку. Расход раствора антисептика на 1 м^3 пиломатериалов составляет в среднем 30–50 л.

При работе с антисептиками необходимо выполнять правила личной безопасности, т. е. использовать специальную защитную одежду: резиновые перчатки, сапоги, фартук, а также защитные очки. Кроме этого, нельзя выливать раствор и воду, которой промывают оборудование, в канализацию и на землю, чтобы не загрязнять окружающую среду.

ФОРМИРОВАНИЕ ШТАБЕЛЕЙ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ПЛАНЫ СКЛАДОВ

Из пакетов пиломатериалов формируют пакетные штабеля, которые укладывают на деревянных или бетонных фундаментах высотой 50–75 см (рис. 142). Пакеты укладывают на брусках, сверху штабеля устанавливают и закрепляют переносную крышу, которая построена из досок.

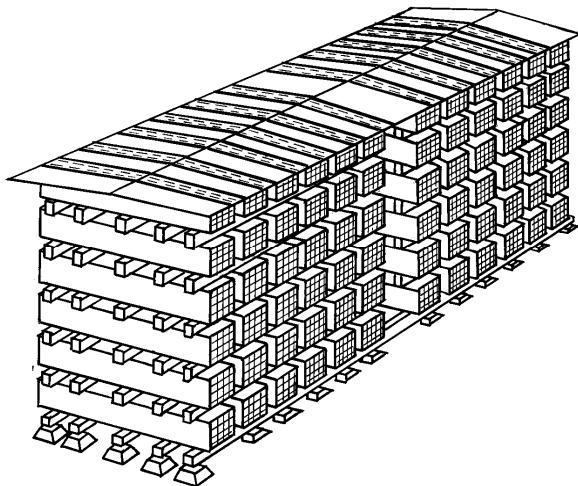


Рис. 142. Схема пакетного штабеля пиломатериалов

Для укладки пакетов в штабеля и разборки штабелей применяют консольно-козловые, башенные и стреловые краны, которые описаны

выше, а также автопогрузчики. Пакеты пиломатериалов укладывают с помощью крановых захватов вилочного или портального типов (рис. 143).

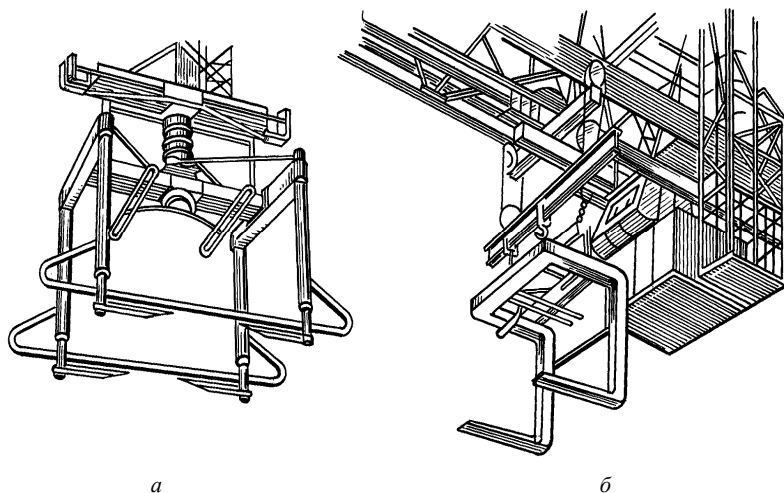


Рис. 143. Крановые захваты для пакетов пиломатериалов:
а – портального типа; б – вилочного типа

Штабеля пиломатериалов располагают на ровных площадках секциями по 10–12 штук в каждой с поперечными и продольными проездами шириной до 10 м.

Схема механизированного склада пиломатериалов показана на рис. 144. На складе расположены установки для формирования сушильных пакетов, антисептирования и окончательной обработки пиломатериалов. Штабеля формируют консольно-козловыми кранами, а пиломатериалы отгружают башенными кранами.

Укрупненно площадь склада пиломатериалов F , м^2 , можно определить по формуле

$$F = (E / H) K_{\text{пл}} K_{\text{шт}} K_{\text{укл}},$$

где E – емкость пиломатериалов на складе, м^3 ; H – средняя высота штабеля без учета высоты фундамента, м; $K_{\text{пл}}$ – коэффициент использования площади склада ($K_{\text{пл}} = 0,35–0,40$); $K_{\text{шт}}$ – коэффициент заполнения штабеля ($K_{\text{шт}} = 0,3–0,35$); $K_{\text{укл}}$ – коэффициент, учитывающий полноту укладки штабеля ($K_{\text{укл}} = 0,8–0,9$).

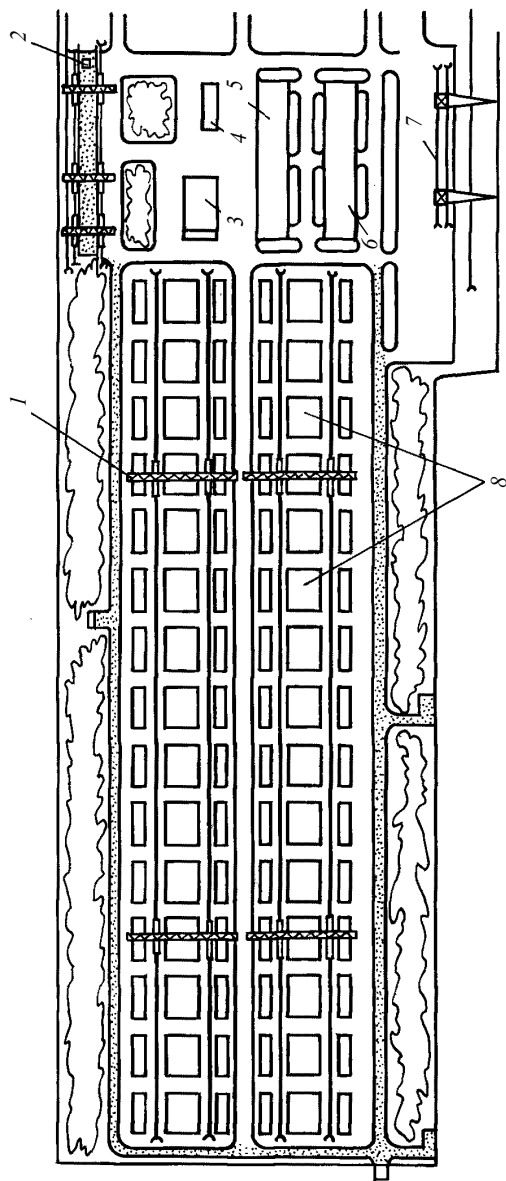


Рис. 144. Схема комплексно-механизированного склада пиломатериалов:

- 1 – консольно-козловые краны; 2 – установка для антисептирования пиломатериалов;
 3 – установка для торцовки и сортировки сухих досок по сортам; 4 – пакетоформировочная машина;
 5 – склад сухих пиломатериалов; 6 – установка для сортировки досок по длине и укладки их
 в транспортные пакеты; 7 – участок отгрузки пиломатериалов;
 8 – штабеля пиломатериалов (атмосферная сушка)

Особое внимание при проектировании складов пиломатериалов нужно уделять противопожарным мероприятиям на складах, проезды должны быть свободными, вдоль их располагают кольцевые водопроводы.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СУХИХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Современная технология предусматривает окончательную обработку досок после сушки, которая включает следующие операции: контроль их качества; торцовку в размер; маркировку и сортировку по качеству и по длине. Такова технология обработки пиломатериалов, которые реализуют в целом виде, например экспортных.

Для того чтобы выполнить операции окончательной обработки, применяют высокопроизводительные автоматизированные установки, например линию торцовки и сортировки досок ОТС-25 (рис. 145).

В линию входят линия торцовки досок ЛТ-1, устройства для распределения досок СПР-5, а также другие механизмы для перемещения и укладки досок.

Сушильный пакет пиломатериалов подают на линию с помощью наклонного лифта-подъемника. Пакет разбирают и доски перемещаются по одной на линию торцовки ЛТ-1. Доски торцуют в размер по длине, затем определяют их качество и маркируют. После этого доски поступают на распределитель, на котором их распределяют по сортам, а затем конвейерами подают в накопители. Из накопителей краном или автопогрузчиком пакеты досок перемещают на устройства для сортировки по длине и формирования транспортного пакета.

Производительность линий – 10–40 досок в минуту, установленная мощность – 66,7 кВт.

Для сортировки досок по длине и укладки их в транспортные пакеты можно применять автоматизированную установку (рис. 146).

Пакеты досок, распределенных по поперечным сечениям и по сортам, укладывают на наклонный подъемник. Затем пакет разбирают и по одной доске подают на распределительный конвейер. Доски одной длины сбрасываются каждая в свой накопитель. Как только накопитель заполнится, его открывают и доски сбрасываются на поперечный конвейер, который перемещает их к пакетопакеточному устройству. Транспортные пакеты досок одного сечения, одного сорта и одной длины обвязывают металлической лентой и отправляют на склад сухих пиломатериалов.

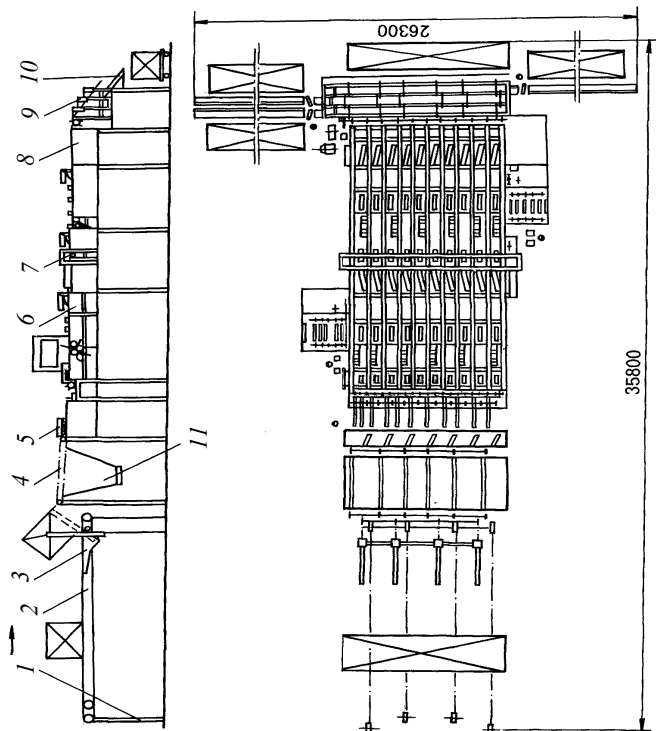


Рис. 145. Установка для торцовки и сортировки сухих досок по сортам:

1 – металлическая конструкция; 2 – загрузочный конвейер; 3 – наклонный подъемник для разборки сушильных пакетов; 4 – конвейер; 5 – роликовый конвейер для выравнивания торцов досок; 6 – линия торцовки ЛТ-1; 7 – роликовый конвейер; 8 – устройство для маркирования досок; 9 – распределитель досок по типу СПР; 10 – накопитель досок;

11 – конвейер для сбора прокладок от сушильных пакетов

На каждом пакете закрепляют его паспорт, где указывают размеры, качество и количество досок. Производительность установки – до 40 досок в минуту, установленная мощность – 65 кВт, масса – 80 т.

