

И. Е. ПАПУЛОВА

**ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет автоматизации машиностроения

Кафедра машин и технологии деревообработки

И. Е. ПАПУЛОВА

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебное пособие

Киров

2014

УДК 674.093(07)

П179

Допущено к изданию методическим советом факультета автоматизации машиностроения ФГБОУ ВПО «ВятГУ» в качестве учебно-методического пособия для студентов направления 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» всех форм обучения

Рецензенты

технический директор «Лестехснаб плюс» Н. А. Салтанова;

профессор кафедры «Машины и технология деревообработки» ФГБОУ ВПО
«ВятГУ» А. И. Агапов

Папулова, И. Е.

П179 Технология лесопильных производств: учебное пособие /
И. Е. Папулова. – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ». 2014. – 76 с.

УДК 674.093(07)

Учебное пособие предназначено для студентов направления 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» всех форм обучения для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология и оборудование лесопильных производств».

Тех. редактор А. В. Куликова

© ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2014

Оглавление

Введение	5
1. Основные типы оборудования в лесопильном производстве	6
2. Достоинства и недостатки головного оборудования производства пиломатериалов	7
2.1. Лесопильные рамы.....	7
2.2. Круглопильные станки для продольного распиливания бревен и брусьев.....	9
2.3. Ленточнопильные станки горизонтальные и вертикальные	13
2.4. Фрезерно-брусующие станки.....	17
2.5. Ленточнопильная фрезерно-брусующая линия с возвратом и оптимизирующий кромкообрезной автомат для боковых досок	18
3. Принципы формирования поточных автоматизированных линий и основные схемы планировочных решений лесопильных цехов	20
3.1. Линия с круглопильными станками в отдельно стоящем цехе	22
3.2. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками	26
3.3. Схема технологического процесса в лесопильном цехе с фрезернопильными и фрезерными агрегатами.....	28
3.4. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками горизонтальными.....	30
3.5. План второго этажа лесопильного цеха с лесопильными рамами одноэтажными и двухэтажными.....	32
4. Головное оборудование, применяемое при раскросе пиловочного сырья в технологических потоках лесопильных цехов	37
5. Эксплуатационная характеристика головного оборудования лесопильных цехов	40
6. Структура поточных линий на базе круглопильных станков для продольного раскроя бревен	50
7. Структура поточных линий на базе ленточнопильных станков	52

8. Структура поточных линий на базе фрезернобрусующих станков.....	54
9. Структура поточных линий на базе одно- и двухэтажных лесопильных рам	55
10. Вспомогательное и транспортное оборудование поточных линий лесопильных цехов	57
10.1. Транспортное оборудование для подачи бревен	57
10.2. Бревносбрасыватели	59
10.3. Площадка для размещения бревен перед бревнопильными станками	61
10.4. Впередирамные тележки и конвейеры у рам первого ряда.....	61
10.5. Светотеневые аппараты	63
10.6. Направляющие аппараты лесопильных рам	64
10.7. Рольганги за лесопильными рамами первого ряда	64
10.8. Механизмы для поперечного перемещения бруса	67
10.9. Рольганги для подачи бруса в лесопильную раму второго ряда.....	68
10.10. Транспортно-разделительные рольганги за лесопильной рамой второго ряда.....	70
10.11. Ленточные транспортеры для досок.....	71
10.12. Поперечные цепные транспортеры для досок	72
Список рекомендуемой литературы	73

ВВЕДЕНИЕ

Правильно построенный процесс работы лесопильного цеха должен обеспечить рациональное использование древесины, оборудования, площадей при высоко производительности труда и оборудования, равномерном темпе работы на всех участках и полной безопасности работы.

В ближайшей перспективе намечается техническое перевооружение предприятий лесопильной промышленности на основе прогрессивных технологий с использованием современных высокопроизводительных технологических средств. Все больше применяются технология агрегатного производства пиломатериалов, сухопутная сортировка пиловочного сырья перед подачей в распиловку и при выгрузке в запас, механизированная и автоматизированная сортировка получаемых пиломатериалов. Создано и разрабатывается оборудование для агрегатной переработки бревен.

1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОБОРУДОВАНИЯ В ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основные типы оборудования в лесопильном производстве:

1. Лесопильные рамы.
2. Круглопильные станки различных типов.
3. Ленточнопильные станки горизонтальные и вертикальные.
4. Фрезерно-брусующие станки.

2. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ГОЛОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Лесопильные рамы

Достоинства лесопильных рам.

Высокая производительность. Лесопильная рама – станок проходного типа, т. е. бревна распиливаются за один проход и могут подаваться торец в торец.

Невысокая абсолютная цена. (кроме двухэтажных 2Р-75)
Производство лесопильных рам хорошо отработано и оптимизировано, поэтому отпускные цены на них относительно невелики.

Низкая относительная цена.

Низкие текущие расходы.

Доступность запчастей.

Недостатки.

Быстрый износ. Принцип действия лесопильной рамы основан на возвратно-поступательном движении пильной рамки, приводимой коленчатым валом. Масса пильной рамки накладывает жесткие ограничения на частоту вращения коленчатого вала, что не позволяет приблизиться к оптимальной для сырой древесины скорости резания (40–50 м/сек) скорость на лесопильных рамах 15–25 м/сек. Это приводит к повышенным усилиям резания и сопротивления подаче. Эти факторы, а также само колебательное движение пильной рамки приводят к быстрому износу механизма рамы, и, соответственно, к необходимости частой замены деталей и узлов.

Низкое качество пиломатериала. В лесопильной раме распиливаемое бревно находится в постоянном движении относительно основных базирующих элементов – рябук, что приводит к «гулянию» и «прыганью» бревна на сучках и других неровностях и, соответственно, к нарушениям

геометрии и ухудшению чистоты поверхности материала. Высокие сила сопротивления подаче и усилие резания усугубляют данный эффект.

Еще один фактор – пороки древесины. Симметрично расположенные пилы в поставе испытывают различную нагрузку вследствие неоднородностей древесины (кривизны, крупных сучьев, гнили, порости и т. д.), что вкупе с высоким усилием резания также приводит к отклонениям подачи от прямолинейности, а иногда к проворачиванию бревна вокруг своей оси. Проворачивание, также, имеет место при неравном разводе (уширении) зубьев или неравномерном затуплении симметрично расположенных пил. Это приводит к крыловатости (пропеллер) пиломатериала, что особенно неприятно при пилении двухкантного бруса.

Следует, однако, отметить, что указанные явления минимизируются при правильной эксплуатации лесопильной рамы, подготовке пил и сырья. Так, например, использование направляющих ножей в большинстве случаев предотвращает эффект проворачивания, а плющение-формование зубьев пил вместо развода значительно улучшает качество поверхности пиломатериалов.

Жесткие требования к сырью. Для получения качественной продукции бревна должны иметь кривизну до 1%, сучья спилены заподлицо и т. д.

Необходимость сортировки сырья. Лесопильная рама требует сортированного по диаметрам сырья, что вынуждает содержать громоздкий и дорогостоящий сортировочный участок.

Низкий выход продукции. (несмотря на тонкий (3–4 мм) пропил) Все бревна одного типоразмера распиливаются одинаково, невзирая на их индивидуальные особенности. Нарушение геометрии (разнотолщинность) и чистоты поверхности вынуждает увеличивать пропуски. Сортировка, как правило, производится грубо (через два четных диаметра), что также приводит к потере как общего, так и доли выхода дорогой (толстой) доски.

Сложный и длительный монтаж. Требуется специальный, тяжелый фундамент.

Выводы.

Лесопильные рамы хорошо приспособлены для промышленного лесопиления, но являются устаревшим оборудованием. В мире они практически не производятся и не продаются.

В случае организации нового производства, рамы целесообразно применять, если в сырьевой базе существенна доля толстомерного (более 30 см) пиловочника и нет возможности использовать вертикальные ленточные станки.

Круглопильные станки для продольного распиливания бревен и брусьев

Круглопильные станки проходного типа. Предназначены для брусочки, распиливают бревно на двухкантный брус, 0-4 подгорбыльных доски и 2 горбыля. Бревна распиливаются, как и в лесопильных рамах, за один проход без возвратного движения и подаются одно за другим.

Пильный механизм оборудован 1–4 пильными валами, в качестве режущего инструмента используются круглые пилы 5000–9000 мм в количестве 2–8 шт. Имеются двух- и четырехвальные механизмы с пилами, расположенными попарно в одной плоскости, в этом случае каждая пара пил формирует один пропил.

Подающий механизм, как правило, представляет из себя лоток, по дну которого проходит зубчатая цепь или цепь с толкателями. Бревно ложится в лоток и приводится в движение зубцами цепи или толкателем, который упирается в хвостовую часть бревна. В некоторых станках имеются верхние и боковые прижимные вальцы.

Достоинства.

Высокая производительность. Скорость подачи фактически ограничена только мощностью приводов пильных валов и подачи, обычно

это 10–20 м/мин. Бревна распиливаются за один проход.

Простота конструкции.

Простота в эксплуатации. При использовании пил небольших диаметров, это самый легкий в эксплуатации тип оборудования.

Легкость монтажа. Специальный фундамент не требуется, достаточно ровной и жесткой поверхности. Пустоналадка также не вызывает затруднений.

Низкая относительная цена.

Низкие текущие расходы.

Отличная встраиваемость в потоки. С помощью специального механизма можно организовать автоматическое брусоотделение и подачу материалов на станки второго ряда.

Недостатки.

Очень жесткие требования к качеству сырья. Самые жесткие требования к сырью из всех типов оборудования. Подающий механизм цепного типа в состоянии обеспечить прямолинейность подачи только ровных бревен без торчащих сучьев и пороков, нарушающих геометрию бревна. Небольшая кривизна допускается только в вертикальной плоскости. Нарушения прямолинейности подачи (перебазировка) приводит к вибрации, «гулянию», «затиранию», перегреву пил, а также к нарушениям геометрии распила и ухудшению качества поверхности пилопродукции. Ситуация существенно ухудшается с ростом числа пил в поставе.

На практике такие лесопильные рамы нормально работают при распиловке хорошо подготовленных бревен длиной до 4 м двумя пилами. Соответственно, требуется дополнительная переработка делового горбыля, что является весьма непростой задачей.

Однако, существуют лесопильные рамы, полностью свободные от этого недостатка. Такие станки имеют принципиально другой механизм подачи – гусеничный. Предприятия имеют опыт организации

лесопильного производства на базе круглопильных станков. В частности, лесопильная рама «ГТ-5» польского производства установлена в 2003 г. в исправительном учреждении (тюрьме) в республике Коми. В процессе эксплуатации в тяжелых условиях (неотапливаемое помещение, низкоквалифицированный персонал, отсутствие правки пил, отсутствие кантования бревен) лесопильная рама показала невероятную устойчивость к низкокачественному лесу (кривизна более 3 %, сложная кривизна, необрубленные сучья, пасынок и т. д.), высокое качество продукции, высокую надежность. За время эксплуатации не выявлено ни одного случая перегрева пил.

Необходимость сортировки сырья по диаметрам.

Необходимость доработки горбыля. См. выше.

Узкий диапазон диаметров. Как правило, до 32 см в комле.

Выводы.

Круглопильные станки проходного типа хорошо подходят для промышленного поточного лесопиления пиловочника малых и средних диаметров.

Круглопильные каретного типа. Режущий инструмент – круглая пила большого (800–1200 мм) диаметра. Бревно укладывается на подвижную каретку и закрепляется крючьями. Вначале, как правило, выпиливается двухкантный брус. Затем он распиливается на обрезные доски с базированием по базовой стенке.

Достоинства.

Высокое качество продукции. Жесткое закрепление распиливаемого материала на каретке обеспечивает прямолинейность подачи даже на бревнах с пороками.

Неплохая производительность. Скорость подачи фактически ограничена только мощностью приводов пильного вала и подачи, обычно это 50–80 м/мин. По скорости подачи круглопильные станки превосходят все другие типы оборудования.

Универсальность. Станок способен распиливать бревна полностью на обрезной пиломатериал, включая обрезку по кромке и, таким образом, работать вообще без оборудования второго ряда.

Простота конструкции.

Легкость монтажа. Специальный фундамент не требуется, достаточно ровной и жесткой поверхности. Наладка оборудования также не вызывает затруднений.

Индивидуальный раскрой. Последовательная распиловка бревна позволяет учесть его индивидуальные особенности и оптимизировать раскрой.

Не требуется сортировка сырья. Также вследствие последовательной распиловки.

Невысокая относительная цена.

Низкие текущие расходы.

Отличная встраиваемость в потоки. Выпиленные материалы (доски, брусья, горбыли) появляются последовательно на одном рольганге (конвейере) станка, соответственно их легко рассортировать и направить на дальнейшую обработку.

Недостатки.

Низкий уровень продукции. (даже не смотря на индивидуальный раскрой). Толщина полотна пилы 4–6 мм, соответственно пропил 7–10 мм. Выход – ниже, чем у лесопильных рам.

Сложность подготовки режущего инструмента. Пилы большого диаметра требуют высококвалифицированной подготовки, а соответствующих специалистов найти сложно. Неправильная подготовки пил приводит, в отличие от лесопильных рам, не только к ухудшению качества пиломатериалов, но и к снижению скорости подачи и даже выходу из строя самой пилы (стоимость пилы 10–20 тыс. руб.).

«Зажимание» пилы в пропиле. Пилы большого диаметра очень чувствительны к малейшему перекосу подачи. Перекос может возникнуть

на кривых бревнах, а также из-за непрочного закрепления бревна и других ошибок станочника. Это может привести к перегреву пилы, после чего в лучшем случае требуется высококвалифицированная правка, в худшем – замена пилы. «Зажимание» также происходит в результате выгибания распиливаемого бревна под действием внутренних напряжений в древесине. Эффект усиливается при высыхании бревен летом и замерзании зимой.

Выводы

Кареточные круглопильные станки подходят для промышленного лесопиления при наличии дешевого сырья и квалифицированных заточников. Фактически можно организовать лесопиление, имея только один такой станок и торцовку. Однако, желательно использовать станки второго ряда для минимизации потерь от толстого пропила.

Ленточнопильные станки горизонтальные и вертикальные

Горизонтальные ленточнопильные станки. Пильный механизм, установленный на подвижной каретке, имеет, как правило, шкивы диаметром 450–800 мм и используют ленточную пилу шириной 32–50 мм. Бревно устанавливается неподвижно.

Достоинства.

Очень низкая абсолютная цена. Вложив 150–200 тыс. руб., можно начать пилить.

Простота установки. Фундамент не требуется, наладка минимальна. Возможна мобильность.

Низкая потребляемая мощность. Обычно 6–8 кВт.

Высокий выход продукции. Пропил 2–2,5 мм, индивидуальный раскрой.

Простота подготовки режущего инструмента. Высокой квалификации не требуется.

Высокое качество продукции.

Не требуется сортировки сырья.

Недостатки.

Крайне низкая производительность. Низкая скорость подачи, много ручных операций.

Скорость подачи ограничена способностью ленточной пилы сохранять устойчивое положение в пропиле. При повышении скорости подачи выше определенного предела, пила начинает «вилять», в результате пиломатериал приобретает волнистую поверхность. Устойчивость ленты определяется, при прочих равных условиях, ее шириной и нагревом в процессе работы. Нагрев же происходит из-за трения пилы об опил, остающийся в пропиле, поскольку выброс опила при пилении в горизонтальной плоскости затруднен. Эти факторы определяют скорость подачи для узкой (35–50 мм) ленты на уровне 5–10 м/мин. Ручные операции (укладка и закрепление бревна, кантование, удаление пилопродукции) также отнимают много времени. Попытки же их механизировать лишают горизонтально-ленточнопильные станки их главного преимущества – низкой цены.

Еще один фактор, снижающий производительность, – это «выгибание» бревна под действием внутренних напряжений в древесине. Выгибание (обычно горбом в сторону отпиленной части) происходит в процессе обработки, когда бревно частично распилено с одной стороны. Дальнейшая распиловка приводит к существенной разнотолщинности доски, поэтому приходится регулярно переворачивать бревно для симметричного распиливания с обеих сторон.

Высокие текущие расходы. Определяются низкой производительностью, большой долей ручного труда и малым ресурсом режущего инструмента.

Ресурс ленточной пилы зависит от диаметра шкивов пильного механизма. На небольших шкивах радиус изгиба ленты мал, а частота

вращения и, соответственно, частота изгибов велика. Это приводит к растрескиванию пильной ленты.

Очень высокая относительная цена. (вследствие низкой производительности).

Встраиваемость в посточки. В лесопильные потоки не встраивается по той же причине, что и угловые станки.

Выводы.

