

Г. И. Завойских, П. А. Протас, В. Н. Лой

**ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ
НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей
1-46 01 01 «Лесоинженерное дело»,
1-36 05 01 «Машины и оборудование
лесного комплекса»**

Минск БГТУ 2010

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Г. И. Завойских, П. А. Протас, В. Н. Лой

**ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ
НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением высших учебных заведений
Республики Беларусь по образованию в области природопользования
и лесного хозяйства в качестве учебно-методического пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальностям 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело»,
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»*

Минск 2010

УДК 630*848(075.8)
ББК 43.90я7
3-13

Рецензенты:

кафедра «Новые материалы и технологии»
Института повышения квалификации и переподготовки кадров по новым
направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ
(кандидат технических наук, доцент кафедры *Д. В. Макарчук*);
кандидат сельскохозяйственных наук, генеральный директор
РУП «Белгослес» *А. П. Кулагин*

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

Завойских, Г. И.

3-13 Первичная переработка древесного сырья на лесозаготовительных предприятиях : учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело», 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» / Г. И. Завойских, П. А. Протас, В. Н. Лой. – Минск : БГТУ, 2010. – 133 с.
ISBN 978-985-434-935-0.

В пособии рассмотрены конструкции, принцип работы и технические характеристики оборудования, широко используемого на лесных складах лесозаготовительных предприятий для первичной переработки древесного сырья. Приведены методики определения основных технико-эксплуатационных показателей данного оборудования, а также освещены вопросы, касающиеся техники безопасности при его эксплуатации.

Предназначено для студентов специальностей «Лесоинженерное дело», «Машины и оборудование лесного комплекса».

УДК 630*848(075.8)
ББК 43.90я7

ISBN 978-985-434-935-0

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2010
© Завойских Г. И., Протас П. А.,
Лой В. Н., 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

В лесозаготовительном производстве фаза лесоскладских работ помимо основного потока по получению круглых лесоматериалов состоит из производств, осуществляющих первичную переработку древесного сырья, под которой понимается механическая переработка отдельных видов древесного сырья, включающая распиловку, раскалывание, удаление гнили и измельчение. На лесозаготовительных предприятиях такие производства являются дополнительными и имеют свою специфику, так как ориентированы в большей степени на низкокачественную и маломерную древесину и ограничены по объему (как правило, не более 50% годового грузооборота склада). Согласно программам спецкурсов «Технология и оборудование лесных складов», «Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ», «Оборудование лесопромышленных предприятий», студенты выполняют лабораторные работы, при проведении которых должно внимание уделяется изучению технологии и механизации перерабатывающих производств.

Настоящее учебно-методическое пособие содержит сведения о станках и установках для первичной переработки древесного сырья и охватывает основные модели оборудования, применяемого на современных лесных складах лесозаготовительных предприятий.

В пособии особое внимание уделяется конструкциям механизмов, принципам их работы, правилам эксплуатации в производственных условиях. Также приведены методики расчета производительности и определения параметров основных узлов оборудования.

Кроме того, рассматривается и оборудование для окорки, широко используемое на лесных складах при первичной обработке древесного сырья, которое, однако, входит также в комплекс перерабатывающих линий.

Пособие соответствует программам курсов «Технология и оборудование лесных складов», «Технология и машины лесосечных и лесоскладских работ» специальности «Лесоинженерное дело», курса «Оборудование лесопромышленных предприятий» специальности «Машины и оборудование лесного комплекса» и является полезным источником информации для студентов других смежных специальностей и инженерно-технических работников предприятий лесного комплекса, осуществляющих первичную переработку древесного сырья.

1. ОКОРКА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Цель занятия: ознакомление с видами и способами окорки; детальное изучение конструкций окорочных станков, применяемых на лесозаготовительных предприятиях, и правил их эксплуатации; приобретение навыков в расчетах окорочного оборудования.

Тема «Окорка древесного сырья» включает две лабораторные работы.