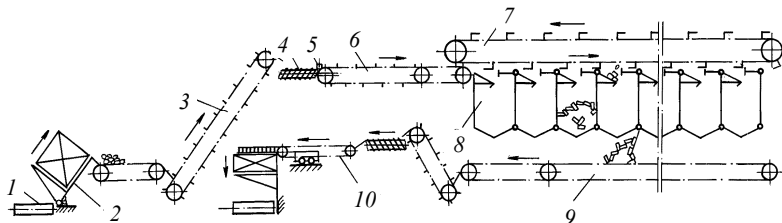


Рис. 146. Схема установки для сортировки досок по длине и укладки их в транспортные пакеты:

1 – подающий роликовый конвейер; 2 – наклонный подъемник для разборки пакета досок; 3 – конвейер для поштучной подачи досок; 4 – роликовый конвейер для выравнивания торцов досок; 5 – механизм поштучной подачи досок; 6, 7 – распределительный конвейер; 8 – накопители для досок; 9 – поперечный конвейер для перемещения досок; 10 – пакетоформировочное устройство

МЕХАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Основными механизмами для перемещения пакетов пиломатериалов внутри лесопильного производства являются автолесовозы и автопогрузчики.

Автолесовоз перевозит пакет досок, который располагается в портале между колесами. Пакет досок укладывают на брусья-подставки, размер пакета по высоте и ширине должен соответствовать размеру портала автолесовоза. Автолесовозы Т-140М2 (рис. 147) применяют для перевозки плотных пакетов досок от сортировочного устройства до склада пиломатериалов. Он может также перевозить сушильные пакеты от пакетоформировочной линии до штабелей атмосферной сушки. Специальные автолесовозы можно использовать для транспортировки досок к установкам антисептирования и для опускания в ванну с антисептиком. Эти лесовозы (А-210А) наезжают на край ванны, опускают в нее пакет, затем вынимают его и перевозят на место укладки в штабеля для атмосферной сушки.

Размеры портала автолесовоза: ширина – 1500 мм; высота – 1750 мм; грузоподъемность – 6,3 т; скорость перемещения с грузом – не более 40 км/ч.

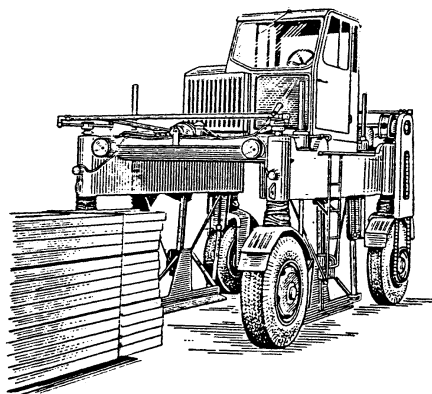


Рис. 147. Автолесовоз

Автопогрузчики с грузозахватным механизмом в виде вил чаще используют для укладки пакетов пиломатериалов в штабеля, погрузки их на автомобили, а также для разборки штабелей и разгрузки транспортных средств.

Перевозить пакет длинных досок автопогрузчиком неудобно, потому что пакет лежит на грузозахватных вилах поперек, и при движении автопогрузчика нужен свободный проезд шириной, большей за длину досок. Большое распространение на лесопильных производствах получил автопогрузчик модели 4049М с высотой подъема вил до 7 м, грузоподъемностью 5 т и скоростью перемещения с грузом до 8 км/ч, без груза – до 16 км/ч.

Чтобы обеспечить благоприятные условия перемещения автолесовозов и автопогрузчиков, лесопильное производство должно иметь дороги с твердым покрытием.

Производительность автолесовозов и автопогрузчиков определяется так же, как и производительность колесных лесопогрузчиков (см. формулу (50)). Для расчета необходимого количества таких механизмов определяют их производительность и объем пиломатериалов, которые нужно переместить за установленный период времени.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА УЧАСТКЕ СОРТИРОВКИ И НА СКЛАДЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Сортировочные и пакетоформировочные установки должны иметь звуковую и световую сигнализацию, для того чтобы предупреждать

рабочих, которые работают в нижней зоне, о запуске устройств. Все движущиеся части механизмов должны иметь ограждения. На верхнем участке устройств и на лестницах необходимо устанавливать ограждающие барьеры, которые предупреждают случайное падение рабочих.

На участке сортировки обеспечивают достаточную освещенность рабочих зон.

На складе пиломатериалов при работе на кранах выполняют такие же правила, как и на складе сырья. Особое внимание уделяют технике безопасности при перевозке пиломатериалов автопогрузчиками и автолесовозами.

Рабочие, занятые на участке антисептирования, должны работать в специальной защитной одежде.

На участках сортировки и на складе пиломатериалов необходимо строго выполнять правила противопожарной безопасности. Курить разрешается только в обозначенных местах. Проезды и дороги нельзя загромождать пакетами досок. На складе должен быть построен кольцевой водопровод.

Контрольные вопросы

1. Какие работы выполняют на складах пиломатериалов? 2. Какие механизмы применяют для формирования сушильных пакетов? 3. Для чего пиломатериалы антисептируют? 4. Какие меры безопасности нужно выполнять при антисептировании досок? 5. Какие механизмы применяют для формирования штабелей пиломатериалов? 6. Какие устройства применяют для окончательной обработки досок? 7. Укажите механизмы для перемещения пакетов пиломатериалов и дайте их характеристику. 8. Назовите основные правила безопасности на участках сортировки досок, на складе пиломатериалов.

Упражнения

1. Определить количество лесовозов, которые необходимы для перевозки досок от лесопильного цеха до пакетоформировочной машины, если лесопилка выпиливает 500 м^3 досок за смену, а расстояние перевозки составляет 630 м. Продолжительность зацепки пакета – 2 мин.

2. Для атмосферной сушки пиломатериалы укладывают в пакетные штабеля краном ККЛ-8 с грузозахватным устройством ЗВ-3. Определить количество кранов, необходимое для укладки досок, если на склад поступает 1000 м^3 досок в день. Коэффициент заполнения пакета – 0,4. Продолжительность укладки одного пакета составляет 4 мин.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Контроль качества включает контроль размерных и качественных характеристик сырья и продукции.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ

Контроль качества бывает входным, операционным и приемочным.

Входной контроль – это контроль качества сырья и материалов, которые поступают на лесопильный завод. *Операционный* контроль – это контроль качества на этапах производства. *Приемочный* контроль – это контроль готовой продукции на этапе отгрузки потребителям.

Проводят сплошной или выборочный контроль. При сплошном контроле определяют качество каждой единицы продукции, а при выборочном – только части (пробной партии) продукции. Объем пробной партии выбирают в зависимости от общего объема продукции.

В лесопильном производстве контролируют качество круглых лесоматериалов, пиломатериалов, заготовок, технологической щепы и другой продукции. Параметрами, которые контролируют, являются размеры, наличие пороков древесины, точность формы и шероховатость поверхности пиломатериалов, их влажность и физико-механические показатели, размеры щепы и наличие в ней различных примесей и т. д.

Входной контроль производят с целью проверки качества сырья и материалов, которые поступают на производство. Приемку круглых лесоматериалов осуществляют индивидуальным или групповым способом. При индивидуальном способе контролируют размеры, объем и качество каждого бревна. Диаметр и длину бревна измеряют ручными измерительными инструментами или специальными измерителями, объем их определяют по таблицам объема. Качество сырья (наличие пороков древесины) устанавливают визуально.

Групповой метод учета круглых лесоматериалов бывает геометрическим и весовым. При геометрическом методе учета измеряют геометрические размеры пакета лесоматериалов и определяют плотный объем бревен, которые в нем находятся, с использованием коэффициента плотности пакета.

Весовой метод учета основан на взвешивании пакета лесоматериалов и определении объема бревен по весовому коэффициенту.

Операционный контроль осуществляют на всех участках производства. Он включает контроль качества окорки, сортировки и распиловки

бревен; контроль качества обработки, сортировки, антисептирования пиломатериалов; контроль качества технологической щепы.

На участке подготовки сырья для распиловки проверяют качество окорки по чистоте поверхности бревна (в процентах от всей поверхности); устанавливают правильность сортировки бревен по диаметрам и подачу их на распиловку по соответствующим поставкам. В лесопильном цехе выборочно проверяют размеры и качество пиломатериалов. Толщину и ширину выпиленных досок контролируют предельными калибрами. На участке распиловки бревен и на участке обрезки и торцовки досок определяют точность геометрической формы пиломатериалов, а также шероховатость их поверхности. На участке сортировки пиломатериалов устанавливают правильность определения их качества и распределения по размерам и качественным группам.

При контроле в лаборатории качества технологической щепы проверяют ее размеры, фракционный состав, чистоту и угол среза и наличие в щепе примесей коры и минеральных веществ.