Легкие горизонтальные ленточнопильные станки идеально подходят для частного использования (фермерами, небольшими строительными бригадами и т. д.). Собственно для этой цели они изначально и задуманы.

Промышленное лесопиление такими станками представляется нецелесообразным из-за малопривлекательной экономики такого производства.

Российской промышленностью производятся также тяжелые горизонтальные ленточнопильные станки с диаметрами шкивов 900–1000 мм и шириной ленты 100–125 мм. Однако они очень дороги как по абсолютной так и по относительной цене, а производительность выше ненамного. Станки такого типа находят применение для распиливания крупных (более 800 мм) и тяжелых (более 2 т) бревен в основном твердолиственных пород.

Вертикальные ленточнопильные станки. Это самый сложный и дорогостоящий тип лесопильного оборудования. Для переработки пиловочника среди крупных диаметров (30–60 см). В России единственным разработчиком его является проектно-конструкторская компания «Эскодрев».

Пильные механизмы таких станков неподвижны, имеют шкивы диаметром 1000 или 1300 мм и используют пильную ленту шириной 125 и 175 мм соответственно. Выпускаются модели как с одним, так и с двумя пильными механизмами. Большинство моделей оборудовано

компьютерным управлением. Бревно закрепляется на подвижной каретке. Существуют три различные системы базирования бревна в таких станках:

1. По базовой стенке с прижимным роликом – аналогично круглопильным станкам;
2. На тележке-манипуляторе с боковыми «клыковыми» захватами, удерживающими бревно по длине;
3. На тележке с торцовыми захватами, когда бревно удерживается за торцы и распиливается сразу с двух сторон.

Достоинства.

Высокая производительность. Производительность простейших станков несколько ниже, чем у круглопильных, а наиболее мощные модели превосходят в ряде случаев даже раму 2P75-1(2). Нагрев пилы отсутствует, ширина пильной ленты позволяет пилить на скоростях до 80 м/мин. Влияние «выгибания» бревен отсутствует при любой из трех вышеназванных системах базирования.

Высокий выход продукции. Тонкий (2,5 мм) пропил, индивидуальный раскрой.

Высокое качество продукции. Обеспечивается жестким базированием бревна и пренебрежимо малым усилием резания.

Низкий уровень текущих расходов. Обеспечивается высокой степенью механизации и автоматизацией производственного процесса, большим ресурсом режущего инструмента, высокой производительностью.

Низкая относительная цена. Обеспечивается высокой производительностью.

Не требует сортировки сырья.

Отличная встраиваемость в лесопильные потоки.

Недостатки.

Высокая абсолютная цена. (кроме модели ЛЛК-1).

Сложность эксплуатации. Требуется высокая квалификация производственного и обслуживающего персонала.

Сложность подготовки режущего инструмента. Требования к квалификации заточников так же высоки, как и при подготовке круглых пил большого диаметра.

Длительный срок запуска производства. Специальный фундамент не требуется, однако, монтаж и наладка не менее сложны, чем в случае лесопильных рам и требуют привлечения специалистов производителя или разработчика.

Выводы

Вертикальные ленточнопильные станки хорошо подходят для промышленного лесопиления пиловочника средних и крупных (\varnothing 30–60 мм) на крупных и средних предприятиях.

В лесопильной промышленности развитых стран на сегменте распиловки среднеразмерного леса такие станки вытеснили все другие типы оборудования.

2.4. Фрезерно-брусующие станки

Станки проходного типа, перерабатывающие круглое бревно в двухкантный брус путем фрезерования. Применяются преимущественно для переработки тонкомерного бревна, т. к. не имеют возможности выпилить подгорбыльную доску. Существует одна модель ФБС (ЛЛК-5), дополнительно оснащенная двумя ленточными пильными механизмами, которые эту проблему решают, и таким образом позволяют без потерь перерабатывать деловой лес. Однако, чрезмерная производительность (до 1000 куб.м в 8-ч.смену) оставляет ее невостребованной.

Достоинства

Очень высокая производительность. Бревна подаются торец в торец на скорости 10–60 м/мин в зависимости от модели.

Очень низкая относительная цена. Из-за высокой производительности.

Низкий уровень текущих расходов.

Простота подготовки режущего инструмента. Основной инструмент – плоские ножи.

Простота перенастройки. Настройка на размер осуществляется сдвиганием – раздвиганием фрез.

Недостатки.

Высокая абсолютная цена.

Низкий выход продукции. Не используется сбеговая часть.

Необходимость сортировки сырья.

Жесткие требования к сырью.

Необходимость комплектования станками второго ряда для распиловки двухкантного бруса.

Реализация только одной схемы раскроя.

Выводы.

ФБС эффективны на средних и крупных предприятиях в составе лесопильных потоков по переработке тонкомерных бревен.

Заключение.

Выбор типа станков зависит, естественно, от задачи, конкретных условий и возможностей потребителя. Универсальных решений не бывает.

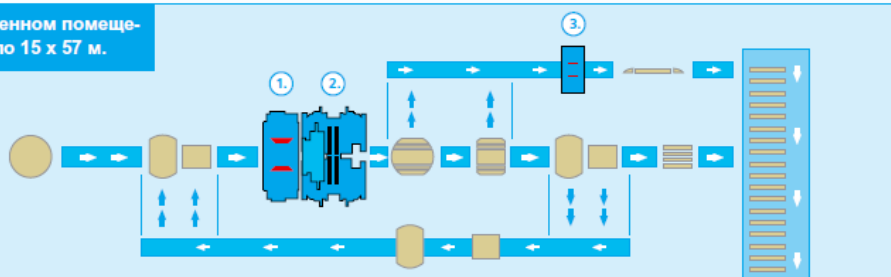
2.5. Ленточнопильная фрезерно-брусующая линия с возвратом и оптимизирующий кромкообрезной автомат для боковых досок

1. Ленточнопильная фрезерно-брусующая линия с возвратом и оптимизирующий кромкообрезной автомат для боковых досок

Производительность за одну смену
около 40 000 м³ / год

1. Фрезерно-брусующий станок
2. Ленточнопильный станок
3. Кромкообрезной автомат

Потребность в производственном помещении лесопильного цеха около 15 x 57 м.

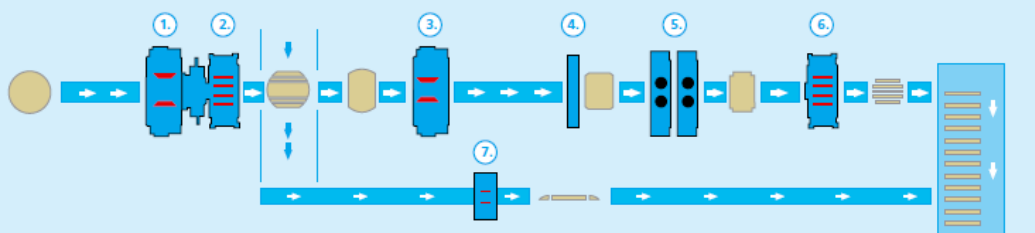


2. Круглопильная фрезерно-брусующая линия с дуговой распиловкой, оптимизирующим кромкообрезным автоматом и профилированием для боковых досок

Производительность за одну смену
около 100 000 м³ / год

1. Фрезерно-брусующий станок
2. Круглопильный станок
3. Фрезерно-брусующий станок
4. Измерительное устройство
5. Профилирующий станок
6. Круглопильный делительный станок
7. Кромкообрезной автомат

Потребность в производственном помещении лесопильного цеха около 14 x 87 м.



3. Принципы формирования поточных автоматизированных линий и основные схемы планировочных решений лесопильных цехов

Организация рабочих мест и размещение их в поточных линиях лесопильного цеха должны обеспечивать условия для полного использования производительности каждой отдельной машины и всей системы машин, включённых в линию и работающих как один агрегат, в едином ритме. Для достижения этого на каждом участке потока должны быть технические средства питания его материалами и отвода от него готовой продукции, а также средства для накопления страховых запасов, которые ограничивают простои в линии по месту их возникновения. Практика показывает, что этим требованиям в настоящее время наиболее отвечает шахматное размещение смежных участков с передачей материалов с одного участка на другой посредством транспортёров различных конструкций или наклонных плоскостей и созданием около участков специальных площадок для накопления запасов.

Состав технологического оборудования и вспомогательных средств в поточных линиях лесопильных цехов зависит от размеров и качества сырья, вырабатываемых пиломатериалов, принятого способа раскря сырьём на пиломатериалы и объёмов производства. Наиболее благоприятны для использования производственной мощности оборудования следующие специализированные поточные линии:

- по размерам и качеству сырья – линии распиловки крупномерного, среднего и тонкомерного сырья (по диаметрам); линии распиловки длинномерного и короткомерного сырья (по длинам); линии распиловки стандартного или низкокачественного сырья;

- по степени обработки пиломатериалов – линии выработки обрезных длинномерных пиломатериалов; линии выработки необрезных досок;

– по способам выработки пиломатериалов – линии распиловки сырья брусом-развальным, развальным и специальными способами.

С учётом указанных факторов определяют технологический процесс раскря сырья, выбирают для его выполнения наиболее экономичное технологическое оборудование, вспомогательные и транспортные средства и их размещение в поточных линиях.

Поточные линии лесопильных цехов могут быть весьма многообразны. Однако из их числа по способам раскря и характеру продукции можно выделить следующие основные специализированные поточные линии:

– линии распиловки пиловочного сырья брусом-развальным способом на длинномерные обрезные доски;

– линии распиловки пиловочного сырья развальным способом с переработкой на длинномерные обрезные доски;

– линии распиловки пиловочного или низкокачественного сырья развальным способом на длинномерные необрезные доски;

– линии распиловки низкокачественного сырья специальными способами на пиломатериалы для производства целых и клеёных заготовок;

– линии распиловки сырья на пиломатериалы специального назначения (радиальной, тангенциальной распиловки и т. п.);

– линии распиловки сырья смешанными способами, например брусом-развальным и развальным, на пиломатериалы с различной степенью обработки и разного назначения.

Есть специализированные лесозаводы, вырабатывающие тем или другим способом только обрезные длинномерные или необрезные пиломатериалы. Например, имеются заводы, которые вырабатывают обрезные пиломатериалы брусом способом для экспорта, и заводы, вырабатывающие необрезные пиломатериалы развальным способом для

производства тары. Наряду с этим имеются лесопильные заводы, которые получают сырьё разных размерных и качественных характеристик из тяготеющих к ним сырьевых районов. На таких заводах целесообразна специализация отдельных поточных линий распиловки сырья и выработки пиленой продукции определённых характеристик наиболее экономичным способом.

Специализированные поточные линии распиловки сырья определённым способом на продукцию заданных характеристик могут включать разное технологическое и вспомогательное оборудование. Например, распиливать брёвна на брусья и брусья на доски можно или на лесопильных рамах первого и второго рядов, или на ленточнопильных, или на круглопильных многопильных станках. Аналогичным образом торцовку можно осуществлять на разнообразных торцовочных устройствах позиционного типа или на проходных торцовочных устройствах слешерного или триммерного типов.

В системы поточных линий с разным технологическим оборудованием можно включать также разнообразное вспомогательное и транспортное оборудование с различным размещением его в пространстве. Ниже приведены современные схемы планировки поточных линий для раскроя сырья на пиломатериалы основными способами на разном технологическом оборудовании и с разными вспомогательными и транспортными средствами.

3.1. Линия с круглопильными станками в отдельно стоящем цехе

На рис. 136 показан план размещённой в отдельном здании поточной линии для распиловки тонкомерных брёвен круглопильными станками: двухпильным марки Б2Ц и восьмипильным марки Б8Ц.

Брёвна сначала подаются продольным транспортёром, а затем рольгангом подаются на накопительный цепной транспортёр. При этом

кривые брёвна для увеличения выхода пиломатериалов могут быть предварительно торцованы на круглопильном станке, установленном за бревнотаской.

По команде оператора с помощью отсекателей накопительного транспортёра бревно поштучно подаются на впередистаночное устройство двухпильного круглопильного станка марки Б2Ц для продольной распиловки брёвен. Пилы этого станка раздвигаются симметрично и могут быть установлены оператором в зависимости от диаметра бревна на выпилку бруса той или иной толщины.

Из бревна на круглопильном станке марки Б2Ц выпиливаются брус и два толстых горбыля (сегмента). Брус, который на первой секции позадистаночного рольганга с помощью разделительных шин отделяется от горбылей, поступает на вторую секцию рольганга, а горбыли роликами рольганга первой секции сдвигаются (свинчиваются) на поперечный цепной транспортер.

В конце второй секции позадистаночного рольганга брус, нажимая на упор, включает съёмную секцию брусоперекладчика, которая переносит их на роликовые шины, предназначенные для размещения запаса брусьев перед многопильным круглопильным станком. С роликовых шин брусья поштучно передаются подъёмной секцией брусоперекладчика на рольганг перед многопильным станком марки Б8Ц, который имеет центрирующие устройства для автоматической установки бруса по поставу пил. Пиломатериалы, выпиленные из бруса, от многопильного станка марки Б8Ц транспортируются позадистаночным рольгангом, причём обрезные доски, перемещающиеся по рольгангу между разделительными шинами, затем передаются на ленточный транспортёр, доставляющий их к установке для сортировки, а необрезные доски и горбыли с рольганга сбрасываются на поперечный цепной транспортёр.

Выпиленные на двухпильном станке марки Б2Ц горбыли поперечным транспортёром передаются к ребровому станку. Станочник

этого станка снимает горбыли с шин в конце поперечного транспортёра и поштучно подаёт в станок. На ребровом станке от горбыля отделяется одна необрезная доска, которая с помощью разделительной шины на позадистаночном столе отделяется от оставшейся части горбыля, которая в виде отхода удаляется из цеха по ленточному транспортёру и, остановленная упором в конце шин, сбрасывается роликами стола на поперечный транспортёр. Таким образом, на поперечный транспортёр поступают необрезные доски и горбыли от многопильного станка марки Б8Ц и необрезные доски от ребрового станка. Весь этот материал подаётся на установку, с помощью которого горбыли сбрасываются в люк, а необрезные доски подаются на стол обрезного станка.

Максимальная производительность линии по расчёту составляет около 100 тыс. м³ сырья в год.

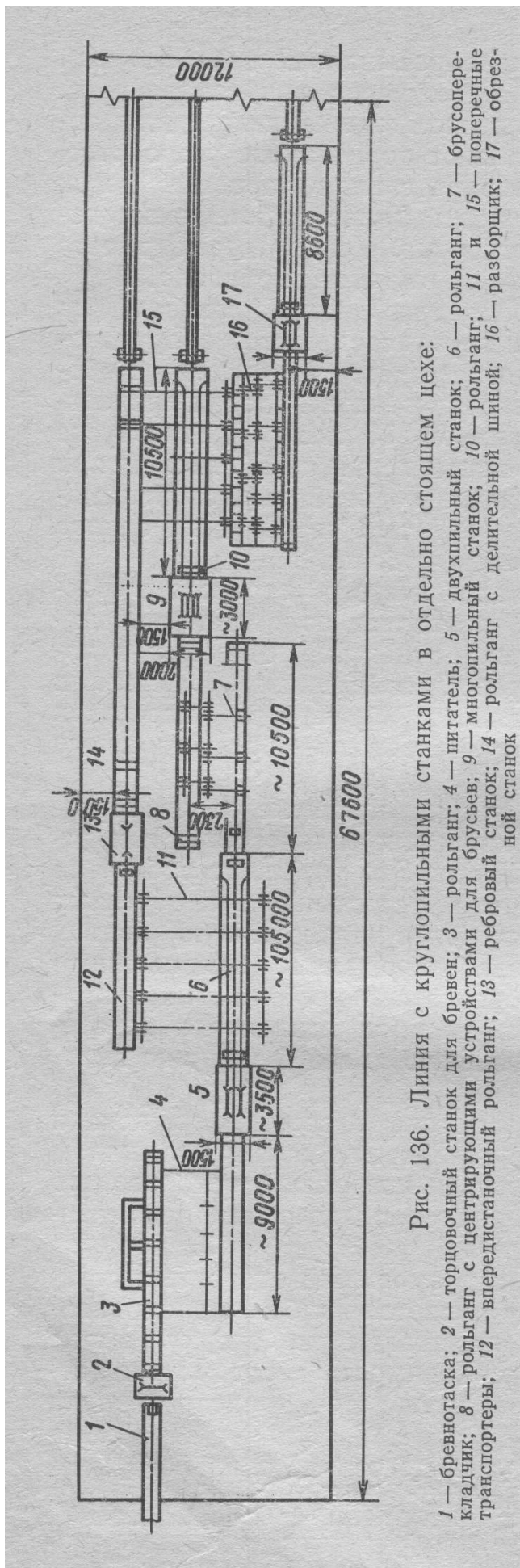


Рис. 136. Линия с круглопильными станками в отдельно стоящем цехе:

1 — бревнотаска; 2 — торцовочный станок для бревен; 3 — рольганг; 4 — питатель; 5 — двухпильный станок; 6 — рольганг; 7 — брусоперекладчик; 8 — рольганг с центрирующими устройствами для брусев; 9 — многопильный станок; 10 — рольганг; 11 и 15 — поперечные транспортеры; 12 — впередистаночный рольганг; 13 — реоровый станок; 14 — рольганг с делительной шиной; 16 — разборщик; 17 — обрезной станок

3.2. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками

На рис. 137 показан план второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками для распиловки хвойного сырья на черновые заготовки различного назначения. Распиловке подлежат пиловочные брёвна четвёртого сорта и технологические дрова диаметром от 26 см и выше. Основное технологическое оборудование: ленточнопильный станок ЛБ-150 для распиловки брёвен на сегменты и брусья, многопильный круглопильный станок марки Б5Ц для распиловки сегментов, делительный ленточнопильный станок Ц4Д-3 и трехпильный обрезной станок Ц3Д-5Б. Для вырезки гнили и придания заготовкам стандартной длины на первом этаже цеха установлен 27-пильный торцовочный агрегат модели Ц27К, с которого заготовки поступают на сортировочную площадку (поперечный цепной транспортёр ПРД36-5). Годовая производительность цеха по распилу составляет 120 тыс. м³.