1.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ВИДЫ И СПОСОБЫ ОКОРКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ. РОТОРНЫЕ ОКОРОЧНЫЕ СТАНКИ

Структура отчета.

1. Понятие окорки, ее назначение.
2. Виды и способы окорки древесного сырья.
3. Устройство и принцип действия роторных окорочных станков, основные технические характеристики оборудования.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на роторных окорочных станках.
5. Расчет основных параметров роторных окорочных станков.

1.1.1. Виды и способы окорки

Окорка древесного сырья представляет собой процесс полного или частичного удаления коры. Окоряют как круглые (балансы, рудничную стойку, шпальные и пиловочные бревна), так и пиленые (шпалы) и колотые (технологическое сырье и балансы) лесоматериалы. Это способствует лучшей просушке лесоматериалов для их предохранения от гниения, поражения насекомыми, снижения массы, улучшению качества пропитки бревен антисептиками. Кроме того, благодаря окорке улучшается качество продукции химической переработки древесного сырья, более полно используются отходы лесопиления, улучшается раскрой бревен, увеличивается выход пиломатериалов, повышается производительность лесопильного оборудования, а также уменьшается интенсивность затупления и износа режущего инструмента. Окорка позволяет вовлечь в сферу производства часть лесоматериалов, заготовленных в лесах, загрязненных радионуклидами, однако данное древесное сырье подвергается окорке непосредственно на лесосеках.

Различают три *вида окорки лесоматериалов* в зависимости от их назначения – грубую, чистую и частичную (пролыску) (рис. 1.1).


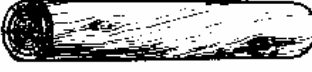
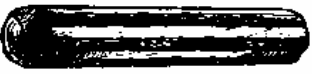



Вид окорки		Внешний вид лесоматериала
Грубая окорка		
Чистая окорка		
Частичная окорка	Продольными полосами	
	Поперечными полосами	
	Пятнами	
	С оставлением манжет	

Рис. 1.1. Виды окорки лесоматериалов

При *грубой окорке* снимается только кора и на поверхности окоряемых лесоматериалов полностью или частично остается луб, предохраняющий их от растрескивания. Грубой окорке подвергают рудничную стойку, если она в дальнейшем не пропитывается антисептиками, древесное сырье для получения некоторых видов технологической щепы, пиловочные бревна, фанерный и тарный кряж. *Чистая окорка* (полное удаление коры и луба, а при окорке экспортных лесоматериалов и камбиального слоя) необходима для балансов, используемых в целлюлозном производстве, шпал, столбов линий связи, электропередач и других лесоматериалов, обрабатываемых антисептиками. Вследствие того, что между камбием и древесиной нет ясно выраженной границы, часто под чистой окоркой понимают окорку со снятием поверхностного слоя древесины. При *пролыске* кора снимается не со всей поверхности, а полосами вдоль продольной оси окоряемых ле-

соматериалов или пятнами. Пролыска ускоряет высыхание лесоматериалов и применяется при подготовке бревен к сплаву, а также с целью предохранения лесоматериалов от повреждения грибами.

Способы и технические средства окорки. Способы окорки лесоматериалов можно разделить на *механический (фрикционный, режущий* – воздействием на поверхность лесоматериалов специальным окорочным инструментом или посредством взаимного трения лесоматериалов); *гидравлический, пневматический (струйный* – воздействие струей жидкости или газа с твердым наполнителем); *физико-химический* (нагревом камбиального слоя токами высокой частоты, электрогидравлическим ударом и др.).

Гидравлический, пневматический и физико-химический способы окорки не получили конкретного технологического применения. Окорка гидравлическими струями – наиболее разработанный из нетрадиционных способов окорки, однако энергозатраты при этом способе очень велики (мощность установок 500–800 кВт).