Приемочный контроль готовой продукции осуществляют при ее отгрузке или при приемке потребителем. При этом сплошным или выборочным контролем определяют размеры, объем, качество пиломатериалов и проверяют соответствие их стандарту и приемо-сдаточным документам. Проверяют также правильность укладки и обвязывания пакетов пиломатериалов, их хранения и транспортировки.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Для измерения диаметров круглых лесоматериалов применяют ручные инструменты и измерители разных конструкций. Широкое распространение получили лесная скоба и лесная вилка для измерения диаметров бревен. *Лесная скоба* – это линейка с делениями от 0 до 50 см через 0,5 см, которая имеет на одном конце упор. Упор установлен под прямым углом к линейке и имеет длину не менее 10 мм. *Лесная вилка* – это линейка, на одном конце которой закреплен неподвижный упор. На линейке нанесены деления. По ней перемещается подвижный упор, который может быть закреплен гайкой в любом положении относительно неподвижного упора при измерении диаметра бревна. Диаметр бревна определяют по расстоянию между упорами, которые охватывают бревно. Длину бревна измеряют линейками или рулетками.

В последнее время для измерения диаметров бревен применяют специальные измерители, например оптические измерители фирмы «Рема» и «Элмес», фотоэлектрические измерители, разработанные в ЦНИИМОД, автоматизированный комплекс для измерения и учета круглых лесоматериалов, разработанный в БГТУ, и др. Конструкция и порядок измерения бревен этими измерителями описан выше. Отметим, что автоматизированный комплекс БГТУ дает возможность определить стандартные параметры бревна (диаметр, длину, сбеги, объем), а также установить его индивидуальные особенности (фактические параметры, объем и форму по длине и в поперечном сечении).

Такую подробную информацию о размерах и формах бревна можно использовать при составлении оптимальных схем его распиловки и при ориентации бревна по отношению к режущим инструментам станка. Это обеспечивает рациональный раскрой сырья.

Для контроля размеров пилопродукции применяют штангенциркули, рулетки, предельные калибры. Предельные калибры имеют два предельных размера между упорами – проходной и непроходной. Если доска при контроле толщины проходит между проходными упорами и не проходит между непроходными, то она соответствует требованиям стандартов. Если она не проходит между проходными упорами, то она имеет толщину больше стандартной, а если проходит между непроходными упорами, то ее толщина меньше стандартного размера.

Контроль шероховатости поверхности пилопродукции осуществляется индикаторными глубиномерами или оптическим прибором ТСП-4М. Индикаторный глубиномер (рис. 148) состоит из индикатора часового типа ИЧ-2, ИЧ-5 или ИЧ-10, который установлен на специальную металлическую плиту. Перед измерением шероховатости поверхности выполняют настройку индикатора. Для этого его устанавливают на контрольную плитку с идеальной поверхностью и вращением шкалы совмещают стрелку с нулевым делением. Затем индикаторный глубиномер устанавливают на поверхность доски так, чтобы конец стержня оказался в той впадине, которую необходимо измерить. По шкале определяют глубину неровности поверхности доски. Индикаторный глубиномер позволяет измерять шероховатость поверхности с величиной неровности в пределах 500–1600 мкм.

Прибор ТСП-4М применяют для измерения меньших неровностей в пределах 60–1000 мкм, чаще в деревообработке для определения шероховатости поверхности заготовок. Наличие пороков древесины и дефектов обработки определяют в основном визуально.

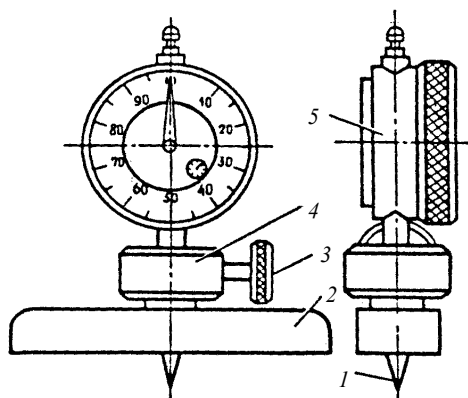


Рис. 148. Индикаторный глубиномер:
 1 – наконечник; 2 – плита; 3 – винт;
 4 – держатель; 5 – индикатор

В последнее время для автоматизации операции сортировки пиломатериалов, оптимизации их раскроя на заготовки были разработаны устройства для обмера досок и определения пороков древесины. Например, с помощью оптического измерительного устройства (рис. 149) можно определить размеры доски, размеры и местоположение сучков, трещин и обзолов.

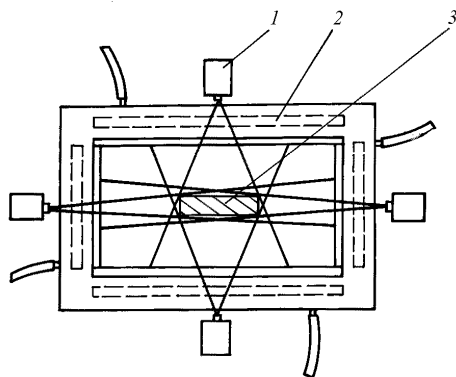


Рис. 149. Схема оптического измерительного устройства для досок:
 1 – источник света; 2 – светоприемник;
 3 – доска, размеры которой измеряют

Доски проходят через это устройство в продольном направлении со скоростью до 4 м/с. С помощью измерительных элементов определяют размеры досок, а также размер и расположение сучков, обзолов и других пороков. При этом можно распознать здоровые или гнилые сучки. Информация о размерах доски и наличии и размерах пороков поступает в ЭВМ.

ЭВМ сравнивает эти пороки с пороками, которые допускаются в каждом сорте, и определяет сорт доски. Если доска измеряется перед обрезкой, то ЭВМ определяет оптимальную схему раскря доски и управляет установкой пил станка на необходимый размер.

Для оценки качества конструкционных пиломатериалов применяют метод силовой сортировки. Для этого используют специальные установки, предназначенные для определения величины напряжения, которое выдерживает доска при коротковременном давлении на нее (рис. 150). При такой сортировке пиломатериалов не только объективно оценивается влияние пороков на свойства древесины, но и учитываются сами свойства (упругость, прочность), которые визуально оценить невозможно.

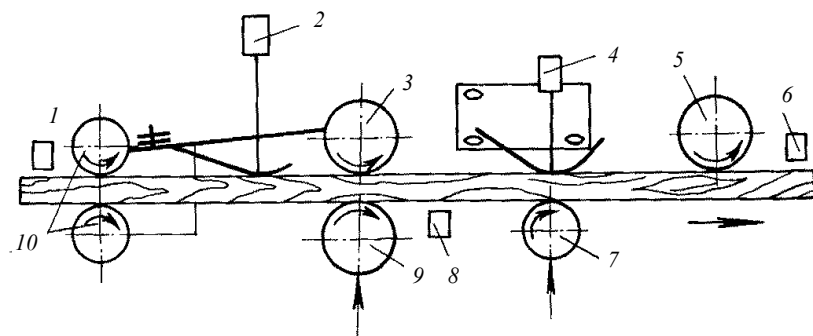


Рис. 150. Схема установки для силовой сортировки досок:
1, 6, 8 – фотоэлементы; 2 – датчик продольной покоробленности;
3 – опорный ролик; 4 – датчик прогиба; 5 – опорный ролик;
7 – нагрузочный ролик; 9 – прижимной ролик; 10 – подающие ролики

Качество технологической щепы определяется в цеховой лаборатории. Для нахождения массовой доли коры, гнили и других примесей применяют весы с погрешностью взвешивания не больше чем 0,01 г. Для определения фракционного состава щепы используют ситовый анализатор АЛГ-М (рис. 151).

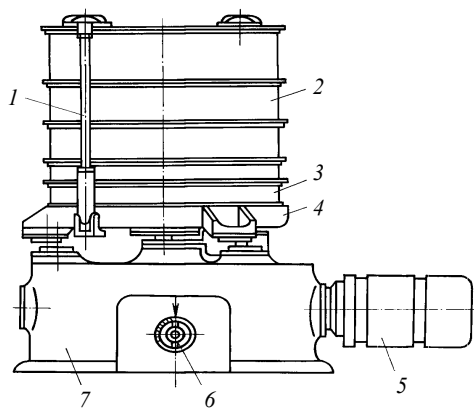


Рис. 151. Анализатор щепы:

1 – фиксатор; 2 – набор сит; 3 – поддон; 4 – плита;
5 – электродвигатель; 6 – реле времени; 7 – корпус

Он состоит из набора сит с отверстиями диаметром 30, 20, 10 и 5 мм и поддона. Плита, на которой закреплен корпус с ситами и поддоном, с помощью электродвигателя осуществляет круговое движение в горизонтальной плоскости. По количеству щепы на каждом сите определяют их фракционный состав.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику организации контроля в лесопильном производстве.
2. Задачи входного, операционного и приемочного контроля. 3. Какие контрольно-измерительные приборы и инструменты применяют для измерения бревен, пиломатериалов, для контроля шероховатости поверхности досок, для определения качества щепы?

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Одной из важнейших в лесопилении является проблема рационального использования древесного сырья. Ее решение актуально для Беларуси, так как несмотря на значительный объем заготавливаемой древесины, потребность в пиломатериалах и заготовках для столярно-строительных деталей, мебели и других изделий удовлетворяется далеко не полностью. Одним из основных резервов более полного удовлетворения потребностей республики в пилопродукции без увеличения объемов лесозаготовок является совершенствование существующих и создание новых ресурсосберегающих технологий лесопиления.

Разработка перспективных технологических процессов предусматривает использование как современного лесопильного оборудования, так и средств регистрации и обработки информации о пиловочном сырье и пилопродукции.

Отметим, что в настоящее время в условиях дефицита пиловочно-го сырья основными направлениями обеспечения эффективности лесопиления являются:

- рациональный раскрой сырья на основе современного оборудования с учетом индивидуальных особенностей бревен, а также назначения пиломатериалов и их размерно-качественной характеристики, объемов производства и других конкретных условий предприятия;
- полное и экономически целесообразное использование всех отходов, которые неизбежно получают при распиловке бревен;
- широкое привлечение в переработку низкокачественного и мелкого сырья хвойных и лиственных пород.

В Беларуси в послечернобыльский период дополнительной проблемой в использовании древесины является радиоактивное загрязнение сырья. Эти обстоятельства нужно учитывать при организации окорки бревен, которую необходимо обязательно ввести в технологический процесс. В данном случае технологический процесс подготовки сырья к распиловке должен включать дополнительные мероприятия с целью сохранения качества бревен после окорки, особенно в летнее время.