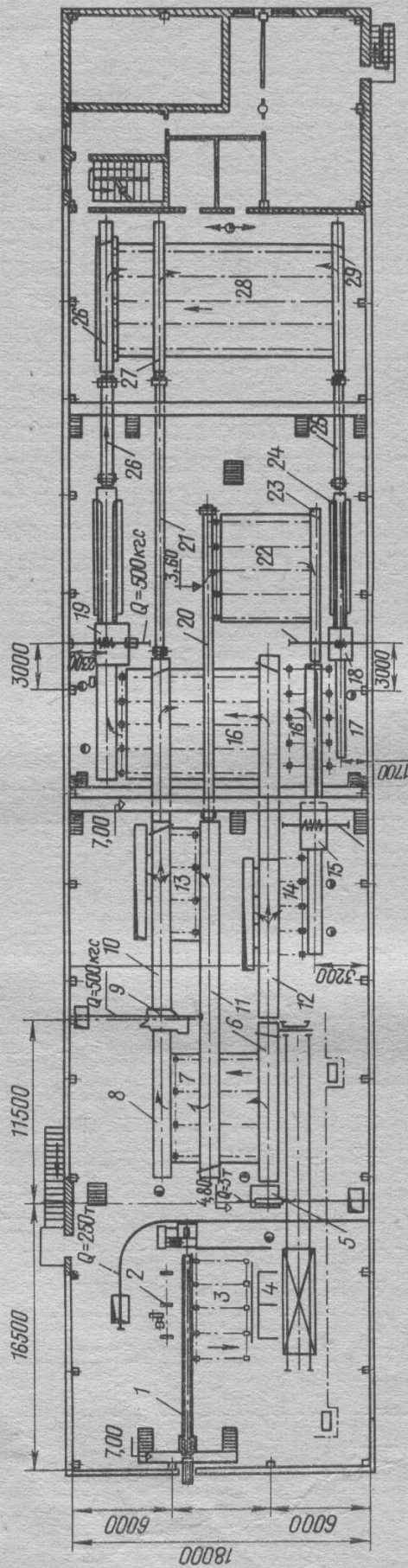


Рис. 137. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками:

1 — продольный цепной транспортер для бревен; 2 — механический сбрасыватель тяжелых бревен СБР-5; 3 — поперечный цепной транспортер (накопитель); 4 — казенка с отсекателем; 5 — вертикальный ленточнопильный станок для продольной распиловки бревен ЛБ-150 в комплекте с тележкой; 6 — рольганг; 7 — поперечный цепной транспортер для горбылей к станку ЛД-125; 8 и 10 — рольганги; 9 — вертикальный делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для распиловки горбылей и брусьев; 11 — рольганг возврата горбылей к станку ЛД-125; 12 — распределительный рольганг; 13 — поперечный цепной транспортер для передачи горбылей на рольганг возврата; 14 — поперечный цепной транспортер для подачи сегментов к станку Б5Ц; 15 — пятипильный станок Б5Ц для продольной распиловки сегментов в комплекте с переди- и позадистаночным столами; 16 — поперечный цепной транспортер для досок к обрезному станку; 17 — впередистаночный стол ПЦ2Д-1А; 18 — трехпильный обрезной станок ПЦ2Д-5Б; 19 — четырехпильный обрезной станок ПЦ4Д-3 с впередистаночным столом и рейкоотделительным устройством; 20 — конвейер ленточный для передачи отрезков сегментов к станку ЛД-125; 21 — конвейер ленточный для заготовок от станка ЛД-125; 22 — поперечный цепной транспортер для отрезков сегментов; 23 — рольганг навесной; 24 — рейкоотделительное устройство ПЦ2Д-3А; 25 — конвейер ленточный для заготовок от станка ПЦ2Д-5Б; 26, 27, 29 — рольганги навесные; 28 — поперечный цепной транспортер для заготовок

3.3. Схема технологического процесса в лесопильном цехе с фрезернопильными и фрезерными агрегатами

На рис. 138 приведена схема технологического процесса в двухпоточном лесопильном цехе. В одном из потоков установлены фрезерный агрегат для переработки боковых зон бревен в технологическую щепу, лесопильная рама для распиловки брусьев и два обрезных станка для обрезки и продольного раскроя необрезных досок, выпиливаемых из брусьев; в другом – фрезернопильный агрегат. Обрезные доски с каждого потока поступают на поперечные цепные транспортёры: соответственно с первого потока на транспортер 7, со второго – на транспортер 6. За каждым потоком закреплена установка для сортировки пиломатериалов. Для торцовки досок перед сортировочными установками предусмотрены централизованные торцовочные устройства. Годовая производительность цеха по распилу сырья составляет около 300 тыс. м³.

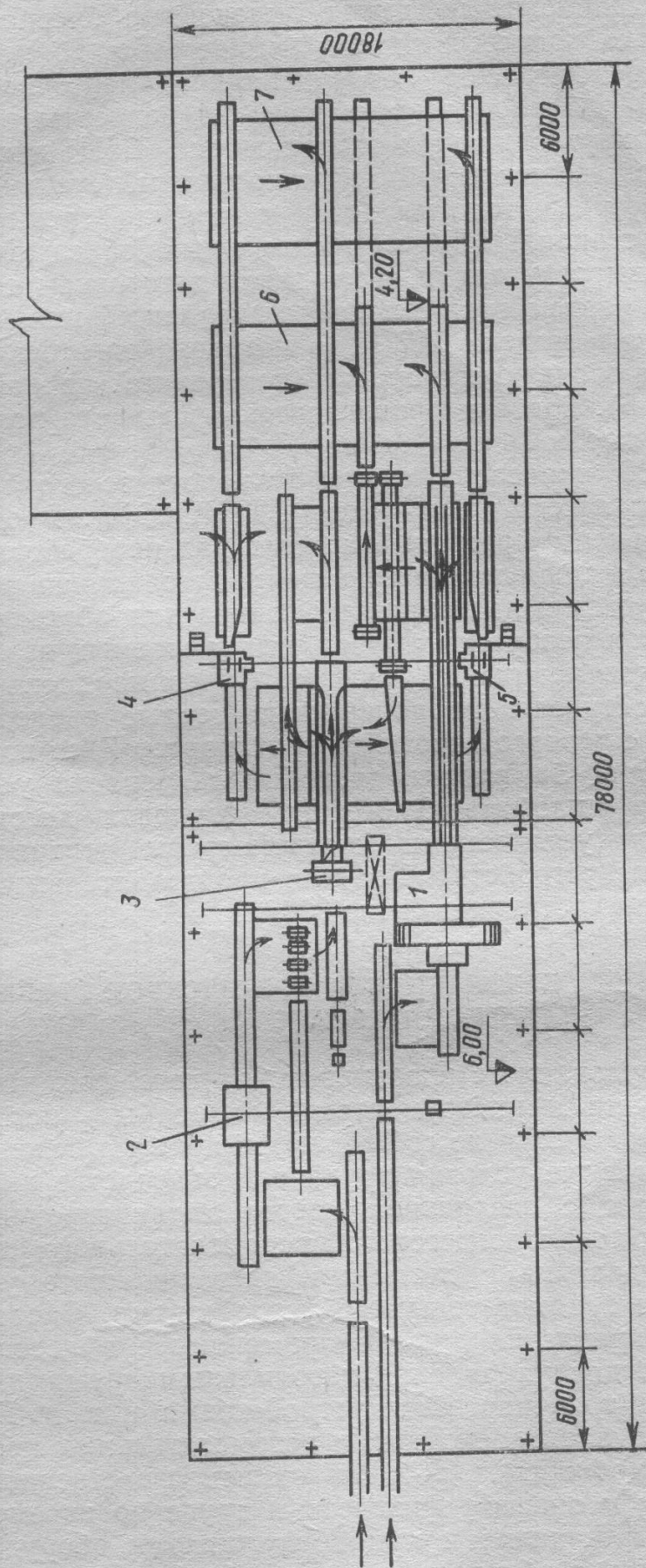


Рис. 138. Схема технологического процесса в двухпоточном лесопильном цехе с фрезернопилильными и фрезерными агрегатами:
 1 — фрезернопилильный агрегат; 2 — фрезерный агрегат; 3 — лесопильная рама 2Р63; 4 — двухпильный обрезной станок; 5 — трехпильный об-
 резной станок; 6 и 7 — поперечные цепные транспортеры

3.4. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками горизонтальными

На рис. 137 показан план второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками для распиловки хвойного сырья на черновые заготовки различного назначения. Распиловке подлежат пиловочные бревна четвертого сорта и технологические дрова диаметром от 26 см и выше. Основное технологическое оборудование: ленточнопильный станок ЛБ-150 для распиловки брёвен на сегменты и брусья, многопильный круглопильный станок марки Б5Ц для распиловки сегментов, делительный ленточнопильный станок Ц4Д-3 и трехпильный обрезной станок Ц3Д-5Б. Для вырезки гнили и придания заготовкам стандартной длины на первом этаже цеха установлен 27-пильный торцовочный агрегат модели Ц27К, с которого заготовки поступают на сортировочную площадку (поперечный цепной транспортер ПРД36-5). Годовая производительность цеха по распилу составляет 120 тыс. м³.

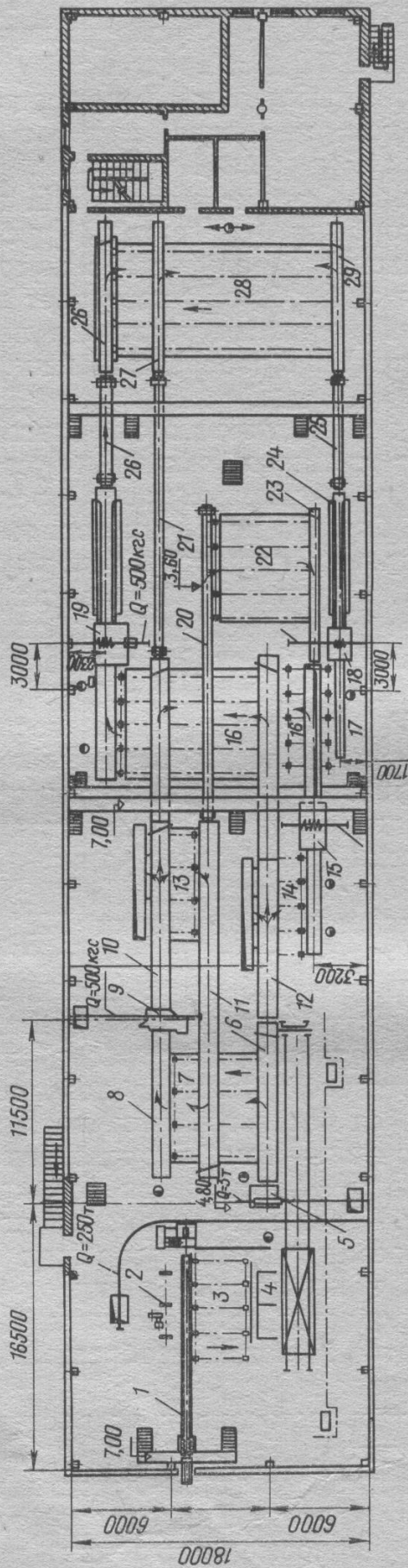


Рис. 137. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками:

1 — продольный цепной транспортер для бревен; 2 — механический сбрасыватель тяжелых бревен СБР-5; 3 — поперечный цепной транспортер (накопитель); 4 — казенка с отсекателем; 5 — вертикальный ленточнопильный станок для продольной распиловки бревен ЛБ-150 в комплекте с тележкой; 6 — рольганг; 7 — поперечный цепной транспортер для горбылей к станку ЛД-125; 8 и 10 — рольганги; 9 — вертикальный делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для распиловки горбылей и брусев; 11 — рольганг возврата горбылей к станку ЛД-125; 12 — распределительный рольганг; 13 — поперечный цепной транспортер для передачи горбылей на рольганг возврата; 14 — поперечный цепной транспортер для подачи сегментов к станку Б5Ц; 15 — пятипильный станок Б5Ц для продольной распиловки сегментов в комплекте с переди- и позадистаночным столами; 16 — поперечный цепной транспортер для досок к обрезному станку; 17 — впередистаночный стол ПЦ2Д-1А; 18 — трехпильный обрезной станок ПЦ2Д-5Б; 19 — четырехпильный обрезной станок ПЦ4Д-3 с впередистаночным столом и рейкоотделительным устройством; 20 — конвейер ленточный для передачи отрезков сегментов к станку ЛД-125; 21 — конвейер ленточный для заготовок от станка ЛД-125; 22 — поперечный цепной транспортер для отрезков сегментов; 23 — рольганг навесной; 24 — рейкоотделительное устройство ПЦ2Д-3А; 25 — конвейер ленточный для заготовок от станка ПЦ2Д-5Б; 26, 27, 29 — рольганги навесные; 28 — поперечный цепной транспортер для заготовок

3.5. План второго этажа лесопильного цеха с лесопильными рамами одноэтажными и двухэтажными

Показан план второго этажа четырехрамного лесопильного цеха в блоке с окорочным отделением. В цехе размещаются все одинаковые по составу и планировке оборудования поточные линии для распиловки сырья со 100%-ной брусковкой на длинномерные обрезные пиломатериалы. Небольшое различие в оборудовании поточных линий может быть в случае установки на одном из потоков вместо двух окорочных станков ОК63 одного – ОК80, которые в настоящее время ещё не выпускаются. Это позволит специализировать потоки в зависимости от размеров распиливаемого сырья.

Распиловка сырья предусматривается вершиной вперёд. В цехе осуществляется только предварительная торцовка досок, а окончательная – после сушки. В проекте цеха принята отдельная сортировка тонких досок, выпиленных из боковых зон, и толстых, выпиленных из центральных зон брёвен. Из кусковых отходов вырабатывается технологическая щепка и обапал.

В каждой поточной линии установлено следующее технологическое оборудование: лесопильная рама первого ряда модели 2Р75-1 и рама второго ряда модели 2Р75-2, по два обрезных станка Ц2Д-5А, четыре позиционных торцовочных станка ЦКБ-40, попарно встроенных в торцовочные столы, и двухпильное торцовочное устройство. Перед рамами установлены окорочные станки – по два на поток. К окорочным станкам сырьё подаётся автоматической бревнотаской модели БА-3 с двусторонними сбрасывателями. Поперечными транспортёрами, являющимися накопительными площадками перед рамами, окороченные брёвна подаются на устройства поштучной выдачи брёвен на впередирамные тележки. Выпиленные на лесопильной раме первого ряда брусья, необрезные доски и длинные горбыли попадают на рольганг

модели ПРД26-А. Необрезные доски и горбыли доходят до упора в конце рольганга и сбрасываются на поперечные цепной транспортёр, подающий их к обрезному станку. Брус при подходе к навесному упору в конце первой секции рольганга снимается брусоперекладчиком ПРД-3А. Перед рамой второго ряда установлен рольганг ПРД-24-2А. Работа брусоперекладчика и рольганга ПРД-24-2А по центрированию и подаче бруса в раму идёт по автоматическому циклу.