Индивидуальный подход к раскрою бревен и брусев на пилопродукцию целевого назначения возможен только при наличии измерительных систем, обеспечивающих получение достаточно полной

информации о размерах и качестве перерабатываемого сырья, а также электронных средств для обработки этой информации и выдачи оптимальных решений по раскрою. Здесь речь идет о необходимости внедрения информационных технологий в лесопильное производство.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

По классификации профессора Р. Е. Калитеевского в лесопильном производстве различают информационные технологии следующих основных процессов:

- информационные технологии раскроя хлыстов;
- информационные технологии сортировки бревен;
- информационные технологии раскроя бревен на пилопродукцию;
- информационные технологии сортировки и окончательной обработки пиломатериалов после сушки.

Информационные технологии процессов лесопиления предусматривают применение измерительных систем для регистрации геометрических параметров предмета обработки (бревен, брусьев, досок), а также средств обработки, хранения и использования информации в системах управления оборудованием. Особенностью их является включение в контур систем управления оборудованием оптимизационных программ, позволяющих осуществить экономию сырья, труда и энергии при переработке бревен.

Рассмотрим в качестве примера информационную технологию раскроя бревен на пилопродукцию. Она включает:

- автоматизированный измерительный комплекс для круглых лесоматериалов;
- специальные технологические программы для компьютерного моделирования раскроя бревен по оптимальным схемам;
- автоматизированную систему управления лесопильным оборудованием.

Автоматизированные измерительные комплексы для бревен разработаны в БГТУ и описаны выше в соответствующем разделе. Напомним, что указанные измерители позволяют регистрировать геометрические параметры каждого сортимента (хлыста, бревна), идущего в распиловку. Информация об индивидуальных особенностях распиливаемого бревна поступает в компьютер, в который уже введены сведения о спецификации требуемых пиломатериалов. По специальным технологическим программам, также разработанным в БГТУ,

компьютер выполняет моделирование раскроя этого бревна с учетом его индивидуальных особенностей (диаметра, сбега, кривизны) и спецификации пиломатериалов, выбирает оптимальную схему раскроя. Далее переработка бревна может осуществляться по вариантам:

1) оптимальная схема раскроя бревна передается на модуль управления, который соединен с режущими инструментами лесопильного оборудования. Специальный исполнительный механизм устанавливает пилы по заданной схеме раскроя бревна (бруса), обеспечивая оптимальный выход спецификационных пиломатериалов (распиловка по «гибким» регулируемым поставам);

2) бревна поступают на сортировочное устройство и распределяются по лесонакопителям с учетом оптимальной схемы раскроя (сортировка по поставам). Далее бревна одной сортировочной группы распиливают по выбранному поставу.

Таким образом, применение информационных технологий обеспечивает рациональное использование пиловочного сырья и выпуск конкурентоспособной продукции.

По первому варианту необходимо иметь специальное оборудование с возможностью позиционирования режущих инструментов. Такое оборудование достаточно сложное и дорогое.

По второму варианту сортировка бревен осуществляется на типовых сортировочных устройствах. Только при этом распределение бревен в лесонакопители производится не по диаметрам, а по оптимальным схемам распиловки (поставам), обеспечивающим наибольший объемный выход спецификационных пиломатериалов.

Данная операция состоит в разбивке бревен на сортировочные группы с учетом их индивидуальных особенностей (диаметра, длины, коэффициента сбега, кривизны), которые влияют на выбор схемы распиловки и объемный выход досок. Разработанный автоматизированный измеритель позволяет получить такую информацию о каждом бревне. Эта информация поступает в компьютер, далее выполняется виртуальный раскрой бревна на требуемые пиломатериалы по нескольким схемам, а затем выбирается оптимальная схема (постав) и номер лесонакопителя, в который сбрасывается это бревно.

Такая сортировка бревен по схемам раскроя имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной сортировкой по диаметрам:

- обеспечивается максимальный объемный выход спецификационных пиломатериалов;
- уменьшается количество сортировочных групп бревен, что снижает трудо- и энергозатраты при сортировке и раскрое;

– уменьшается необходимый оперативный запас сырья, что увеличивает рентабельность лесопильных предприятий вследствие снижения объема «замороженных» оборотных средств;

– исключается отрицательное влияние «человеческого фактора» на процесс сортировки.

Внедрение информационных технологий обеспечивает индивидуальный подход к раскрою бревен и рациональное использование пиловочного сырья.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Рациональный раскрой сырья с учетом его индивидуальных особенностей (размеров, формы, наличия пороков), а также сравнительно меньшие потери в опилки обеспечивают ленточнопильные станки. Например, на рис. 152 показана схема лесопильного цеха на основе ленточнопильных станков (США). Бревна перед поступлением в станок проходят через измерительное устройство, которое передает информацию о его размерах и качестве в ЭВМ. ЭВМ выбирает оптимальную схему раскроя каждого бревна и руководит позиционированием пил ленточнопильных станков. Брус от первого станка поступает на второй станок и распиливается на доски заданных размеров. Боковые доски, кратные по толщине, поступают на горизонтальный делительный станок, а доски с обзолом – на фрезерно-обрезные станки. Потом их подают на многопильный торцовочный станок и дальше на сортировочное устройство.

Отметим, что в данной технологии предусматривается выпилка толстых (кратных по толщине) досок, а затем эти доски по необходимости распиливают по толщине на станке, на котором установлены тонкие пилы. При этом сокращаются потери древесины в опилки и повышается объемный выход пилопродукции.

Для обмера и оценки индивидуальных особенностей бревен применяют оптические измерительные устройства, электронные сканеры и ЭВМ, с помощью которых выбирают оптимальную схему раскроя бревен и досок и управляют оборудованием. Примером автоматизированного измерительного устройства может быть оптико-измерительный комплекс, разработанный в БГТУ и описанный выше (см. рис. 52, с. 130, и 53, с. 131).

Лазерные системы оптимизации раскроя лесоматериалов с использованием ЭВМ для управления технологическим процессом являются базой для внедрения информационных технологий в лесопильном производстве.

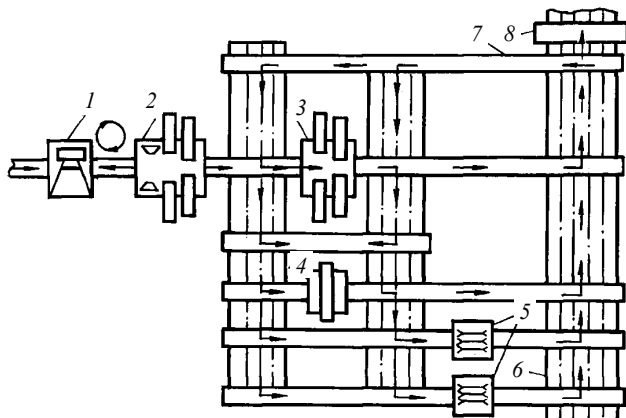


Рис. 152. Схема лесопильного цеха
на базе ленточнопильных станков (США):

- 1 – измерительное устройство; 2 – головной ленточнопильный станок с фрезерной приставкой и возвратно-поступательным устройством с торцовыми зажимами для подачи бревен; 3 – четырехпильный ленточнопильный станок для распиловки бруса; 4 – горизонтальный ленточнопильный станок для распиловки толстых досок; 5 – фрезерно-обрезные станки; 6 – поперечный цепной конвейер для досок; 7 – возвратный конвейер; 8 – многопильный торцовочный станок

В системах автоматизированной обрезки необрезные доски перед обрезкой проходят через специальное сканирующее устройство (рис. 153), которое подает информацию об их размерах и качестве в ЭВМ. ЭВМ выбирает оптимальную схему раскроя каждой доски и управляет установкой режущих инструментов фрезерно-обрезного станка. При этом учитывается не только размеры доски, но и наличие пороков древесины (сучки, трещины и т. д.).

Решение задачи рационального раскроя бревен имеет важное значение в условиях заметного ухудшения размерно-качественной характеристики сырья, которое поступает в распиловку, резкого повышения цен на сырье и пиломатериалы, приватизации предприятий.

В связи с уменьшением запасов качественного хвойного сырья особого внимания заслуживает использование в лесопильном производстве низкокачественной, мелкой и лиственной древесины. Это в свою очередь вызывает необходимость разработки особой технологии и оборудования, потому что переработка такого сырья в типовых лесопильных потоках не всегда эффективна.

Технологический процесс переработки сырья мягких лиственных пород должен обеспечить возможность выполнения в одном потоке (цехе) всех технологических операций – от распиловки бревен до раскроя досок на заготовки и сушки заготовок. Такая технология предусматривает переработку сырья без дополнительных затрат на транспортировку, формирование и разборку пакетов досок, их хранение и т. д. При этом предотвращается повреждение их дереворазрушающими грибами, что происходит при длительном хранении в пакетах, особенно в летний период. Переработка сырых досок в лесоцехе дает возможность более эффективно использовать отходы, которые будут сконцентрированы в одном месте.

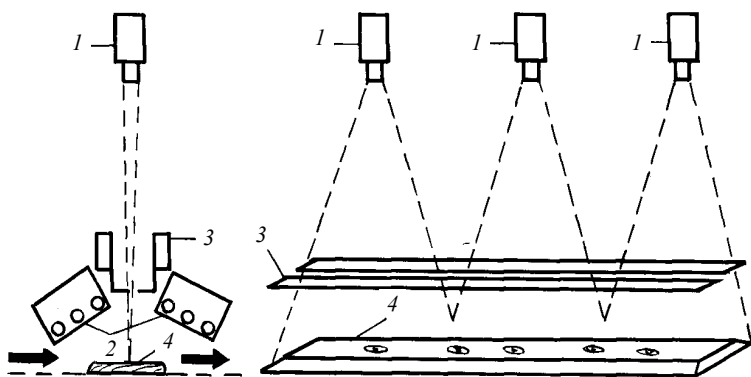


Рис. 153. Схема системы управления автоматизацией обрезки досок (Финляндия):
1 – фотоэлектронные камеры; 2 – осветители;
3 – снимающий растр; 4 – необрезная доска

Для переработки бревен, имеющих кривизну, немецкая компания Esterer WD GMBH разработала технологию ArcoLine, которая включает современные трехмерные системы сканирования и комплексные программы оптимизации фрезерования и раскроя. Обработка бруса по всей длине фрезерными дисками осуществляется строго по выбранной дуге. Распиловка по дуге четырехкантного бруса ведется при помощи жестко установленных пил. Все это обеспечивает максимальный выход пилопродукции (рис. 154).

Радиальные пиломатериалы, которые широко используются в производстве клееных щитов и брусьев, можно выпиливать на круглопильных станках с угловым расположением пильных дисков.

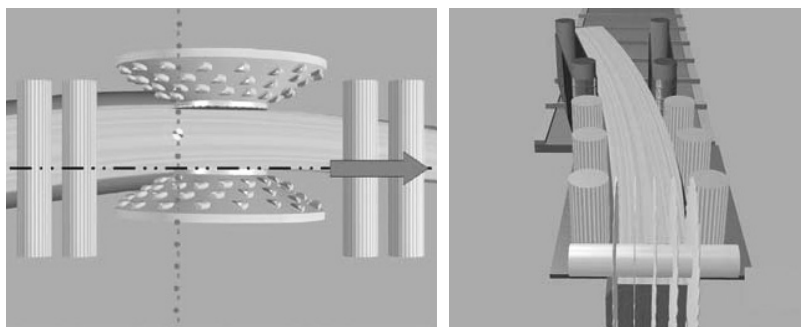


Рис. 154. Схема распиловки и фрезерования по технологии ArcoLine

Автоматизированный угловой бревнопильный станок «Барс-4» (Россия) (рис. 155) оснащен программным обеспечением, которое позволяет выбрать оптимальную схему распиловки в зависимости от геометрических параметров бревна и требуемых размеров пиломатериалов.

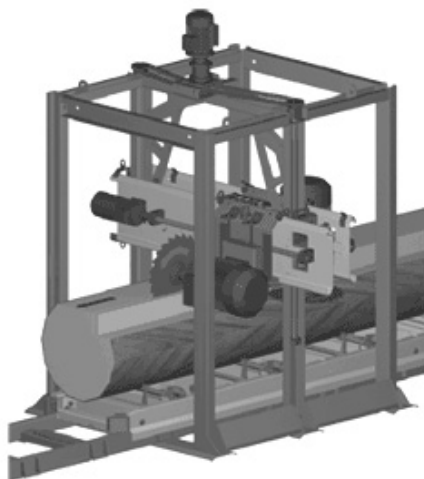


Рис. 155. Схема механизма резания станка с угловым расположением пил

На неподвижной станине станка закрепляется бревно, а портал с двумя вертикальными и двумя горизонтальными пилами перемещается по направляющим. При этом из бревна выпиливают пиломатериалы.

заданных размеров (доски, бруски, брусья) с требуемым расположением *годовых* слоев к пласти (радиальные, тангенциальные). Производительность станка составляет 20–25 тыс. м³ бревен в год. Диаметр перерабатываемых бревен – до 80 см.

С развитием целлюлозно-бумажного производства, сырьем для которого является технологическая щепка, получают распространение фрезерно-брусующие линии с использованием технологии профилирования. Например, на рис. 156 показана схема профилирования бруса на линии немецкой фирмы SAB Sage-werksanlageh GMBH. При этом обеспечивается высокая производительность и производство высококачественной пилопродукции и технологической щепы.

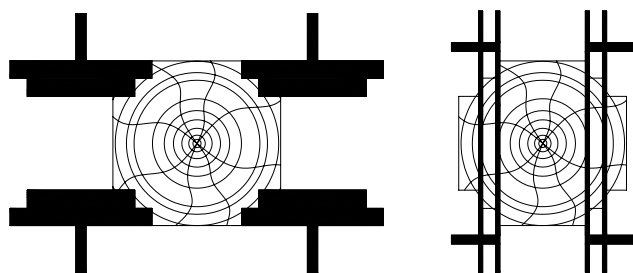


Рис. 156. Схема профилирования бруса

Фирма SAB ведет проектирование лесопильных линий согласно концепции *модульного наращивания производственных мощностей*. Она производит установки для переработки от 50 000 м³ до 500 000 м³ круглых лесоматериалов в год.

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЛИНИЙ

В современной мировой практике переработки бревен наряду с традиционным лесопильным оборудованием широко применяются лесопильные линии на основе функциональных модулей.

Функциональный модуль – это механизм (станок) определенного назначения, который может работать как самостоятельно, так и в составе линии. Он имеет присоединительные габаритные размеры, одинаковые с другими модулями. Таким образом, требуемая линия по переработке бревен комплектуется путем последовательного присоединения различных функциональных модулей друг к другу.

Создание оборудования из функциональных модулей, по словам профессора Р. Е. Калитеевского, позволяет решить проблему быстрой перекомпоновки линий с учетом выпуска требуемой пилопродукции и повышения производительности цеха. Это также важно, так как сокращаются сроки производства и внедрения оборудования.

В качестве примеров компоновки технологических линий по переработке бревен рассмотрим следующие функциональные модули:

- фрезерно-брусующий станок;
- вертикальный ленточнопильный станок;
- спаренные ленточнопильные станки;
- строенные ленточнопильные станки.

Отметим, что указанное оборудование было рассмотрено выше в соответствующих разделах. На рис. 157 и 158 приведены варианты технологических линий, скомпонованных из названных функциональных модулей. В зависимости от требуемой производительности по переработке сырья и размеров бревен могут создаваться линии с рециркуляцией (петлей возврата) брусьев или с прямолинейной подачей их на переработку. На рис. 157 показаны варианты линий с рециркуляцией брусьев на переработку на одном станке.

Вариант I предусматривает переработку бревен и двухкантных брусьев на фрезерно-брусующем станке и распиловку бревен и брусьев на вертикальном ленточнопильном станке.

В варианте II для распиловки бревен и брусьев после фрезерно-брусующего станка установлены спаренные ленточнопильные станки.

При переработке крупных бревен за фрезерно-брусующим станком устанавливают строенный ленточнопильный станок, который предназначен для распиловки боковых зон бревен и двухкантных брусьев двумя пилами, а четырехкантный брус – тремя пилами на четыре обрезные доски (вариант III).

Также на этой линии можно из крупного бревна выпилить два бруса, а затем их переработать на доски.

В указанных вариантах применяются гибкие (регулируемые) поставки, т. е. предусмотрено позиционирование режущих инструментов в зависимости от размеров перерабатываемых бревен и выпиливаемых пиломатериалов.

Если необходимо увеличить производительность линий по распиленному сырью, то можно последовательно устанавливать дополнительные функциональные модули.

На рис. 158 показаны варианты линий с прямолинейной подачей брусьев на переработку.