За рамой второго ряда установлен рольганг ПРД5-4А с разделительным устройством для отделения обрезных и необрезных досок. Толстые обрезные доски поступают на торцовочные столы, предназначенные для вырезки пороков и сортировки досок, а боковые необрезные доски и горбыли сбрасываются на поперечные цепной транспортер, доставляющий их к обрезному станку. Поперечные цепные транспортёры перед обрезными станками являются реверсивными и, в случае необходимости, обеспечивают взаимозаменяемость обрезных станков. В конце поперечных транспортёров расположены кронштейны, на которые попадают доски и горбыли с цепей транспортёра. Горбыли перед обрезными станками отделяются от досок и сбрасываются в люк в полу цеха.

Толстые доски с торцовочных столов сталкиваются на устройство подачи и распределения досок, имеющее в своём составе рольганги, рычажные шиберы и сбрасыватели. С помощью шибера доски разделяются на две группы по качеству (например, экспортные) или размеру. Каждая группа по своему ручью следует к накопительным карманам, в которые автоматически сбрасываются с рольгангов сбрасывателями. Из карманов-накопителей пачки досок направляются на участки пакетоформирования.

Боковые доски после обрезки сбрасываются на сборочный поперечный цепной транспортёр, с него через люк попадают на устройство (расположенное на первом этаже цеха) для поштучной выдачи досок на двухпильное торцовочное устройство, на котором осуществляется

предварительная торцовка досок (отделение концов, вырезка пороков). Далее тонкие доски поступают на устройства для сортировки. Концы досок вместе с горбылями поступают на столы для выработки обапола.

На плане первого этажа лесопильного цеха изображены устройства для удаления отходов лесопиления. Годовая производительность цеха по сырью составляет 275 тыс. м³ при выпуске пиломатериалов для внутреннего рынка и 250 тыс. м³ при выпуске экспортных пиломатериалов. Годовой выпуск пиломатериалов – соответственно 171 и 147 тыс. м³. В цехе занято 118 человек, из них производственных рабочих 84.

Сравнительная простота технологического процесса в рассматриваемом лесопильном цехе позволяет полностью механизировать технологические операции, а некоторые из них и автоматизировать. Установка перед лесопильными рамами и окорочными станками накопительных (буферных) площадок обеспечивает равномерную работу основного – бревнопильного и окорочного – оборудования.

Торцовочные станки, обычно устанавливаемые перед обрезными станками для распиловки кривых и сильносбежистых досок, в данной планировке отсутствуют. Это упрощает работу на участке обрезки досок. Кроме того, установка двух обрезных станков на поток обеспечивает более равномерную подачу к ним пиломатериалов и, следовательно, менее напряжённую работу этих участков. Однако обрезка сильносбежистых и кривых досок без предварительного раскроя приведёт к некоторому снижению выхода и уменьшению средней ширины пиломатериалов.

Сортировка толстых досок в потоке лесопильного цеха и вывод их непосредственно к пакетформирующим машинам упрощают сортировку тонких досок и позволяют использовать для сортировки сырых пиломатериалов по сечениям автоматические устройства.

Принятое в проекте решение о размещении окорочных станков в блоке с лесопильным цехом является наиболее рациональным. В этом случае снижаются затраты на окорку сырья (в связи с тем, что отпадает

необходимость в сооружении отдельного здания), сокращаются пути его транспортировки и т. д.

Планировка второго этажа двухрамного лесопильного цеха со смешанной распиловкой сырья приведена на рис. 1.

В этом цехе сырьё может распиливаться с брусковкой и вразвал, так как к обеим лесопильным рамам подведены бревнотаски и перед рамой второго ряда установлена впередирамная тележка.

За лесопильными рамами с помощью разделительных шин материалы разделяются на два потока. Благодаря этому доски от каждой лесопильной рамы поступают на два торцовочных стола, на которых производится отбор горбылей и предварительная торцовка досок. Далее необрезные доски направляются или к обрезным станкам, если пиломатериалы из цеха выпускаются в обрезном виде, или на сортировочную площадку.

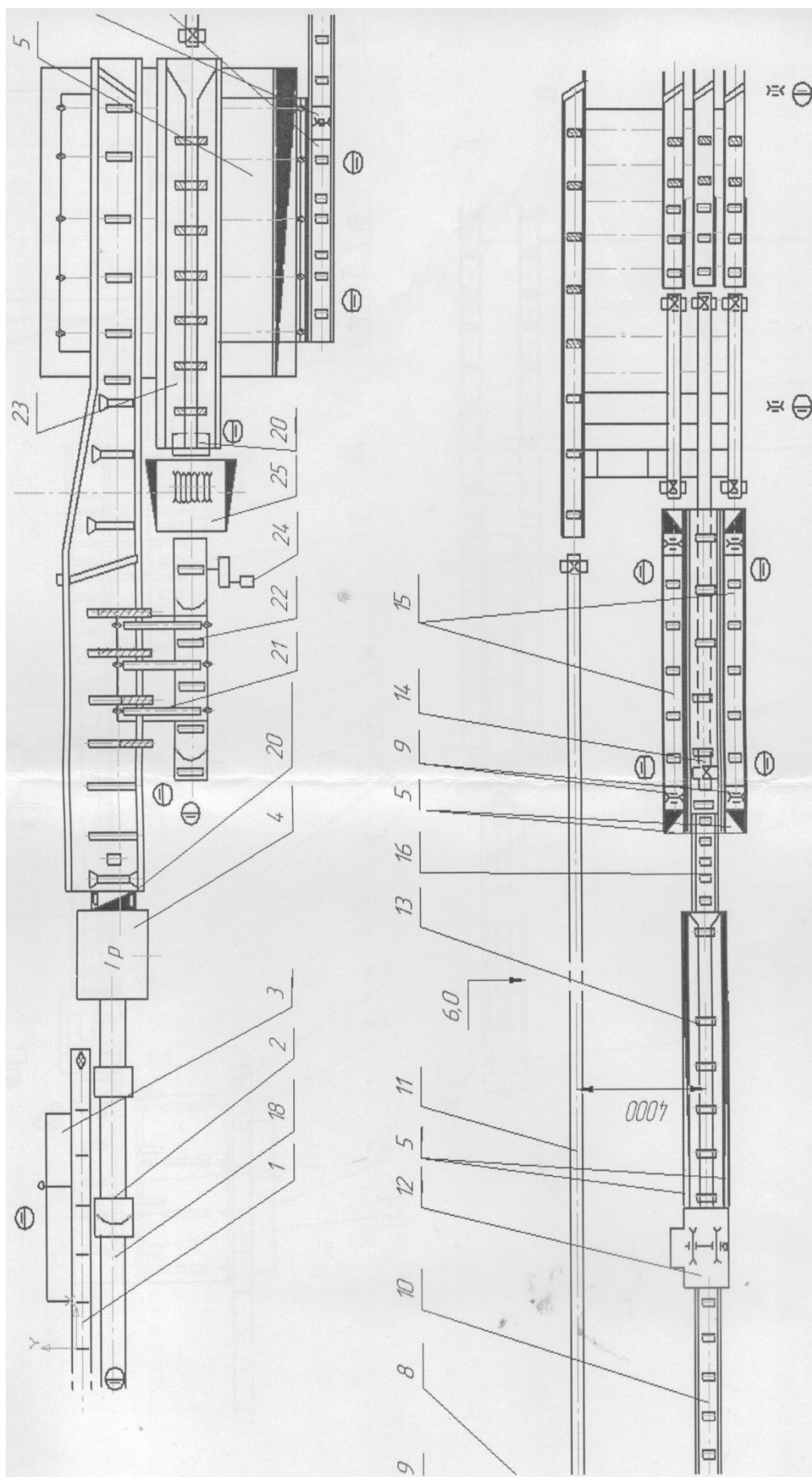


Рис. 1. План второго этажа лесопильного цеха с двухэтажными лесопильными рамами: 1 – бревнотаска Б22У-1; 2 – передирамная тележка ПРТ-8; 3 – сбрасыватель СБР4-2; 4 – лесопильная рама 2Р75-1; 5, 20 – люки; 6 – поперечный конвейер ТЦП-5; 7, 8 – ленточные конвейеры КЛ-50; 9 – роликовый конвейер; 10 – приводной ролянг; 11 – ленточный конвейер КЛ-50; 12 – обрезающий станок Ц2Д-5А; 13 – рейкоотделительное устройство; 14 – приемный стол; 15, 16 – ролянг неприводной; 17 – ролики; 18 – рельсовый путь; 19 – упор; 21 – брусоперекладчик; 22 – передирамный ролянг; 23 – позадирамный ролянг; 24 – привод; 25 – круглопильный многопильный станок

4. Головное оборудование, применяемое при раскросе пиловочного сырья в технологических потоках лесопильных цехов

Выбор оборудования определяется назначением, размерами и требуемым качеством пиломатериалов, особенностями принятого способа раскроса бревен, качеством и размерами распиливаемого сырья и экономической выгодностью применения того или иного оборудования в различных условиях.

В ленточнопильных станках пильная лента натянута на два шкива и совершает непрерывное движение в одном направлении. Бревно в процессе распиловки имеет поступательно-возвратное движение (перед каждым резом бревно устанавливается в исходное положение). Распиловка бревна осуществляется последовательными резцами, и каждый последующий раз назначается с учетом особенностей бревна и качества открывшейся плоскости распила. Такая распиловка называется индивидуальной.

В крупномерном сырье резче, чем в маломерном, выделены зоны различной по качеству древесины и соответственно больше размеры каждой качественной зоны. Поэтому при индивидуальной распиловке крупномерного сырья, осуществляемой на ленточнопильных станках, имеется возможность выпиливать брусья в пределах однородной по качеству зоны бревна и, следовательно, лучше использовать его качественные особенности по сравнению с групповой распиловкой на лесопильных рамах, где полностью исключается индивидуальный подход к распиловке отдельных бревен. Кроме того, распиловка крупномерного сырья на широкопросветных рамах менее производительна, чем на ленточнопильных станках. Все это определило преимущественное применение ленточнопильных станков для распиловки крупномерных бревен.

Однако распиловка тонкомерного сырья весьма эффективно может осуществляться на лесопильных рамах, если применять поставы, соответствующие группам бревен, подобранным по размеру и качеству. Узко- и среднепросветные лесопильные рамы при распиловке сырья не уступают в производительности ленточнопильным станкам. В то же время указанные лесопильные рамы обеспечивают более высокое качество поверхности распила и точность размеров пиломатериалов, что получается в результате более устойчивого положения пил при распиловке.

Круглопильные станки используют преимущественно для распиловки тонких бревен. По сравнению с лесопильными рамами и ленточнопильными станками они дают более широкий пропи́л и меньшую точность размеров пиломатериалов. При толщине пил равной 4–5 мм ширина пропи́ла на круглопильных станках составляет 6–8 мм; на лесопильных рамах она находится обычно в пределах 3–4 мм. Основное преимущество круглопильных станков по сравнению с другим бревнопильным оборудованием заключается в простоте конструкции, небольшой стоимости и высокой производительности при распиловке тонкомерного сырья.

Станки для продольной распиловки бревен являются головным оборудованием лесопильного потока.

В целях повышения пропускной способности лесопильных потоков и концентрации технологических операций на головном оборудовании имеется тенденция к использованию фрезерных и фрезернопильных агрегатов. Фрезерные агрегаты устанавливаются вместе с лесопильными рамами, ленточнопильными и круглопильными станками в виде приставок к ним или как отдельно стоящие установки для переработки периферийных частей бревен и брусьев на технологическую щепу. Фрезернопильные агрегаты перерабатывают бревна на пиломатериалы и технологическую щепу (без отходов в горбыли и рейки). Они в основном предназначены для переработки тонкомерных бревен.

Продольный раскрой широких досок на более узкие и обрезку обзолных кромок у необрезных досок производят на различных по конструкции и количеству пил круглопильных обрезных станках. За последние годы во многих странах для обрезки обзолных кромок у необрезных досок начинают использовать обрезные станки, которые отличаются высокой производительностью.

Поперечный раскрой и торцовку досок по длине можно производить на однопильных круглопильных станках или специальных многопильных установках.

5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Классификация лесопильных рам. Вертикальные лесопильные рамы имеют существенные преимущества перед другими бревнопильными станками.

По назначению можно выделить рамы разных конструкций: рамы для распиловки длинномерных бревен, длиной от 3 до 7,5 м, на доски и брусья; рамы для распиловки короткомерных бревен, длиной от 1 м, на доски и брусья; рамы для распиловки тонкомерного сырья, диаметром меньше 20 см, на тарные дощечки.

По способу установки рамы делятся на стационарные, передвижные и переносные. Стационарные – это тяжелые рамы, они отличаются высокой производительностью и предназначены для использования на постоянно действующих предприятиях.

Передвижные рамы имеют относительно невысокую производительность и монтируются на колесном ходу.

По высоте рамы подразделяются на двухэтажные, полуторазэтажные и одноэтажные. Для установки таких рам требуются здания цехов соответствующей этажности. По числу поставов рамы делятся на однопоставные и двухпоставные. Двухпоставные рамы предназначены для одновременной распиловки двух бревен.

Технологическая характеристика лесопильных рам. Здесь объединяются следующие показатели: просвет пильной рамки, скорость вращения коренного вала рамы, высота хода пильной рамки, максимальное число пил в поставе, система механизма подачи, наибольшая конструктивная посылка, мощность привода и масса всей рамы.

Максимальный диаметр бревна, которое можно распилить на лесопильной раме данного просвета, может быть определен по формуле

$$d = B - c - 2a ,$$

где d – диаметр вершинного торца бревна, см;

B – просвет пильной рамки, см;

c – наибольшая разность между диаметрами комлевого и вершинного торцов бревен, см;

a – запасное расстояние между стойками пильной рамки и комлевым торцом бревна обычно принимается равным 5 см.

Лесопильные рамы по ширине просвета делятся на узкопросветные, с просветом от 350 до 500 мм, среднепросветные, с просветом от 600 до 800 мм, широкопросветные, с просветом от 900 до 1100 мм и сверхширокопросветные, с просветом более 1100 мм.

Высота хода пильной рамки – это расстояние ее перемещения в направляющих из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение. Высота входа зависит от радиуса кривошипа (колена) коренного вала рамы и выражается формулой

$$H = 2R ,$$

где H – высота хода пильной рамки, мм;

R – радиус кривошипного коренного вала рамы, мм.

Высота хода H пильной рамки и скорость вращения коренного вала n определяют линейную скорость распиловки. Если обозначить подачу бревна на один зуб через u_z , шаг зубьев пилы через t , то линейная скорость подачи будет

$$u = u_z \cdot \frac{H}{t} \cdot \frac{n}{1000}, \text{ м / мин.}$$

Величины H и n – важные конструктивные и эксплуатационные характеристики, от которых зависит производительность лесопильных рам: чем больше H и n , тем больше скорость подачи в минуту. У современных лесопильных рам скорость вращения коренного вала находится в пределах 210–450 об./мин., а величина хода 220–700 мм.

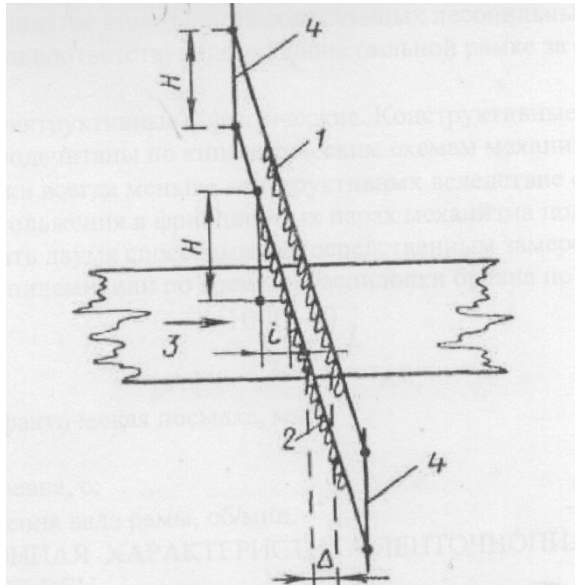


Рис. 2. Схема измерения уклона рамных пил: 1 – верхнее положение пилы; 2 – нижнее положение пилы; 3 – бревно; 4 – направляющие пильной рамки

Предельное количество пил, устанавливаемых в широкопросветных рамах, обычно ограничивается 18–20 и в рамах среднего и узкого просветов 12–14 пилами.

Механизм подачи, предназначенный для продвижения бревен или брусьев через раму в процессе пиления, состоит из двух пар вращающихся валцов. Величина продвижения бревен за один оборот коренного вала или один ход пильной рамки (холостой и рабочий) называется посылкой. Известны два вида подачи: непрерывная и толчковая. Толчковая подача в свою очередь делится на однотолковую и двухтолчковую. При непрерывной подаче бревно подается валцами (во время холостого и рабочего хода пильной рамки), а при однотолковой – бревно подается только за один ход – за рабочий, или только за холостой. Двухтолчковая подача осуществляется двумя толчками: первый – за рабочий ход и второй – за холостой ход.