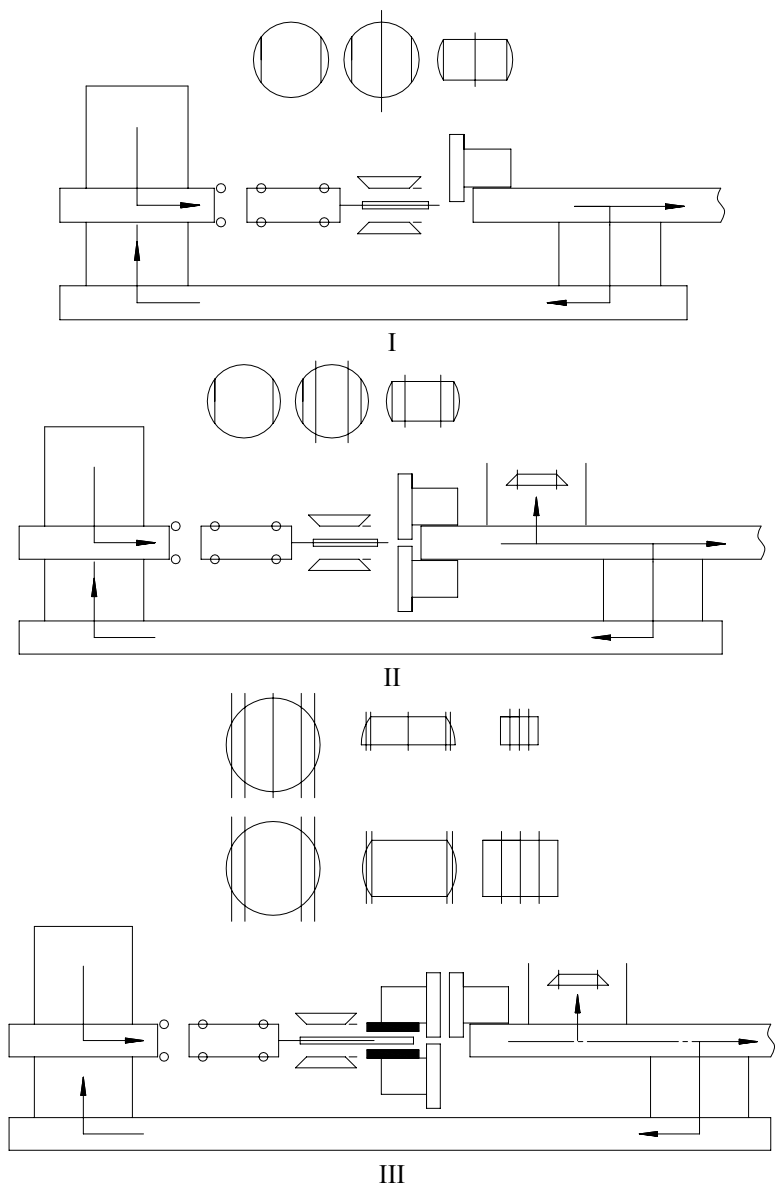


Рис. 157. Схемы переработки с рециркуляцией брусьев

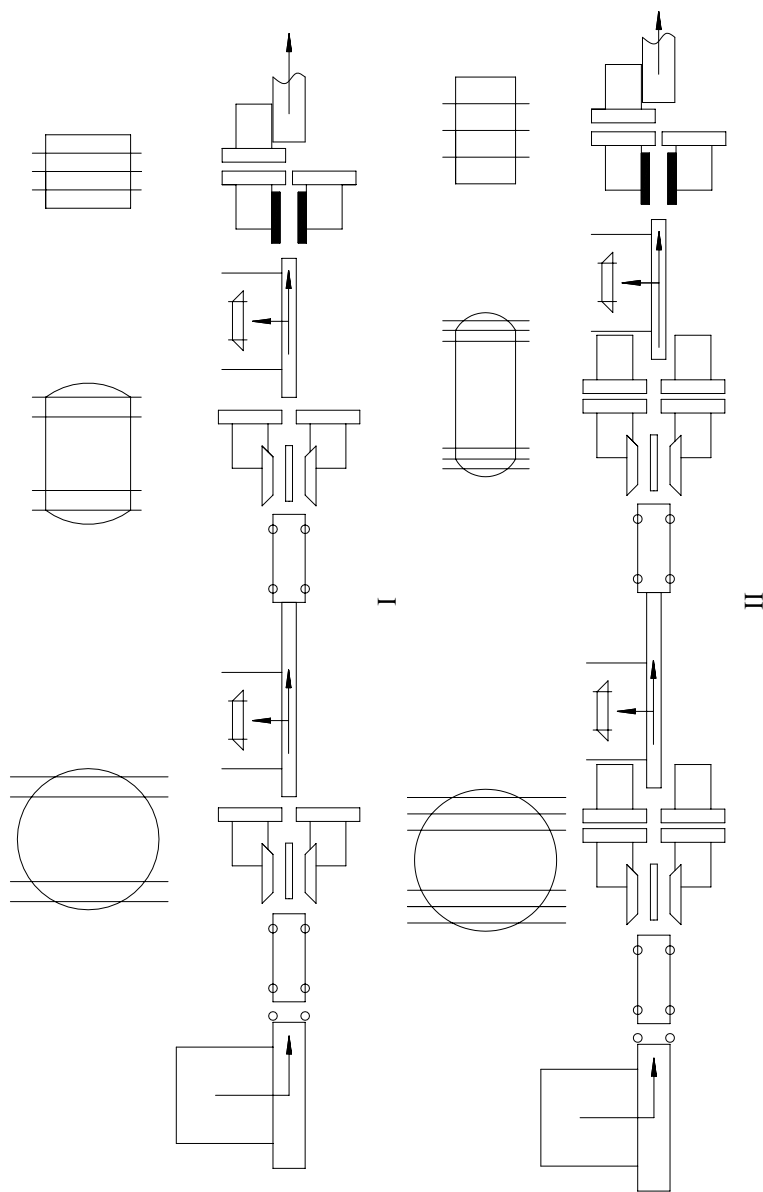


Рис. 158. Схемы переработки с прямой подачей

В технологической линии по варианту I установлены два модуля в составе фрезерно-брусующих станков со спаренными ленточно-пильными станками, а также модуль со строенными ленточнопильными станками. В этой линии бревно и двухкантный брус проходят последовательно через фрезерно-брусующие и спаренные ленточнопильные станки. В результате получаются необрезные доски и четырехкантный брус. Необрезные доски передаются на фрезерно-обрезные станки, а четырехкантный брус распиливается на строенном ленточнопильном станке на четыре обрезные доски.

При переработке бревен крупных диаметров в линию могут быть включены за фрезерно-брусующими станками счетверенные ленточнопильные станки для переработки боковых зон бревен и брусьев на четыре доски (вариант II). Четырехкантный брус распиливается на строенном ленточнопильном станке на четыре обрезные доски.

Таким образом, применяя модульный принцип, можно выбрать любую требуемую компоновку лесопильных линий в зависимости от размерно-качественной характеристики бревен и пилопродукции и объемов переработки сырья. При этом объемы переработки можно по необходимости наращивать, встраивая в линию дополнительные требуемые модули.

Отметим, что в линии для распиловки бревен и брусьев после фрезерно-брусующих станков могут устанавливаться модули на основе круглопильных станков. Примером таких линий являются фрезерно-профилирующие пильные линии фирмы A. Costa и фирмы SAB, рассмотренные выше.

Модульный принцип проектирования может использоваться также для создания линий сортировки сырья перед распиловкой, линий сортировки и окончательной обработки пиломатериалов и др.

При создании модульных технологических линий обязательным условием является наличие информационного и программного обеспечения для автоматизированного управления процессом переработки сырья. Оснащение такими линиями лесопильного производства даст возможность непрерывно его совершенствовать и повышать эффективность.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ БРЕВЕН

В последнее время разрабатываются нетрадиционные способы переработки древесины. На рис. 159 приведена схема торцовки досок

с помощью ножевых приспособлений. Замена пил на ножи, которые под давлением режут древесину без пиления, позволяет уменьшить количество отходов. При этом отсутствует шум, вибрация, создаются лучшие условия работы.

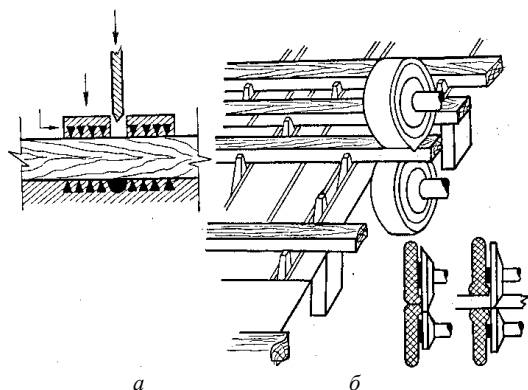


Рис. 159. Схема торцовки досок с помощью ножевых приспособлений:
а — установка позиционная; б — установка проходного типа

Зарубежные фирмы предлагают новые методы получения пилопродукции. Бревна распиливают вразвал на необрезные доски. Доски высушивают и обрезают по сбегу и по наклонной линии кромки (рис. 160, а). Затем их склеивают в щиты, которые строгают и распиливают на заготовки требуемой ширины. По другой технологии (рис. 160, б) бревна распиливают на секторы, их высушивают и склеивают в щиты, а затем распиливают на заготовки требуемой ширины.

Кроме этих способов, предложена технология клееных пиломатериалов, которая похожа на технологию фанеры (рис. 160, в). На лущильном станке получают шпон толщиной 6–7 мм, высушивают его до влажности 5%, склеивают листы по толщине вдоль волокон, а затем распиливают на заготовки требуемых размеров. При этом улучшаются прочностные свойства пилопродукции.

Новые технологии обеспечивают лучшее использование сырья и позволяют получить пилопродукцию высокого качества.

Однако отметим, что даже при применении самых современных технологий переработки сырья неизбежно получение отходов, и поэтому проблема их использования является актуальной для лесопильного производства.

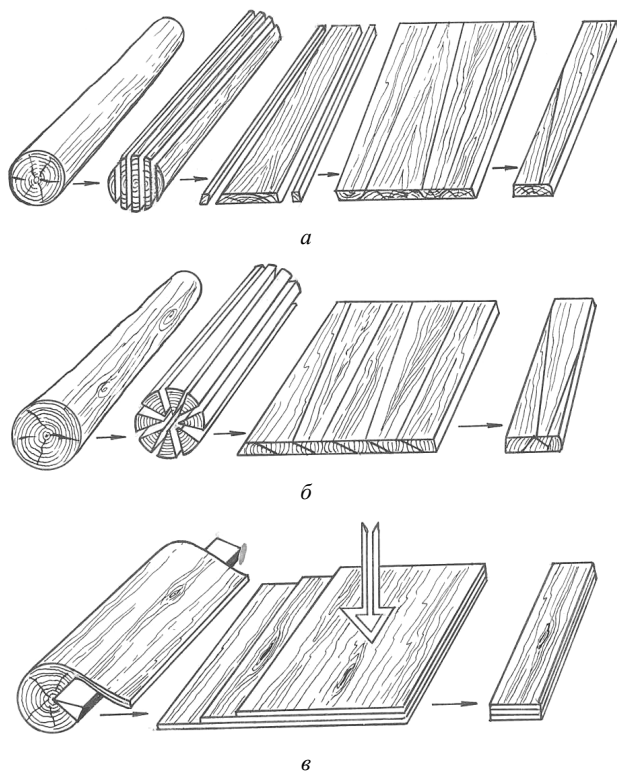


Рис. 160. Новые методы получения пилопродукции из бревен:
а – обрезка необрезных досок по сбегу
и по наклону кромки и склеивание;
б – распиловка бревна на секторы и склеивание секторов;
в – производство клееных пиломатериалов

В наше время, когда значительно увеличились цены на топливо (газ, нефть), древесные отходы становятся эффективным и лучшим источником энергии. Потому многие предприятия наравне с традиционными направлениями (производство технологической щепы для ЦБК и древесных плит и др.) стали использовать древесные отходы для получения тепловой и электроэнергии.

Широко распространены в последнее время древесные гранулы – пеллеты, которые получают прессованием без связующих древесных опилок. Наряду с уменьшением выбросов углекислоты при использовании

в качестве топлива древесных гранул происходит уменьшение выбросов двуокиси (диоксида) серы. Теплота сгорания древесных гранул составляет 17,5 МДж/кг, каменного угля – 15–25 МДж/кг, а выбросы серы – соответственно 0,1 % и 1–3%. Зольность также значительно меньше при сжигании пеллет (1%), чем при сжигании каменного угля (10–35%).

Актуальность применения древесных топливных гранул подтверждается тем, что в странах Европы и Северной Америки они широко используются в индустриальном производстве тепловой энергии.

Рациональное использование древесного сырья в лесопилении обеспечивает эффективность деревообработки в целом, так как в себестоимости продукции деревообработки стоимость сырья составляет около 70%.

Техническое переоснащение лесопильных предприятий будет способствовать решению этой основной задачи лесопиления.