Подача бревен толчками связана с появлением сил инерции, вызывающих проскальзывание валцов по древесине и вредно отражающихся на механизмах подачи.

При толковой подаче за холостой ход бревно во время перемещения пильной рамки вниз (рабочий ход) стоит неподвижно, поэтому пилы должны иметь уклон, соответствующий посылке за холостой ход.

Если посылку обозначить через A , то согласно схеме, уклон пил при подаче за холостой ход на пильной рамке соответственно должен составлять

$$t_{x.x} = \Delta + (2/3), \text{мм.}$$

При однотолковой подаче за рабочий ход движения резания и подачи происходит одновременно, поэтому уклон пил равен

$$I_{p.x} = 2/3, \text{мм.}$$

При двухтолковой и непрерывной подаче часть подачи осуществляется за холостой ход, поэтому уклон пил должен соответствовать подаче за холостой ход, т. е.

$$t_{н.п.} = \frac{\Delta}{2} + (2/3), \text{мм.}$$

В формулах для уклона пил включена надбавка в 2–3 мм. Эта надбавка необходима для устранения отбоя при врезании зубьев пил в дно пропила из-за трансформации геометрии резца. В большинстве конструкций современных лесопильных рам уклон пил обеспечивается приданием соответствующего уклона пильной рамке за счет установки направляющих.

Посылки бывают конструктивные и фактические. Конструктивные посылки без учета скольжения могут быть подсчитаны по кинематическим схемам механизмов подачи.

Фактические посылки всегда меньше конструктивных вследствие скольжения бревен в падающих валцах и скольжения в фрикционных парах механизма подачи. Фактические посылки можно определить двумя

способами: непосредственным замером на пластьях досок по рискам, оставляемым пилами, или во времени распиловки бревна по формуле

$$A_{\phi} = \frac{1000 \cdot 60}{t_n} L, \text{ мм.}$$

где A_{ϕ} – средняя фактическая посылка, мм;

L – длина бревна, м;

t – время распиловки бревна, с;

n – скорость вращения вала рамы, об./мин.

Эксплуатационная характеристика ленточнопильных станков для распиловки бревен. Неотъемлемая часть ленточнопильных станков – это базирующая тележка. Она служит для остановки бревна относительно пильной ленты, удержания его в этом положении, подачи бревна во время распиловки и возвращения в положение для нового реза. Тележка перемещается по рельсам с помощью гидродвигателя, имеющего бесступенчатое регулирование скорости.

Управление современными ленточнопильными станками осуществляется с пульта, который располагается сбоку или впереди станка. При использовании ленточнопильных станков необходимо учитывать то, что от одного из важнейших параметров ленточнопильных станков – диаметра шкивов зависят небольшой диаметр распиливаемых бревен, толщина и ширина ленты и мощность станка. На ленточнопильных станках можно распиливать бревна, диаметр которых находится в пределах от 1,5 до 2 м. Толщина ленточных пил обычно не превышает $1/1000 D$ (диаметр шкива), а ширина 350–400 мм. Скорость резания составляет 45–55 м/с.

В их состав входят станки моделей ЛБ150-1 и ЛБ240. Последний имеет высокую скорость подачи и предназначен для использования в высокопроизводительных потоках. Техническая характеристика станков моделей ЛБ150 и ЛБ-240 приводится ниже.

Сменная производительность ленточнопильных станков в кубических метрах распиленных бревен может быть определена по формуле

$$A = \frac{60TKq}{t}, \text{ м}^3.$$

где T – продолжительность смены, мин.;

t – среднее время на распиловку бревна по поставу, с;

K – коэффициент использования станка;

q – объем бревна, м^3 .

Время на распиловку бревна t можно представить в виде суммы времени, затрачиваемого непосредственно на пиление $t_{\text{п}}$, и вспомогательного времени $t_{\text{в}}$, потребного для сброса бревна на тележку $t_{\text{сбр.бр.}}$, поворот бревна вокруг оси $t_{\text{пов}}$, установку бревна относительно пилы для отпиливания материала определенной толщины $t_{\text{уст}}$, на дополнительный ход тележки для бревна подведения бревна к пиле и его отвод от пилы после пиления $t_{\text{доп}}$, на холостой ход тележки $t_{\text{х}}$ и сброс остатка от распиленного бревна $t_{\text{сбр.о}}$.

$$t = t_{\text{п}} + t_{\text{в}},$$

$$t_{\text{в}} = t_{\text{сбр.бр.}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{уст}} \cdot z + t_{\text{сбр.о}} + n(t_{\text{уст}} + t_{\text{доп}} + t_{\text{х}}),$$

где n – число резов в бревне по поставу;

z – число поворотов бревна.

Время, затрачиваемое непосредственно на распиловку бревна, можно определить в зависимости от скорости рабочего хода тележки по формуле

$$t = \frac{60L}{u} n,$$

где L – длина бревна;

t – средняя скорость рабочего хода тележки, м/мин.

Величина скорости подачи бревна во время распиловки (рабочего хода тележки) на ленточнопильных станках, так же как и на лесопильных рамах, принимается по наименьшему из значений скорости подачи,

допустимой для обеспечения требуемого качества распиловки и скорости подачи по мощности привода станка.

Вспомогательное время t_v устанавливается на основе опыта. На современных ленточнопильных станках время на пиление составляет в среднем 30 – 40% от общего времени на распиловку бревна t .

Эксплуатационная характеристика круглопильных станков для распиловки бревен. По технологическому признаку круглопильные станки подразделяются на станки для распиловки бревен и станки для распиловки брусьев. В станках для распиловки бревен бревно подается на пилу с помощью тележки, перемещающейся по рельсам, или цепи. Станки же для распиловки брусьев имеют вальцовую подачу.

По количеству пил круглопильные станки для распиловки бревен могут быть одно- и многопильными. Однопильные станки используются для индивидуального раскроя бревен или выпилки шпал, из-за чего их называют шпалорезными. Механизм резания однопильных круглопильных станков состоит из пильного вала с закрепленными на нем пилой и двумя шкивами.

Механизм подачи тележки включает барабан с трособлочной системой. Концы троса через систему блоков крепятся к передней и задней поперечным рамам тележки. При наматывании на барабан той или иной ветви троса тележка получает соответственно рабочий или холостой ход. Подающая тележка имеет механизмы для закрепления и поперечного перемещения бревна.

Управление этими станками осуществляется дистанционно с пульта.

Максимальный диаметр бревен, которые можно распиливать на круглопильных станках, определяют по формуле

$$d_{\max} = \frac{D - d - 20}{2}, \text{ мм.}$$

где d_{\max} – максимальный диаметр бревен, мм;

D – диаметр пилы, мм;

d – диаметр шайбы, мм.

Для обеспечения необходимой жесткости пильного диска диаметр шайбы должен быть не менее $d_{ш} = S\sqrt{D}$. Максимальный диаметр пил у однопильных круглопильных станков для распиловки бревен составляет 1250 или 1500 мм и, следовательно, наибольший диаметр бревен, которые можно на них распиливать, не превышает 50 см. Основное достоинство круглопильных станков заключается в относительно небольшой (по сравнению с другими бревнопильными станками) стоимости монтажа, демонтажа и обслуживания.

Отечественная промышленность для индивидуального раскря бревен выпускает круглопильные станки моделей ЦДТ6-2, ЦДТ6-3 и ЦДТ7, в последнем установлено две пилы. Наибольшая высота пропила на станке модели ЦДТ6-3 составляет 500 и на станке модели ЦДТ7 – 800 мм. Основное назначение многопильных круглопильных станков – распиловка тонкомерных бревен по поставу (на брус и боковые доски). Из отечественных станков, выпускаемых промышленностью в настоящее время, к ним относится станок Б2Ц с симметрично раздвигаемыми пилами.

Для распиловки брусьев применяют многопильные круглопильные станки. В настоящее время промышленность выпускает многопильный станок модели Б8Ц, предназначенный для распиловки на доски брусьев, поступающих от круглопильных станков Б2Ц. Производительность круглопильных станков с тележкой определяют так же, как и ленточнопильных станков.

Эксплуатационная характеристика фрезерных фрезернопильных агрегатов для распиловки бревен. Фрезернопильный агрегат состоит из узлов первичного и вторичного фрезерования и узла пиления. Узел первичного фрезерования включает верхние и нижние

головки, состоящие из набора однорезцовых дисковых фрез. Положение нижней фрезерной головки постоянное, верхней – переменное в зависимости от диаметра перерабатываемого бревна. Узел вторичного фрезерования состоит из нижней головок с наборами различных по назначению и конструкции фрез. Боковые фрезы однорезцовые. Они предназначены для переработки в щепу боковых частей бревна. Фрезы, расположенные в центральной части постова, четырехрезцовые зачистные. Их назначение – окончательное формирование кромки пиломатериалов. Здесь, как и в узле первичного фрезерования, настраивается верхняя головка. Распиловочный узел представляет собой вал с блоком дисковых пил. Механизм подачи состоит из пяти пар горизонтальных вальцов и одной пары вертикальных вытяжных роликов, установленных за пильным узлом.

Линия самонастраивается по диаметру перерабатываемых бревен и может работать в автоматическом и полуавтоматическом режимах (оператор вмешивается в управление линией при обработке кривых бревен).

Переработка бревен на фрезернопильных агрегатах, по сравнению с распиловкой, на лесопильных рамах, дает меньший выход пиломатериалов. По экспериментальным данным, при переработке на фрезернопильном агрегате подсортированных до одного четного диаметра тонких бревен выход пиломатериалов уменьшается на 3 %. Однако агрегатное фрезернопильное оборудование отличается большей пропускной способностью и меньшими трудозатратами. Производительность фрезернопильных агрегатов можно рассчитать аналогично производительности круглопильных станков с вальцовой подачей ($K_m=0,75+0,8$). Для переработки на технологическую щепу боковых частей бревен и брусьев, которые при распиловке сырья на бревнопильных станках превращаются в горбыли и рейки, используются

различные по конструкции фрезерные (рубительные) станки и агрегатные установки.

Механизм резания станка представляет собой две торцово-конические фрезы, установленные на валах электродвигателей, смонтированных на каретках. Передвижением кареток станок настраивают на определенный размер бруса. Каждая фреза имеет 40 ножей с двумя режущими кромками, которые закреплены на посадочных местах лопастей, образующих корпус фрезы. Скорость подачи 36,7 м/мин. Станок модели БФ на определенный размер бруса настраивается вручную с помощью винтового механизма. Однако многие зарубежные фрезерные агрегаты по диаметру бревен настраиваются сами и работают в автоматическом или полуавтоматическом режимах.

Фрезерные станки и агрегаты устанавливаются в лесопильных потоках перед бревнопильными станками. Иногда фрезерные устройства добавляются к бревнопильным станкам в виде приставок.

6. СТРУКТУРА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ НА БАЗЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОГО РАСКРОЯ БРЕВЕН

Технологический процесс потока, показанный на рисунке 2, протекает в следующем порядке: сырье подается автоматической бревнотаской 1 модели БА-3А. Затем бревна сбрасываются при помощи сбрасывателя бревен 2 на накопитель бревен 3 (ТЦП-4), затем на приводной рольганг 4. Там бревно при помощи устройства центрирования 5 центрируется по поставу пил и подается на круглопильный станок 6 (Ц12Д-5). В результате получаем необрезные доски, двухкантный брус и горбыль. Брус с помощью рольганга 8 поступает на брусоперекладчик 9, затем на приводной рольганг 10, на нем брус базируется и подается на круглопильный станок 11 (Ц12Д-7). Получаем необрезные, обрезные доски и горбыль. Далее обрезные доски по конвейеру 12 (КЛ-50), затем по роликовому конвейеру 13 поступают на сортировку. Необрезные доски после первого и второго круглопильных станков поступают на поперечные цепные конвейеры 14 (ТЦП-5), а затем приводной роликовый конвейер 15. Затем необрезные доски поступают на обрезной станок 16 (Ц2Д-5А), где происходит обрезка досок по ширине, после чего необрезная доска идет на окончательную торцовку по рольгангу 17 и далее на сортировку.

Отходы лесопиления: горбыль, рейки, оторцовки и т. д. по транспортеру попадают в рубительную машину.

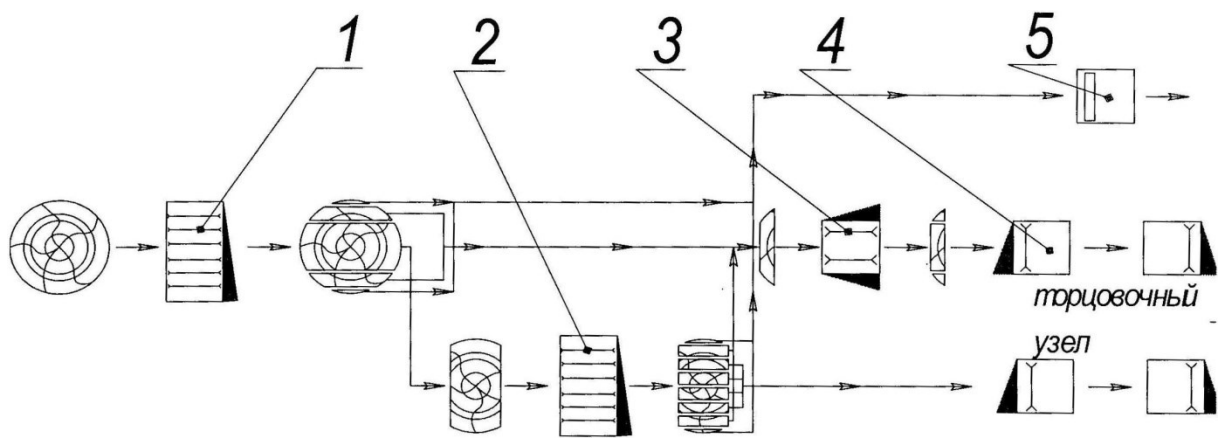


Рис. 3. Линия на базе круглопильного станка: 1,2 – круглопильные станки; 3 – обрезной станок; 4 – торцовочный станок; 5 – рубительная машина

7. СТРУКТУРА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ НА БАЗЕ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

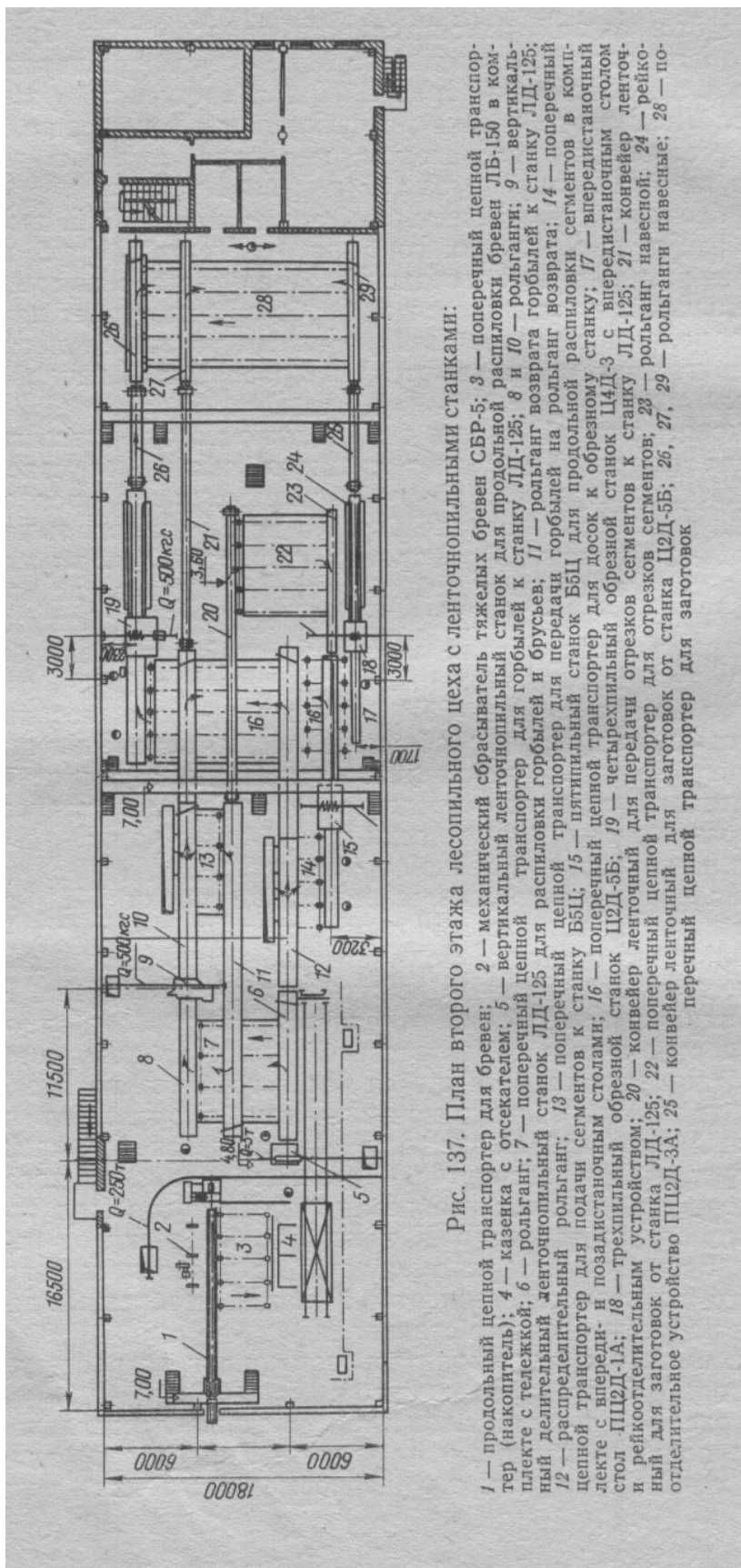


Рис. 137. План второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками.