Одновременно особое внимание необходимо уделить подготовке инженерных и научных работников лесопильной промышленности, которые способны обеспечить новые подходы к организации производства в современных условиях.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Расход ширины постава для хвойных пиломатериалов

Номинальная толщина или ширина доски (бруса), мм	Припуск на усушку для влажности 20%, мм	Расход ширины постава, мм, при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердцевинную доску или брус	на две доски	
			центральные	боковые
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 постава для листовых пиломатериалов

Номинальная толщина или ширина доски (бруса), мм	Припуск на усушку для влажности 20%, мм	Расход ширины постава, мм, при ширине пропила 3,6 мм		
		на сердцевинную доску или брус	на две доски	
			центральные	боковые
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	—	—

Таблица 3

Значение $E_{кр}$ 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

**Расчетные технические посылки, мм, при распиловке бревен вразвал
или с брусовкой при выпилке двух брусьев на двухэтажных
лесопильных рамах при $H = 600$ 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 5

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

Диаметр бревна, см	Количество пил (пропилов)				
	до 8	до 6	8	10	12
	2P50	2P75			
14	45,0	45,0	45,0	–	–
16	45,0	45,0	45,0	–	–
18	43,0	43,0	43,0	43,0	–
20	42,0	42,0	42,0	42,0	–
22	39,0	39,0	39,0	39,0	–
24	36,0	36,0	36,0	35,0	–
26	34,0	34,0	34,0	32,0	–
28	33,0	32,0	32,0	29,0	–
30	30,0	30,0	30,0	27,0	–
32	27,5	27,5	27,5	24,5	19,5
34	26,5	26,5	26,5	22,0	17,0
36	–	26,0	25,0	19,5	15,0
38	–	25,0	24,0	18,5	14,5
40	–	23,0	22,5	17,0	13,2
42	–	21,5	20,5	15,0	11,5
44	–	20,0	19,0	14,0	10,8
46	–	19,0	17,5	13,0	10,0

Таблица 6

**Расчетные технические посылки, мм,
при распиловке брусьев на двухэтажных лесопильных рамах
при $H = 600$ 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, 5, 6 при распиловке бревен других пород величина посылки принимается как для сосны и умножается на поправочный коэффициент: для осины – 1,0, ольхи – 0,95, березы – 0,85, бука – 0,7, дуба и ясеня – 0,65.

Таблица 7

**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 при распиловке вразвал, мм/об.						
	Число пил в поставе, шт.						
	6	7	8	9	10	11	12
100	22	20	—	—	—	—	—
120	19	18	15	—	—	—	—
140	16	15	13	12	—	—	—
160	14	13	11	10	10	—	—
180	12	12	9	8	8	8	—
200	10	10	8	8	8	8	7
220	9	8	7	7	7	7	6
240	9	8	7	7	7	7	6
260	8	7	7	7	7	7	6
280	8	7	7	6	6	6	5
300	7	6	6	6	6	5	5
320	7	6	6	6	5	5	5
340	6	6	6	5	5	5	5
360	6	6	6	5	5	4	4
380	6	6	5	5	4	4	4

б) распиловка с брусковой (I проход)

Диаметр бревна в вершине d , мм	Величина посылки при распиловке с брусковой, 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 брусковой (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
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.

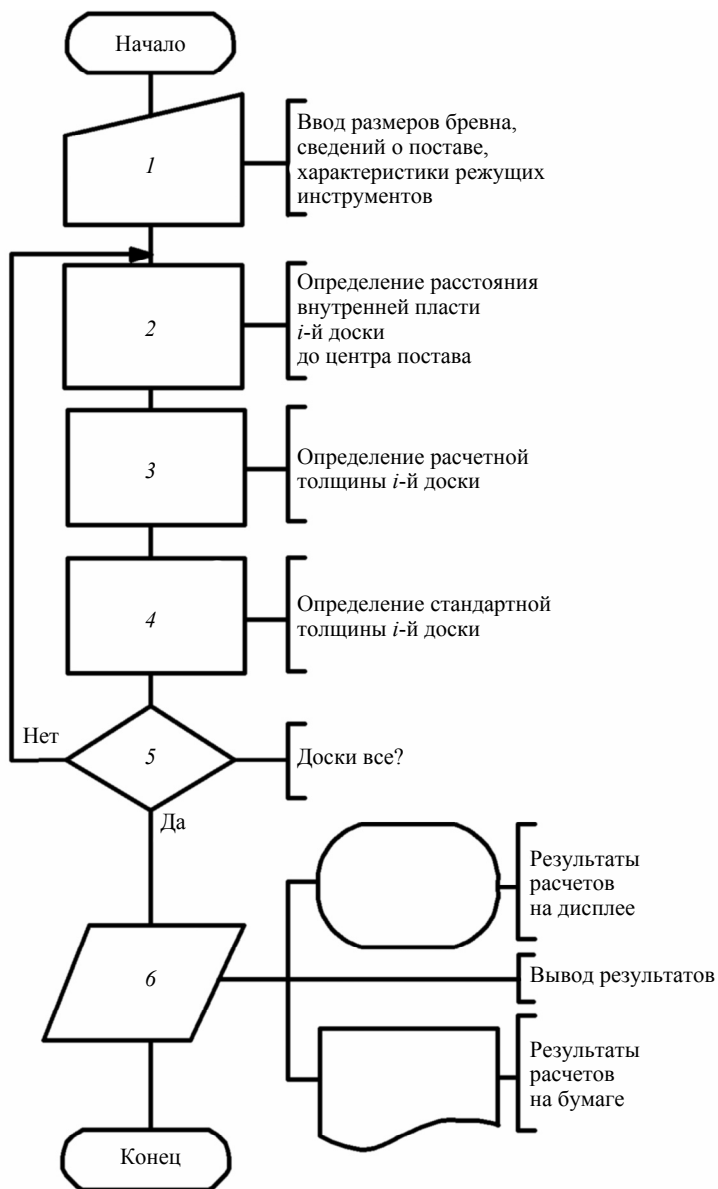


Рис. 1. Схема алгоритма программы для составления поставов

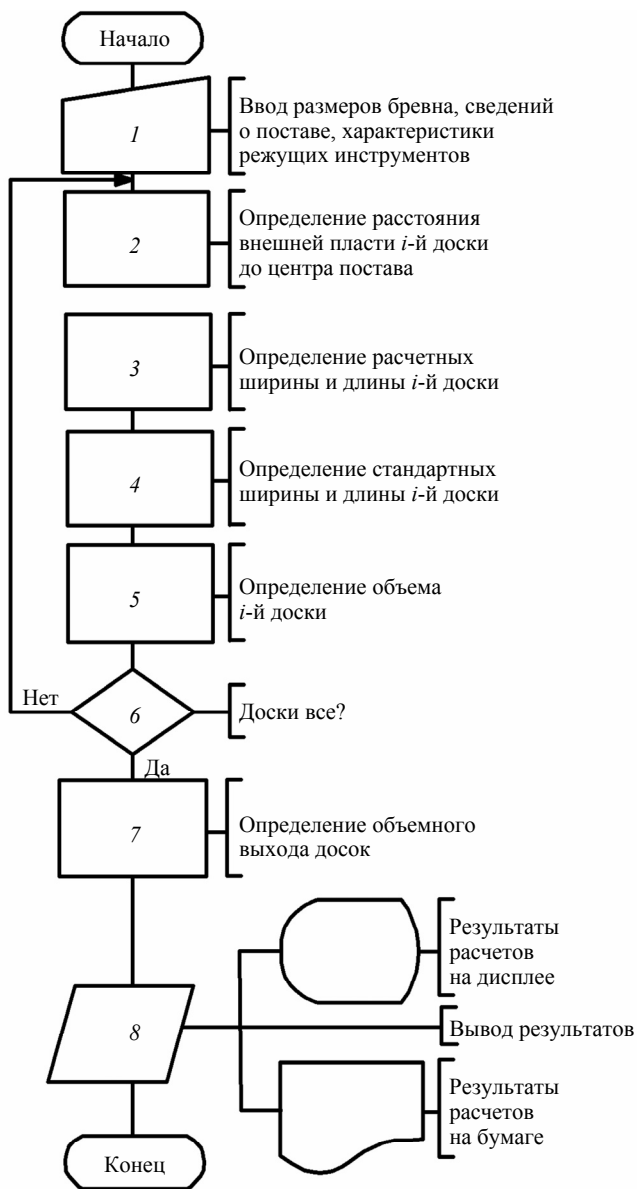


Рис. 2. Схема алгоритма программы для расчета поставов

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология пиломатериалов: учебник / П. П. Аксенов [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 480 с.
2. Амалицкий, В. В. Оборудование отрасли: учебник / В. В. Амалицкий, Вит. В. Амалицкий. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 584 с.
3. Анучин, Н. П. Лесная таксация: учебник / Н. П. Анучин. – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 384 с.
4. Батин, Н. А. Теоретические и экспериментальные исследования раскроя пиловочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.05 / Н. А. Батин. – Минск, 1964. – 442 л.
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. Батин, Н. А. Расчет необходимого запаса рассортированных бревен на складе лесопильного цеха / Н. А. Батин, Ю. А. Бруевич, А. А. Янушкевич // Механическая технология древесины: респ. межвед. сб. – 1978. – Вып. 8. – С. 6–9.
7. Батин, Н. А. К составлению поставов на выпилровку радиальных пиломатериалов / Н. А. Батин, А. А. Янушкевич // Механическая технология древесины: респ. межвед. сб. – 1971. – Вып. 1. – С. 3–5.
8. Волынский, Н. В. Каталог деревообрабатывающего оборудования / В. Н. Волынский. – М.: АСУ-Импульс, 2003. – 378 с.
9. Деревообрабатывающее оборудование: отраслевой каталог. – М.: ВНИИДМаш, 1993. – 227 с.
10. Инструкция по расчету производственной мощности лесопильного производства: утв. Министерством лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР 22 янв. 1986 г.; текст по состоянию на 22 янв. 1986 г. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1986. – 66 с.
11. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р. Е. Калитеевский. – СПб.: Профи-информ, 2005. – 480 с.
12. Крутиков, Н. С. Механизация транспортных операций лесопиления / Н. С. Крутиков – М.: Лесн. пром-сть, 1972. – 168 с.
13. Куроптев, П. Ф. Справочник мастера лесопильного производства / П. Ф. Куроптев, В. Ф. Щеглов, Т. Г. Панасевич. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 208 с.
14. Пастушени, В. И. Основы механической обработки древесины: учеб. пособие / В. И. Пастушени – Минск: БГТУ, 2005. – 170 с.