1 — продольный цепной транспортер для бревен; 2 — механический сбрасыватель тяжелых бревен СБР-5; 3 — поперечный цепной транспортер (накопитель); 4 — казенка с отсекателем; 5 — вертикальный ленточнопильный станок для продольной распиловки бревен ЛБ-150 в комплекте с тележкой; 6 — рольганг; 7 — поперечный цепной транспортер для горбылей к станку ЛД-125; 8 и 10 — рольганги; 9 — вертикальный делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для распиловки горбылей и брусьев; 11 — рольганг возврата горбылей к станку ЛД-125; 12 — распределительный рольганг; 13 — поперечный цепной транспортер для передачи горбылей на рольганг возврата; 14 — поперечный цепной транспортер для подачи сегментов к станку Б5Ц; 15 — пятицильный станок Б5Ц для продольной распиловки сегментов в комплекте с впередистаночным столом; 16 — поперечный цепной транспортер для досок к обрезному станку; 17 — впередистаночный стол ПЦД-3 с впередистаночным столом ПЦД-1А; 18 — трехцильный обрезной станок Ц2Д-5Б; 19 — четырехцильный станок Ц2Д-5Б; 20 — конвейер ленточный и рейкоотделительным устройством; 21 — конвейер ленточный для передачи отрезков сегментов к станку ЛД-125; 22 — конвейер ленточный для заготовок от станка ЛД-125; 23 — конвейер ленточный для заготовок от станка Ц2Д-5Б; 24 — рейкоотделительное устройство ПЦД-3А; 25 — конвейер ленточный для заготовок от станка Ц2Д-5Б; 26, 27, 29 — рольганги навесные; 28 — поперечный цепной транспортер для заготовок

На рис. 137 показан план второго этажа лесопильного цеха с ленточнопильными станками для распиловки хвойного сырья на черновые заготовки различного назначения. Распиловке подлежат пиловочные бревна четвертого сорта и технологические дрова диаметром от 26 см и выше. Основное технологическое оборудование: ленточнопильный станок ЛБ-150 для распиловки бревен на сегменты и брусья, многопильный круглопильный станок марки Б5Ц для распиловки сегментов, делительный ленточнопильный станок ЛД-125 для деления брусьев, толстых досок и горбылей, четырехпильный обрезной станок Ц4Д-3 и трехпильный обрезной станок Ц2Д-5Б. Для вырезки гнили и придания заготовкам стандартной длины на первом этаже цеха установлен 27-пильный торцовочный агрегат модели Ц27К, с которого заготовки поступают на сортировочную площадку (поперечный цепной транспортер ПРД36-5). Годовая производительность цеха по распилу составляет 120 тыс. м³.

8. СТРУКТУРА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ НА БАЗЕ ФРЕЗЕРНОБРУСУЮЩИХ СТАНКОВ

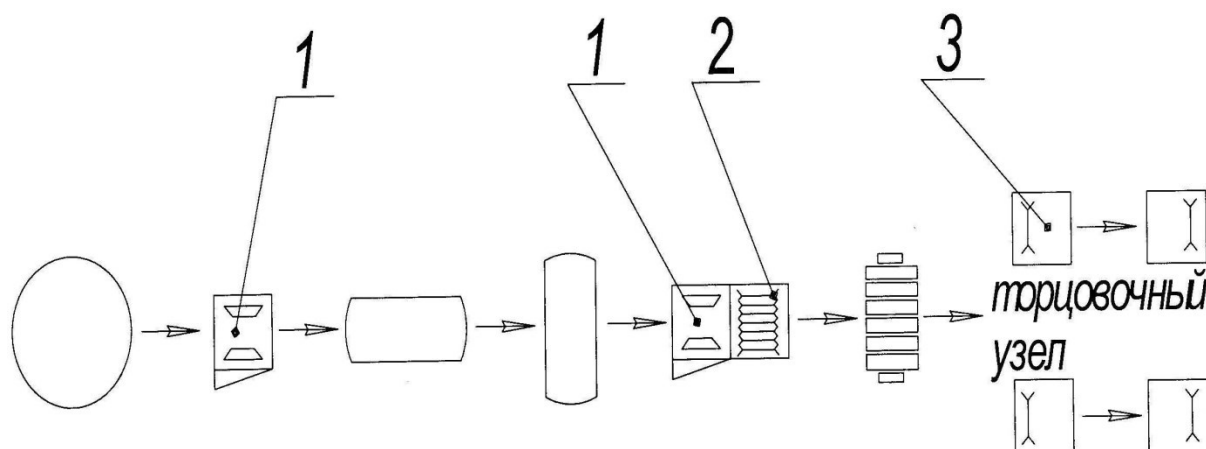


Рис. 4. Линия на базе фрезернобрусующего станка: 1 – фрезерно-брусующий станок; 2 – многопильный станок; 3 – торцовочный станок

Линия работает следующим образом. Сырье подается автоматической бревнотаской 1 модели БА-3. Затем бревна сбрасываются при помощи сбрасывателя бревен 2 на поперечный четырех цепной конвейер 3 (ТЦП-4). Далее с помощью отсекателя бревен 4 бревно подается на V-образный рольганг 5. На нем бревно с помощью гидрозажима для центрирования и базирования бревна 6 ориентируется относительно фрез ФБС. Затем бревно обрабатывается на ФБС 7, при этом образуется двухкантный брус и технологическая щепка, которая попадает в люк для отходов 8. Далее двухкантный брус попадает на приводной роликовый конвейер 9, затем двухкантный брус поворачивается с помощью контавателя 10 на 90 градусов. Затем двухкантный брус с помощью гидрозажима для центрирования и базирования бревна 6 ориентируется относительно фрез 2-го ФБС. После него получается четырехкантный брус, который распиливается на пильном блоке после ФБС 12. В итоге получается пакет обрезных досок, который по ленточному конвейеру 13 подается на стол роликовый 14 торцовочного узла. Происходит торцовка досок на торцовочных станках 15 (ЦКБ-40), а затем доски по ленточным конвейерам поступают на сортировку по размерам.

9. СТРУКТУРА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ НА БАЗЕ ОДНО- И ДВУХЭТАЖНЫХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

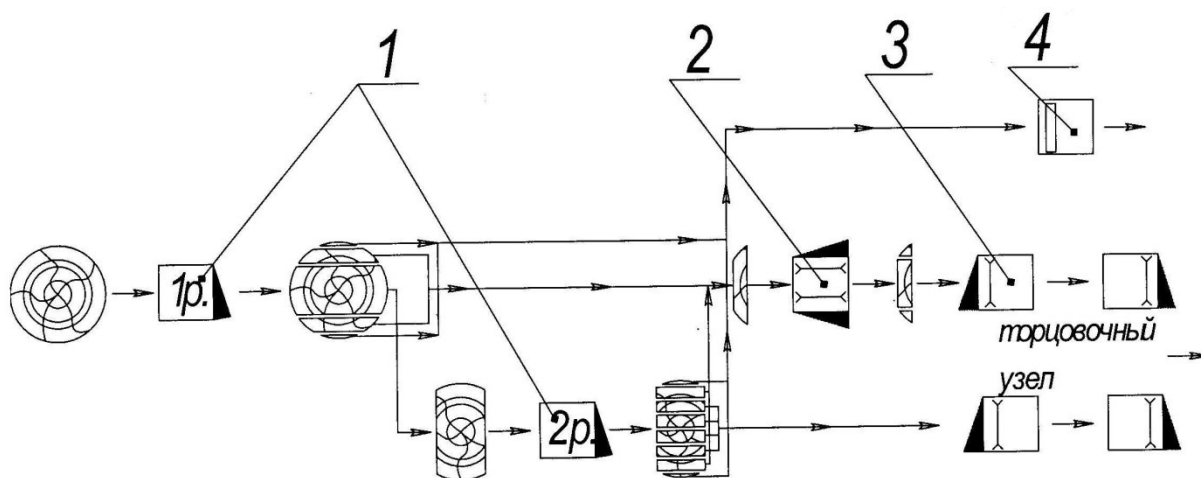


Рис. 5. Линия на базе двухэтажной лесопильной рамы: 1 – двухэтажная лесопильная рама; 2 – обрезной станок; 3 – торцовочный станок; 4 – рубительная машина

На рис. 5 показана линия на базе двухэтажной лесопильной рамы.

Распиловка сырья предусматривается вершиной вперед.

Сырье подается автоматической бревнотаской 1 модели БА-3. Затем бревна сбрасываются при помощи сбрасывателя бревен 2 на впередирамную тележку 3. Там бревно при помощи устройства центрирования 4 центрируется по составу пил. Бревно подается и распиливается на лесопильной раме первого ряда 5 модели 2Р75. Выпиленные на лесопильной раме первого ряда брусья, необрезные доски и длинные горбыли попадают на рольганг 6 модели ПРД26-А. необрезные доски и горбыли доходят до упора 7 в конце рольганга и сбрасываются на поперечный цепной транспортер 8. Брус при подходе к навесному упору 9 в конце первой секции рольганга снимается брусоперекладчиком 10 модели ПРД-3А и подается на рольганг ПРД-24-2А установленного перед рамой второго ряда 12 модели 2Р75, где брус центрируется и подается непосредственно в раму (работа брусоперекладчика и рольганга ПРД-24-2А по центрированию и подаче бруса в раму идет по автоматическому циклу). Далее происходит распиловка двухкантного бруса на раме второго

ряда 12, 2P75-1(2). В результате распиловки получается пакет обрезных досок, необрезные доски и горбыль. Пакет обрезных досок по ленточному конвейеру 14 поступает на стол роликовый 15 и по нему поступает на сортировку досок по размерам. Необрезные доски и горбыль в конце рольганга и сбрасываются на поперечный цепной транспортер 8.

С поперечного цепного транспортера 8 необрезные доски подаются на приводной роликовый конвейер 16, а горбыль попадает в люк для горбылей 17. По приводному роликовому конвейеру необрезные доски поступают на обрезной станок 18 (Ц2Д-5А). В итоге получается обрезная доска и рейки. Рейки падают в рейкоотделительное устройство 19. Обрезная доска поступает по рольгангу 20 и ленточному конвейеру 21 на стол роликовый 15 пункта торцовки. Далее происходит торцовка досок с торцовочных станках 22 (ЦКБ-40). Далее доски поступают на сортировку по размерам.

Отходы лесопиления: горбыль рейки, оторцовки и т. д. по транспортеру попадают в рубительную машину.

Для линии на базе одноэтажных лесопильных рам необходимо предусмотреть места.

10. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ЦЕХОВ

10.1. Транспортное оборудование для подачи бревен

В качестве транспортных средств для подачи бревен в лесопильный цех наибольшее распространение получили продольные транспортеры (бревнотаски), меньшее – поперечные транспортеры и еще меньшее – вагонетки на рельсовых путях.

Продольный цепной транспортер состоит из приводной станции, рабочей и холостой звездочек и круглозвенной цепи с поперечинами (траверсами). Поперечины являются рабочими (захватными органами бревнотаски, на них укладываются транспортируемые бревна. Траверсы приваривают к звеньям цепи на расстояниях 1,6–1,8 м одну от другой, они движутся по металлическим направляющим шинам в желобе эстакады бревнотаски. Для надежного сцепления бревна с захватными органами к траверсам приварены зубья, изготовленные из круглой стали.

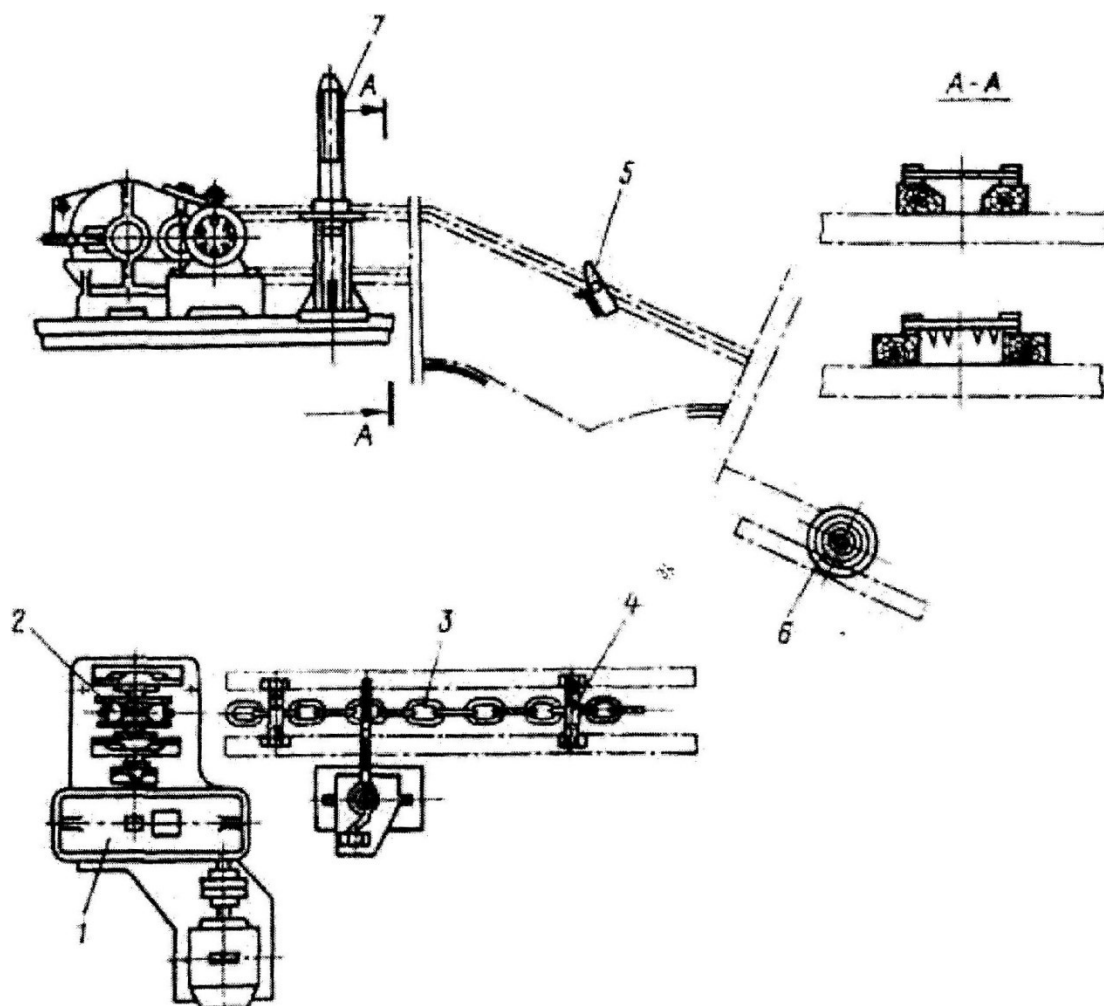


Рис. 6. Бревнотаска БА-3: 1 – приводная станция; 2 – приводная звездочка; 3 – тяговая цепь; 4 – поперечина (траверса); 5 – аварийный останов; 6 – холостая звездочка; 7 – автоматический останов

Автоматическая остановка бревен происходит у мест их сбрасывания. Механизм автоматического останова состоит из подвижного поворотного щита, связанного с путевым выключателем.

Узкопросветные и среднепросветные потоки лесопильных цехов оснащаются бревнотасками модели БА-3, а широкопросветные – бревнотасками модели БА-4. Скорость движения цепи бревнотаски модели БА-3 составляет 0,5, модели БА-4 – 0,3 м/с (т. е. больше скорости распиловки на лесопильных рамах в 2–3 раза).

Скорость движения цепи бревнотаски должна превышать максимальную скорость распиловки бревен. При этом соотношении скоростей обеспечивается бесперебойное питание бревнопильного станка

и простоев из-за задержки в подаче бревен не будет. Производительность бревнотаски определяют по формуле

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

где V – скорость движения цепи, м/с;

K_1 – коэффициент использования рабочего времени, учитывающий остановки бревнотаски (принимается равным 0,6);

K_2 – коэффициент заполнения бревнотаски (обычно принимается не более 0,8);

L – длина бревна, м.

В зависимости от максимальной пропускной способности оборудования для продольной распиловки бревен минимальную скорость движения цепи бревнотаски определяют по формуле

$$V = \frac{A \cdot L}{3600 \cdot K_1 \cdot K_2}, \text{ м / с,}$$

Несмотря на достаточно высокую производительность бревнотаски, целесообразно между фронтом подачи бревен и бревнотаской устанавливать небольшой накопитель (на 5 – 10 бревен), который может предупредить простой бревнопильного станка из-за отсутствия бревен. Для исключения трудоемкой операции загрузки бревнотаски бревнами созданы механизмы, автоматизирующие насадку бревен на цепь бревнотаски.

10.2. Бревносбрасыватели

С продольных цепных транспортеров (бревнотасок) бревна снимаются сбрасывателями разнообразных конструкций, которые приводятся в действие от специальных двигателей. Сбрасыватели бревен имеют два или три рычага, шарнирно связанных с толкателями, приводимыми в движение от электродвигателя через редуктор или от пневмо- или гидропривода СБР-4-2 завода. Толкатели упираются в бревно

и сталкивают его с бревнотаски. Цикл сбрасывания бревна у сбрасывателя СБР-4-2 составляет 2,6 с. Сбрасыватель работает в полуавтоматическом режиме.

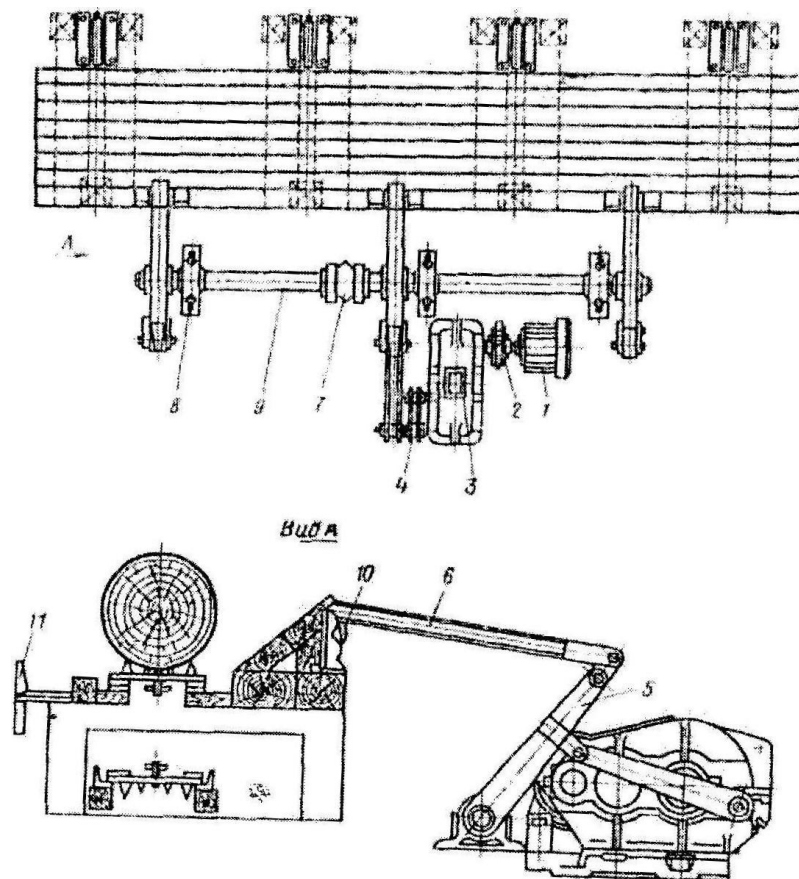


Рис. 7. Электромеханический сбрасыватель бревен: 1 – электродвигатель; 2 – муфта и тормоз; 3 – редуктор; 4 – кривошип; 5 – рычаг; 6 – толкатель; 7 – жесткая муфта; 8 – подшипник; 9 – поворотный вал; 10 – ролик; 11 – поворотный рычаг

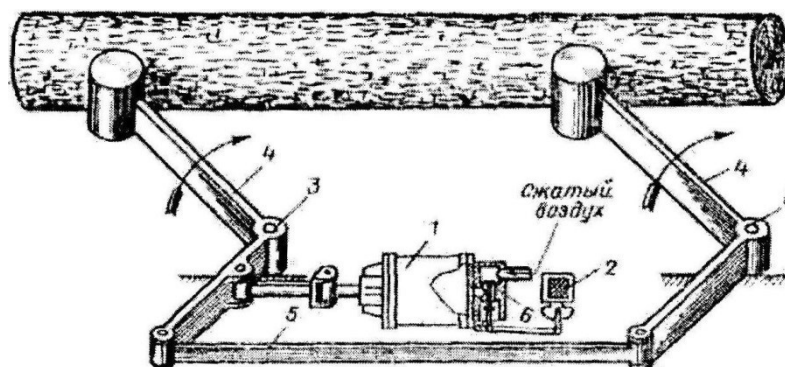


Рис. 8. Сбрасыватель бревен с пневматическим приводом: 1 – пневмоцилиндр; 2 – электромагнит; 3 – штыри; 4 – сбрасывающие рычаги; 5 – поводок; 6 – электропневматический клапан

10.3. Площадка для размещения бревен перед бревнопильными станками

Сбрасывание бревен с продольных бревнотасок в настоящее время осуществляется или непосредственно на впереди рамные тележки, или на накопительные площадки, отведенные для размещения запаса бревен перед головными станками (лесопильными, ленточнопильными и круглопильными). Во всех случаях более выгодно сбрасывать бревна на площадки, а с них перемещать на базирующие средства, подающие бревна в станки для распила.

Площадка размещается между бревнотаской и тележкой перед рамой мерного ряда. На площадке установлен отсекающий механизм, останавливающий бревно. Отсекатель имеет индивидуальный привод. Отсекатель поворачивается, пропускает дно бревна и удерживает от скатывания остальные находящиеся на площадке бревна.

10.4. Впередирамные тележки и конвейеры у рам первого ряда

При распиловке бревен необходимо оборудование для их ориентации по составу, а также для подачи их к лесопильной раме и базированию в процессе распиловки. Вспомогательные средства должны обеспечивать разворот бревен вокруг их оси так, чтобы обеспечить наиболее выгодное для раскроя положение.

На вспомогательных устройствах требуются механизмы базирования и удерживания бревен, механизмы, которые не позволяли бы бревнам поворачиваться относительно своей оси или уходить в сторону от оси постава. При распиловке бревен на лесопильных рамах для этих целей используют впередирамные тележки и направляющие ножи, установленные позади рам, в сочетании с роликовым транспортером. Иногда тележки впереди рам заменяют разными конвейерными

устройствами, которые пока еще не вышли из стадии опытных проверок.

Перед лесопильной рамой размещают зажимную и поддерживающую тележки, которые служат опорой для бревна. Установка бревна по поставу и зажим его в положении для распиловки осуществляется зажимной тележкой. Вторая тележка служит для поддержания переднего (по отношению к лесопильной раме) конца бревна. На зажимной тележке установлены два электродвигателя, которые питание получают через гибкий кабель. Один электродвигатель предназначен для привода насоса с целью подачи рабочей жидкости к гидромеханизмам, другой – для привода колес тележки в рабочем и холостом направлениях. Посредством гидромеханизма и клещей обеспечиваются зажим, поворот и смещение бревна, а также подъем клещей на уровень удобный для зажима бревна. К передней поперечине рамы зажимной тележки шарнирно прикреплен крюк с роликом, с помощью которого происходит автоматическое сцепление и расцепление зажимной тележки с поддерживающей. При приближении зажимной тележки к лесопильной раме крюк заходит за уголок, прикрепленный к поддерживающей тележке, и соединяет тележки. Тележки в таком состоянии возвращаются в исходное положение для приема бревна.

Тележки моделей ПРТ8-2 и ПРТ9-2 имеют большие скорости при перемещении (особенно обратного хода), что при интенсивной работе приводит рамщиков к переутомлению. Поэтому были созданы впередирамные тележки моделей ПРТ8-2М и ПРТ9-2М с дистанционным управлением. Управление подготовкой бревна к распиловке на этих тележках осуществляется с пульта. В остальном эти тележки аналогичны тележкам моделей ПРТ8-2 и ПРТ9-2.

В момент захвата бревна подающими вальцами лесопильной рамы поддерживающая тележка освобождается (уровень положения низа бревна на поддерживающей тележке несколько ниже, чем на подающих вальцах лесопильной рамы) и бревно удерживают в положении для распила вальцы

и зажимная тележка. Зажимные механизмы тележки, удерживающие бревно, выключаются в момент, когда нераспиленными остаются 1,5–2 м к этому времени базирование распиливаемого бревна переходит на позадирамные направляющие ножи, которые удерживают бревно в заданном положении.

Для впередирамных тележек, в среднем, цикловое время составляет 10–15 с.

Конвейерные устройства, заменяющие впередирамные зажимные тележки, способные обеспечивать питание лесопильных без межторцовых разрывов при максимальных посылках, пока еще не получили широкого промышленного применения.

Большое внимание уделяется созданию высокопроизводительных впередирамных конвейеров. Такое устройство может применяться для подачи бревен как в узкопросветные лесопильные рамы, так и в круглопильные и ленточнопильные станки. Это устройство состоит из механизмов приема, поворота, базирования и подачи бревна на распиловку, а также из узлов нанесения на бревно технологических баз.

10.5. Светотеневые аппараты

Для облегчения установки бревен по поставу на впередирамных тележках применяют светотеневые аппараты, которые могут бросать на поверхность бревна тени или световые полосы, соответствующие линиям пропила крайними пилами или оси поставы. Светотеневой аппарат модели ПРД12-2. Аппарат состоит из двух металлических кожухов. Внутри каждого кожуха помещена софитная лампа накаливания мощностью 1000 Вт. В нижней части кожухов по всей длине имеются щели шириной 5 мм. Под щелями протянуты шнуры, от которых на поверхности бревна получаются параллельные теневые линии. Расстояние между щелями и шнурами можно изменять и благодаря этому получать на плоскости

проекции расстояния между теньвыми линиями от 0 до 650 мм. Светотеневой аппарат подвешивается к перекрытию цеха над тележками так, чтобы расстояние от пола до тневых шнуров аппарата было 2–2,2 м.

10.6. Направляющие аппараты лесопильных рам

Назначение направляющих аппаратов состоит в удержании бревен от поворота вокруг оси в процессе распиловки. В современных конструкциях лесопильных рам направляющие аппараты монтируют непосредственно на задних воротах рамы против пил. Направляющий аппарат состоит из двух заостренных металлических пластин – расклинивающих ножей, установленных параллельно один к другому, и суппортов, в которых эти ножи закреплены. Суппорты в соответствии с требуемым изменением расстояния между ножами перемещаются при помощи ходовых винтов.

Навесные направляющие ножи имеют существенное преимущество. Они освобождают за рамой место для люка, который используется для удаления коротких горбылей.

Расклинивающие ножи устанавливаются симметрично по поставу. При распиловке с брусковкой ножи устанавливаются против пропилов, формирующих брус, а при распиловке вразвал – против пропилов между основной частью поставы и боковыми досками.

10.7. Рольганги за лесопильными рамами второго ряда

При распиловке бревен с брусковкой продукцию лесопильной рамы составляют брусья и доски. Брусья от рамы первого ряда обычно передаются на рамы второго ряда или многопильный круглопильный станок, расположенные в шахматном порядке по отношению к раме первого ряда. Необрезные доски передают на обрезной или какой-либо другой станок. Вследствие этого поток требуется разделять на два ручья:

один ручей – брусья, другой – необрезные доски, следовательно, транспортировать и сбрасывать их нужно на разные смежные участки. Это делают с помощью транспортных средств со встроенными разделительными устройствами и брусоперекладчиками.

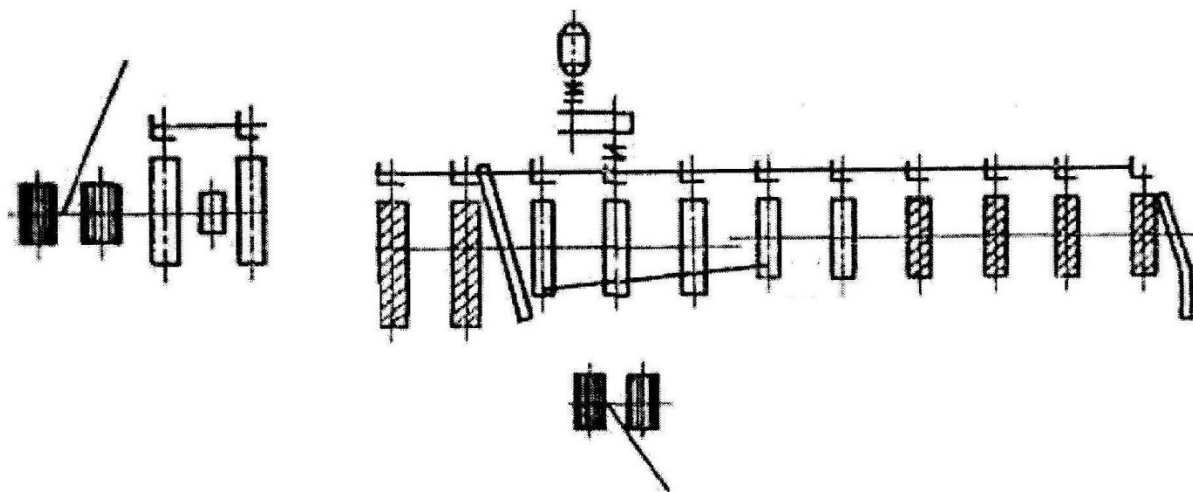


Рис. 9. Схема рольганга моделей ПРД21-1, ПРД1-5 и ПРД30-1

В качестве транспортных средств применяются приводные роликовые транспортеры – рольганги. В настоящее время большинство современных лесопильных цехов оснащено рольгангами моделей ПРД21-2, ПРД1-5 и ПРД30-1 соответственно в узко-, средне-, и широкопросветных потоках. Рольганги состоят из двух секций (рис. 9). Первая секция предназначена для транспортировки досок и бруса, отделения последнего от необрезных досок и поперечного смещения его в сторону оси рамы второго ряда на брусоперекладчик. В конце первой секции установлен упор. С помощью винта упор поднимается над роликами в высоту, позволяющую остановить брус. В начале первой секции расположен короткий неприводной опорный ролик. Ролик устанавливается на 5 мм выше других роликов рольганга и предназначается для поддержания бруса.

Вторая секция рольганга предназначена для транспортировки и сброса необрезных досок и длинных горбылей, и состоит из двух гладких и четырех винтовых роликов. В конце этой секции установлен упор; дойдя

до этого упора, доски винтовой нарезкой смещаются в бок и рольганг разгружается. Ролики приводятся в движение от общего привода через систему конических передач. Для обеспечения более спокойного поступления пиломатериалов при монтаже рольганга верхний уровень роликов располагают ниже верхнего уровня нижних валцов лесопильной рамы на 40 мм.