15. Песоцкий, А. Н. Лесопильное производство / А. Н. Песоцкий. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 432 с.
16. Песоцкий, А. Н. Проектирование лесопильно-деревообрабатывающих производств / А. Н. Песоцкий, В. С. Ясинский. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 316 с.
17. Пижурин, А. А. Исследование процессов деревообработки / А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с.
18. Прокофьев, Г. Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами / Г. Ф. Прокофьев – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 240 с.
19. Рыкунин, С. Н. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств: учеб. пособие / С. Н. Рыкунин, Ю. П. Тюкина, В. С. Шаляев. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 225 с.
20. Симонов, М. Н. Окорочные станки, устройство и эксплуатация / М. Н. Симонов, Г. П. Торговников. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 202 с.
21. Справочник по лесопилению / под ред. А. М. Копейкина. – М.: Экология, 1991. – 491 с.
22. Трофимов, С. П. Механический транспорт деревообрабатывающих предприятий: учеб. пособие / С. П. Трофимов. – Минск: БГТУ, 2005. – 94 с.
23. Титков, Г. Г. Основы теории максимальных поставок / Г. Г. Титков // Механическая обработка древесины. – 1939. – № 2.
24. Устройство для измерения диаметров круглых лесоматериалов: пат. 7986 Респ. Беларусь, С1 2006.04.30 / А. А. Янушкевич, С. В. Шетько, Г. Д. Василенок; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 200330492; заявл. 06.06.03; опубл. 30.04.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 2. – С. 108.
25. Фельдман, Х. Л. Система максимальных поставок на распиловку / Х. Л. Фельдман – М.: Гослестехиздат, 1932. – 99 с.
26. Шапиро, Д. Ф. Лесопильно-строгальное производство / Д. Ф. Шапиро. – М.: Гослестехиздат, 1935. – 201 с.
27. Янушкевич, А. А. Совершенствование лесопиления на основе индивидуальных моделей раскроя / А. А. Янушкевич, М. К. Яковлев // Деревообраб. пром-сть. – 1991. – № 3. – С. 17–20.
28. Янушкевич, А. А. Информационные технологии в лесопилении / А. А. Янушкевич, М. К. Яковлев // Деревообраб. пром-сть. – 1993. – № 5. – С. 8–9.
29. 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.

30. Янушкевіч, А. А. Тэхналогія лесапільна-дрэваапрацоўчых вытворчасцей: падручнік / А. А. Янушкевіч. – Мінск: Вышэйшая школа, 1997. – 291 с.

31. Янушкевіч, А. А. Тэхналогія лесапільна-дрэваапрацоўчых вытворчасцей: практыкум / А. А. Янушкевіч. – Мінск: БДТУ, 2004. – 138 с.

32. Янушкевіч, А. А. Тэхналогія лесапільнай вытворчасці. Курсавое і дыпломнае праектаванне: вучэб.-метадыч. дапаможнік / А. А. Янушкевіч. – Мінск: БДТУ, 2008. – 148 с.

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

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

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

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

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ	7
ПРОДУКЦИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	9
Классификация пиломатериалов	9
Размерная и качественная характеристика пиломатериалов	11
Измерение пиломатериалов	16
Спецификация пиломатериалов	17
Технологическая щепы.....	18
<i>Контрольные вопросы</i>	19
<i>Упражнения</i>	19
СЫРЬЕ ДЛЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	20
Форма круглых лесоматериалов	20
Измерение бревен	22
Объем круглых лесоматериалов	23
Сбег бревен	26
Определение формы, размеров и объема бревен с учетом их индивидуальных особенностей.....	30
Закономерность распространения основных пороков древесины в бревнах	34
Спецификация лесоматериалов	39
<i>Контрольные вопросы</i>	39
<i>Упражнения</i>	40
РАСКРОЙ БРЕВЕН НА ПИЛОМАТЕРИАЛЫ	41
Способы распиловки.....	41
Требования к рациональному раскрою.....	43
Поставы.....	45
Основы теории раскроя бревен на пиломатериалы	47
Теория максимальных поставов Х. Л. Фельдмана.....	48
Теория раскроя бревен на пиломатериалы Д. Ф. Шапиро	50
Графики Г. Г. Титкова для определения оптимальной толщины досок	58
Исследования П. П. Аксёнова по раскрою бревен и необрезных досок	60
Теоретические исследования Н. А. Батина по раскрою бревен	63
Теоретические положения по распиловке бревен на радиальные пиломатериалы	73

Предельный охват диаметра бревна поставом	76
Рассеивание размеров пиломатериалов	77
Составление поставов	78
Основные требования к составлению рациональных поставов	79
Порядок составления поставов	80
Расчет поставов	85
Расчет поставов при распиловке бревен на обрезные доски	85
Расчет поставов при распиловке бревен на необрезные доски	87
Графический способ расчета	92
Планирование раскроя бревен	95
План раскроя бревен на пиломатериалы	95
Определение посортного состава пиломатериалов	96
Нормирование расхода сырья на пиломатериалы	97
Баланс древесины при распиловке бревен	98
Компьютерная имитация раскроя бревен	100
Проведение производственных исследований по раскрою бревен на пиломатериалы	101
<i>Контрольные вопросы</i>	<i>103</i>
<i>Упражнения</i>	<i>103</i>
СКЛАДЫ СЫРЬЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	104
Способы доставки сырья на завод	104
Приемка, выгрузка, штабелирование и хранение бревен	106
Расчет емкости штабеля и площади склада сырья	108
Грузоподъемное и транспортное оборудование складов сырья	110
Грузоподъемное оборудование	110
Транспортное оборудование	117
Загрузочные и разворотные устройства	120
Сортировка бревен	122
Значение сортировки	123
Дробность сортировки	124
Оборудование для сортировки	125
Конструкции сортировочных конвейеров	135
Расчет запаса бревен на складе	143
Тепловая обработка бревен	144
Окорка круглых лесоматериалов	147
Значение окорки	147
Оборудование для окорки	148
Схемы участков окорки	151
Технологические схемы складов сырья	153

Техника безопасности на складах сырья.....	158
<i>Контрольные вопросы</i>	159
<i>Упражнения</i>	160
ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ НА БАЗЕ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ	161
Классификация оборудования лесопильных цехов.....	161
Лесопильные рамы и их характеристика.....	162
Производительность лесопильных рам.....	168
Дефекты распиловки.....	170
Рамные пилы, порядок их подготовки и установки.....	172
Обработка досок в лесопильном цехе.....	178
Торцовка.....	178
Обрезка.....	182
Вспомогательное и транспортное оборудование в лесопильном цехе.....	186
Продольные цепные конвейеры.....	187
Сбрасыватели бревен.....	187
Накопители бревен.....	187
Впередирамные тележки.....	189
Роликовые конвейеры перед рамой второго ряда.....	190
Брусоперекладчики.....	192
Направляющий аппарат.....	192
Роликовые конвейеры за лесорамой первого ряда.....	192
Роликовые конвейеры за лесорамой второго ряда.....	198
Поперечные конвейеры.....	200
Роликовые навесные конвейеры.....	200
Ленточные конвейеры.....	201
Механизация около одноэтажных лесорам.....	201
Переработка кусковых отходов на технологическую щепу.....	201
<i>Контрольные вопросы</i>	204
<i>Упражнения</i>	205
ЛЕСОПИЛЬНЫЕ ЦЕХИ НА БАЗЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ И ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ И АГРЕГАТНЫХ ЛИНИЙ	206
Круглопильные станки для распиловки бревен.....	206
Однопильные круглопильные станки.....	206
Многопильные круглопильные станки.....	209
Станки с угловым расположением пил.....	213
Производительность круглопильных станков.....	214
Ленточнопильные станки для распиловки бревен.....	215
Вертикальные ленточнопильные станки.....	217

Горизонтальные ленточнопильные станки	220
Ленточно-конвейерные линии	222
Лесопильные цехи на базе агрегатных линий	225
Линии агрегатной переработки бревен	225
Фрезернопильные линии	227
Линии на базе фрезерно-брусующих станков	233
Производительность линий на базе агрегатного оборудования	234
<i>Контрольные вопросы</i>	234
<i>Упражнения</i>	234
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ	235
Классификация лесопильных потоков и принципы их проектирования	235
Планы лесопильных цехов на базе лесопильных рам	236
Двухэтажные лесопильные цехи	236
Одноэтажные лесопильные цехи	243
Технологические схемы цехов на базе круглопильных станков	252
Технологические схемы цехов на базе ленточнопильных станков	256
Технологические схемы цехов на базе агрегатного оборудования	258
Проектирование лесопильного цеха и расчет основных технико-экономических показателей	263
Основные правила охраны труда в лесопильном цехе	267
<i>Контрольные вопросы</i>	269
<i>Упражнения</i>	269
СОРТИРОВКА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ	270
Назначение и стадии сортировки досок	270
Сортировочные конвейеры и их расчет	271
Автоматические сортировочные устройства	273
<i>Контрольные вопросы</i>	277
<i>Упражнения</i>	277
СКЛАДЫ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ	278
Механизация формирования сушильных пакетов	278
Антисептирование пиломатериалов	281
Формирование штабелей пиломатериалов и планы складов	283
Окончательная обработка сухих пиломатериалов	286
Механизация транспортировки пиломатериалов	288
Техника безопасности на участке сортировки и на складе пиломатериалов	289
<i>Контрольные вопросы</i>	290
<i>Упражнения</i>	290

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	
В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	291
Общие положения организации контроля	291
Контрольно-измерительные приборы и инструменты	292
<i>Контрольные вопросы</i>	296
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	
ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	297
Основные направления повышения эффективности лесопиления	297
Информационные технологии в лесопильном производстве	298
Инновационные технологии лесопиления	300
Модульный принцип проектирования лесопильных линий	304
Нетрадиционные способы переработки бревен	308
ПРИЛОЖЕНИЕ	312
ЛИТЕРАТУРА	322

Учебное издание

Янушкевич Антон Антонович

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебник

Редактор *О. П. Соломевич*
Компьютерная верстка *Д. С. Семижен*

Подписано в печать 31.03.2010. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 19,2. Уч.-изд. л. 19,8.
Тираж 600 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.

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