Необрезные доски и брусья движутся на рольганге отдельно. Из направляющих ножей брус после распиловки выталкивается следующим бревном, т. е. движется замедленно, со скоростью распиловки следующего бревна. Необрезные доски после выхода из лесопильной рамы попадают на роликовый транспортер и движутся с большей скоростью, чем брусья. Рекомендуется устанавливать такую скорость роликового транспортера [34], чтобы необрезные доски выходили за пределы бруса до момента его выхода из направляющих ножей, т. е. соблюдалось следующее условие:

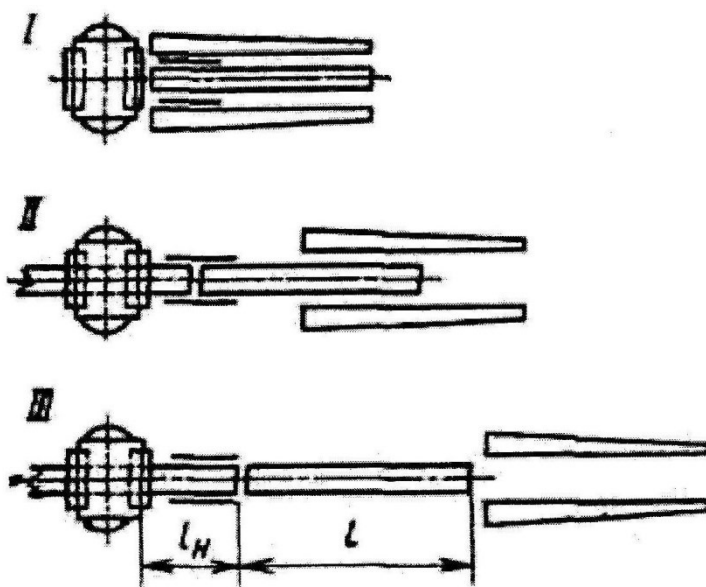


Рис. 10. Схема к расчету скорости рольганга за рамой первого ряда:

- 1 – окончание распиловки бревна; 2 – продвижение бруса в направляющем аппарате со скоростью распиловки, транспортировка досок и горбылей рольгангом;
3 – выход бруса из направляющего аппарата, транспортировка досок и горбылей из зоны поступления бруса

Однако для обеспечения нормальной работы рольганга этого достаточно. Брус после выхода из направляющих ножей движется до упора со скоростью рольганга. Так как скорость рольганга больше скорости распиловки бревна в лесопильной раме, то между брусом на рольганге и следующим за ним брусом в направляющих ножах образуется некоторый разрыв.

10.8. Механизмы для поперечного перемещения бруса

Поперечное перемещение бруса от рольганга за рамой первого ряда к вспомогательным и транспортным устройствам перед рамой второго ряда осуществляется специальными транспортными механизмами – брусоперекладчиками. Наибольшее распространение получили цепные брусоперекладчики. Они бывают одно- и двухсекционными. В лесопильных цехах применяются цепные брусоперекладчики, которые выпускались в разное время и конструктивно отличаются один от другого.

На некоторых небольших, недостаточно механизированных лесопильных заводах передача бруса от рамы первого ряда к раме второго ряда осуществляется по роликовым шинам. Перемещение бруса по роликовым шинам производит вручную один или два рабочих, затрачивая на это значительные усилия.

При включении шины брусоперекладчика одновременно поднимаются направляющие и цепи приходят в движение. Находящийся на цепях брус поднимается и передвигается к рольгангу перед рамой второго ряда. Когда брус окажется над роликами рольганга, рамщик выключает электродвигатель брусоперекладчики модель ПРД2-3А (БрП80). Это двухсекционный брусоперекладчик.

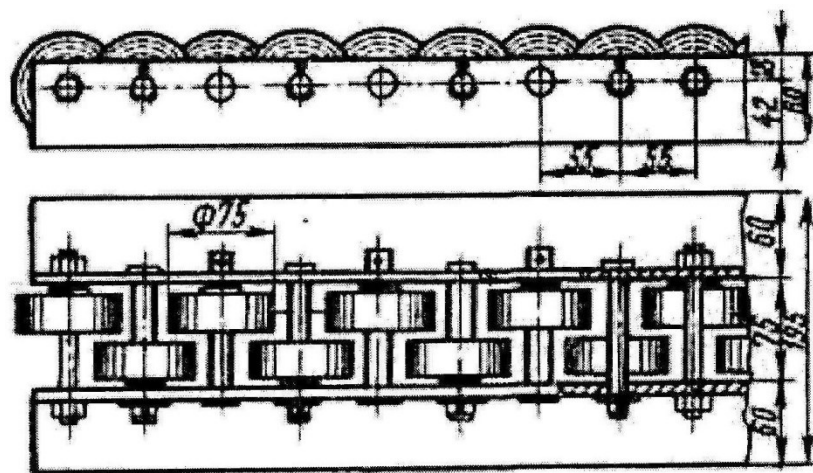


Рис. 11. Кинематическая схема брусоперекладчика

Скорость перемещения брусьев брусоперекладчиком должна обеспечивать своевременный съем бруса с рольганга за рамой первого ряда и подачу бруса на рольганг перед рамой второго ряда.

10.9. Рольганги для подачи бруса лесопильную раму второго ряда

Двухкантные брусья с правильными плоскостями подают в лесопильные рамы второго ряда на различных роликовых транспортерах. Некоторое распространение (на небольших лесопильных заводах) имеют роликовые транспортеры модели ПРД-4, состоящие из пяти гладких неприводных роликов и одного приводного поворотного ролика, предназначенного для установки переднего конца бруса по поставу. Поворотный ролик получает движение от цепной передачи и делает 37 об/мин. Для ориентации переднего конца бруса по поставу используют также другой центрирующий механизм. Средний ролик вращается вокруг горизонтальной оси, закрепленной на поставке. Он имеет кольцевые рифли, предназначенные для торможения бруса во время установки и для предупреждения его бокового смещения при распиловке. Два крайних ролика закреплены на качающемся коромысле. Они имеют разнонаправленную винтовую нарезку (на одном – правую, на другом –

левую) и приводятся в движение от звездочки посредством цепной передачи через коромысло, тягу и рычаг управления.

Продольное перемещение бруса по рольгангу на поворотный ролик осуществляют вручную, одновременно с этим также вручную центрируют и задний конец бруса.

Ряд рольгангов с манипуляторами для центрирования и установки бруса по поставу. Впередирамные рольганги ПРД24 для лесопильных рам узкого и среднего просветов и ПРД34-1 для лесопильных рам широкого просвета механизмируют процесс подачи бруса в лесопильную раму и устраняют необходимость затрат физического труда рамщика.

Рольганг ПРД24 состоит из четырех неприводных роликов, прижимного ролика, под которым находится подающий ролик, двух клещей-манипуляторов для ориентации бруса по поставу.

Управление рольгангом – дистанционное электрогидравлическое и осуществляется с пульта управления посредством выводных кнопок. Работа на рольганге выполняется в следующем порядке: нажимом на кнопки включается в работу подающая секция брусоперекладчика, который переносит брус на ролики устройства; при помощи клещей-манипуляторов брус сжимается и устанавливается по поставу. При распиловке кривых брусьев клещи по команде оператора могут смещаться в поперечном направлении относительно продольной оси рольганга. Брусья правильной формы устанавливаются по поставу автоматически, после чего включается прижимной ролик, который заблокирован с манипулятором таким образом, что при включении на прижим клещи-манипуляторы автоматически разжимаются. После прижима включается приводной ролик, который подает брус в вальцы лесопильной рамы. Подающий ролик также заблокирован с манипулятором, и его включение возможно только в том случае, если клещи-манипуляторы уже разжаты. При выходе предыдущего бруса прижимной ролик автоматически поднимается и фиксируется в верхнем регулируемом

положении до нажатия кнопки на новый прижим. Скорость подачи подающего ролика равна 32 м/мин (в среднепросветных потоках). Это обеспечивает распиловку брусьев без межторцовых разрывов. В рольганге марки ПРД24 при полной механизации работ по подаче бруса в распиловку рамщик осматривает каждый брус и управляет распиловкой кривых брусьев. Рольганг ПРД24-2А предназначен для центрирования и подачи брусьев на распиловку в лесопильных потоках с рамами узкого и среднего просветов. В отличие от рольганга марки ПРД24, рольганг марки ПРД24-2А имеет три манипулятора клещевого типа с индивидуальной гидросистемой. Они установлены на расстоянии 1500 и 2000 мм один от другого. Манипуляторы не имеют поперечного перемещения. Расстановка манипуляторов позволяет ориентировать кривые брусья по поставу без поперечного смещения, что не приводит к значительным потерям в выходе пиломатериалов. Отказ от поперечного перемещения манипуляторов при установке бруса позволил несколько упростить конструкцию последних и сократить затраты времени на эту операцию при работе рольганга. Брус зажимается двумя манипуляторами. В зависимости от длины бруса (которая контролируется соответствующими датчиками) включаются следующие манипуляторы: при длинном бруссе крайние, при коротком передние.

10.10. Транспортно-разделительные рольганги за лесопильной рамой второго ряда

Позади рам второго ряда при распиловке брусьев устанавливаются роликовые транспортеры разнообразных конструкций для транспортировки и отделения чистообрезных досок от необрезных и горбылей. После разделения пиломатериалы перегружают на разные транспортные средства. На лесопильных цехах широко применяются рольганги модели ПРД25-1, ПРД5-3 и ПРД35-1.

Рольганг состоит из трех гладких и четырех комбинированных приводных роликов. Ролики приводятся в движение от приводной станции через последовательные ролики от ролика к ролику цепные передачи. Над роликами по всей их длине смонтировано разделительное устройство, состоящее из двух пластин (шин), отделяющих чистообрезные доски от необрезных. Передние концы разделительных шин устанавливаются по линиям установки расклинивающих ножей направляющего аппарата лесопильных рам. Обрезные доски перемещаются роликовым транспортером между разделительными шинами и затем передаются на ленточный транспортер, устанавливаемый на одной продольной с ним оси. Необрезные доски вначале гладкими, а затем винтовыми роликами перемещаются до упоров и сбрасываются в сторону на поперечный цепной транспортер, который транспортирует их к обрезному или другому станку. При распиловке бревен вразвал разделительные шины в переднем конце смыкаются и все необрезные доски проходят с внешней стороны пласти.

10.11. Ленточные транспортеры для досок

Для транспортировки досок на сравнительно большие расстояния в лесопильных потоках используются стационарные ленточные транспортеры (КЛС). Целесообразность применения ленточных транспортеров в тех или иных случаях зависит главным образом от принятой схемы технологического процесса и размеров цеха.

В лесопильном производстве применяются транспортеры с шириной ленты от 40 мм до 1200 мм. Наиболее часто применяется текстильная прорезиненная лента. Привод ленточных транспортеров, применяемых в лесопильных цехах, позволяет изменять скорость ленты в пределах от 0,6 до 2 м/с, но в производственных условиях она не превышает 1 м/с. Снимать пиломатериалы с ленточного транспортера можно различными способами. Наиболее распространенная разгрузка это с помощью

навесного рольганга и сбросной полки. Промышленностью серийно выпускаются рольганги следующих моделей: ПРД8-4А, ПРД9-4А, ПРД33 и ПРД37.

Если ленточный транспортер переносит пиломатериалы, выходящие из станка с определенной равномерной скоростью, то скорость транспортера определяют по скорости поступления досок на ленту, предусмотрев некоторое увеличение скорости для предупреждения набегания.

10.12. Поперечные цепные транспортеры для досок

Поперечные цепные транспортеры применяются для перемещения досок от лесопильных рам к обрезным станкам, для сбора горбылей и реек и их транспортировки к станкам для последующей переработки, в торцовочных устройствах проходного типа и для других целей. Переход с продольного движения досок на поперечное позволяет значительно снизить скорость движения пиломатериалов перед отдельными технологическими операциями в лесопильном потоке и одновременно создать перед ними некоторый страховой запас.

Поперечные транспортеры, используемые в лесопильных цехах, отличаются количеством цепей, длиной транспортера и мощностью привода. Они обычно имеют от четырех до шести пластинчатых втулочно-роликовых цепей. Цепь движется в металлических направляющих, прикрепленных к столу транспортера. Стол транспортера представляет собой деревянную конструкцию из бруса с настилом из досок.

ПРД-4 и ПРД-5 (вторая цифра в марке означает количество цепей) – грузовая цепь; 8 – ведомая звездочка.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Стандарты

1. ГОСТ 2140-81 (СТ СЭВ 2017-79, СТ СЭВ 2018-79, СТ СЭВ 2019-79, СТ СЭВ 320-76, СТ СЭВ 321-76, СТ СЭВ 391-76, СТ СЭВ 3286-81, СТ СЭВ 3287-81, ...) Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2. – Действ. с 01.01.1982. – Москва : Изд-во стандартов, 1997. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

2. ГОСТ 2292-88. Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, методы измерения и приемка [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2. – Действ. с 01.01.1991. – Москва : Стандартиформ, 2005. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

3. ГОСТ 2695-83. Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия [Электронный ресурс]. – Действ. с 01.01.1984. – Москва : Стандартиформ, 2007. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

4. ГОСТ 6782.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки [Электронный ресурс] : с Изменением № 1. – Действ. с 01.07.1976. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

5. ГОСТ 6782.2-75. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2. – Действ. с 01.07.1976. – Москва : Изд-во стандартов, 2002. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

6. ГОСТ 7016-2013. Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности [Электронный ресурс]. – Действ. с 01.01.2014. – Москва : Стандартиформ, 2014. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

7. ГОСТ 8486-86. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2, 3. – Действ.

с 01.01.1988. – Москва : Стандартиформ, 2007. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

8. ГОСТ 9462-88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия [Электронный ресурс] : с Изменением № 1. – Действ. с 01.01.1991. – Москва : Стандартиформ, 2010. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

9. ГОСТ 9014.0-75 Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования [Электронный ресурс] : с Изменениями N 1, 2, 3, 4. – Действ. с 01.01.1977. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

10. ГОСТ 9463-88 (СТ СЭВ 1144-78). Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия [Электронный ресурс] : с Изменением № 1. – Действ. с 01.01.1991. – Москва : Изд-во стандартов, 1997. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

11. ГОСТ 9685-61. Заготовки из древесины хвойных пород. Технические условия [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2, 3. – Действ. с 01.07.1963. – Москва : Изд-во стандартов, 1994. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

12. ГОСТ 24454-80. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры [Электронный ресурс] : с Изменениями № 1, 2. – Действ. с 01.01.1981. – Москва : Стандартиформ, 2007. – Доступ из справ.-поиск. системы «Техэксперт».

Книги

13. Калитеевский, Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология. Оборудование. Менеджмент [Текст] / Р. Е. Калитеевский. – 2-е изд., исп. и доп. – Санкт-Петербург : Профикс, 2008. – 499 с.

14. Папулова, И. Е. Технология пиломатериалов [Текст] : лаб. практикум по курсу «Технология и оборудование лесопильных производств». – Киров, ВятГУ, 2009. – 37 с.

15. Рублева, О. А. Технология и оборудование лесопильных производств [Текст] : учеб.-метод. пособие для бакалавриата, для студентов направления подготовки 151000 / О. А. Рублева, И. Е. Папулова; ВятГУ, ФАМ, каф. МТД. – Киров, 2012. – 67 с.

16. Рыкунин, С. Н. Методы составления и расчета поставов [Текст] : учеб. пособие / С. Н. Рыкунин, В. Е. Пятков ; МГУЛ. – 2-е изд. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2005. – 72 с.

17. Рыкунин, С. Н. Технология деревообработки [Текст] : учебник / С. Н. Рыкунин, Л. Н. Кандалина. – Москва : Академия, 2005. – 352 с. – (Профессиональное образование. Деревообрабатывающее производство).

18. Шелгунов, Ю. В. Технология и оборудование лесопромышленных предприятий [Текст] : учебник / Ю. В. Шелгунов, Г. М. Кутуков, Н. И. Лебедев ; МГУЛ. – 3-е изд. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2002. – 589 с.

Дополнительная литература

19. Технология пиломатериалов [Текст] : учеб. для вузов / П. П. Аксенов [и др.]. – Москва : Лесная промышленность, 1976. – 480 с.

20. Справочник по лесопилению. – Санкт-Петербург, 2006. – 200 с.

21. Рыкунин, С. Н. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств [Текст] : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 / С. Н. Рыкунин, Г. В. Крылов, В. Е. Пятков ; МГУЛ. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2003. – 20 с.

22. Рыкунин, С. Н. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств [Текст] : учеб.-метод. пособие. Ч. 2 / С. Н. Рыкунин, Г. В. Крылов, В. Е. Пятков ; МГУЛ. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2003. – 24 с.

23. Рыкунин, С. Н. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств [Текст] : учеб.-метод. пособие. Ч. 3 / С. Н. Рыкунин, Г. В. Крылов, В. Е. Пятков ; МГУЛ. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2003. – 24 с.

24. Рыкунин, С. Н. Методы составления и расчета поставов : учеб. пособие / С. Н. Рыкунин, В. Е. Пятков ; МГУЛ. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2002. – 69 с.

25. Рыкунин, С. Н. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств : учеб. пособие / С. Н. Рыкунин, Ю. П. Тюкина, В. С. Шалаев ; МГУЛ. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2003. – 225 с.

Учебное издание

Папулова Ирина Евгеньевна

Технология лесопильных производств

Учебное пособие

Подписано к использованию 22.12.2014. Заказ № 2378.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вятский государственный университет».
610000, г. Киров, ул. Московская, 36, тел.: (8332) 64-23-56, <http://vyatsu.ru>