Наибольшее распространение получил механический способ окорки *строганием, фрезерованием, скоблением, трением.* Стругание, фрезерование и скобление обеспечивают чистую окорку лесоматериалов. При окорке посредством трения (грубая окорка) кора снимается цепями или тупыми рабочими инструментами за счет трения их о поверхность окоряемых лесоматериалов или взаимного трения кряжей.

Окорочные установки делят на установки *поштучной* (каждый кряж окоряется отдельно) и *групповой* (окорке подвергаются одновременно несколько десятков или сотен бревен или поленьев) обработки.

По *кинематике окорки* (относительному перемещению лесоматериала и окорочного инструмента) станки разделяют на продольные; поперечные и винтовые; роторные (рис. 1.2).

В *продольных станках* окорочный инструмент расположен равномерно по периметру поперечного сечения окоряемой поверхности, бревно же получает поступательное движение вдоль своей оси навстречу инструменту (либо инструмент перемещается вдоль лесоматериала). Каждый инструмент обрабатывает участок поверхности бревна в виде продольной ленты.

В *винтовых станках* бревно совершает сложное движение: вращение вокруг собственной оси с одновременным перемещением вдоль нее. Каждый инструмент обрабатывает участок поверхности бревна в виде ленты, расположенной по винтовой линии.

В *поперечных станках* бревно вращается и перемещается в направлении, перпендикулярном его оси, при этом происходит окорка ле-

соматериала на всю его длину. Каждый инструмент обрабатывает участок поверхности бревна в виде ленты, расположенной по окружности.

Способ окорки	Конструкции	Кинематика		
		Продольные	Поперечные	Роторные
Фрикционный	Скребокковые	Продольно-скребокковые 	Поперечно-скребокковые 	Роторно-скребокковые 
	Групповой обработки	Продольно-групповые 	Бункерные 	Барабанные 
Режущий	Фрезерные	Продольно-фрезерные 	Поперечно-фрезерные 	Роторно-фрезерные 
	Ножевые	Продольно-ножевые 	Поперечно-ножевые 	Роторно-ножевые 
Струйный	Гидравлические, пневматические	Продольно-гидравлические, пневматические 	Поперечно-гидравлические, пневматические 	Роторно-гидравлические, пневматические 

Рис. 1.2. Классификация окорочных станков по способу окорки, кинематике и конструкции инструмента

В *роторных станках* окорочный инструмент расположен на вращающемся полом роторе, внутри которого и соосно с ним поступательно движется окоряемое бревно. Каждый инструмент обрабатывает участок поверхности бревна в виде ленты, расположенной по винтовой линии.

Наиболее распространенными и отработанными являются способы окорки путем воздействия на поверхность лесоматериалов специальным окорочным инструментом. В качестве окорочного инструмента можно использовать *скребки, ножи, ножевые фрезы*.

Скребок состоит из резца со специально затупленной режущей кромкой или из резца с острой режущей кромкой и углом резания больше 90° . Скребок удаляет кору по камбиальному слою, если прочность последнего значительно ниже прочности поверхностного слоя древесины. При этом затупление рабочей кромки или тупой угол резания препятствуют внедрению скребка в древесину. Если прочность камбиального слоя соизмерима с прочностью древесины, то происходит послойное удаление коры, причем возможно и удаление поверхностного слоя древесины. Для нормальной окорки к скребку необходимо приложить значительную прижимающую силу, которая должна обеспечить продавливание коры рабочей кромкой. Достоинством скребкового инструмента является возможность грубой окорки при минимальных потерях древесины и высоком качестве окоренной поверхности. Однако эти достоинства реализуются только при окорке свежесрубленной и сплавной древесины при положительных температурах. При окорке подсушенной и мерзлой древесины резко снижаются производительность и качество окорки (под качеством окорки понимают отношение площади окоренных участков к площади коры до окорки), увеличиваются отходы древесины, ухудшается товарный вид.

Ножевой инструмент производит срезание слоя коры заданной толщины острым резцом с углом резания меньше 90° . Основным достоинством ножевой окорки является возможность получения высокого качества окорки без снижения производительности при окорке бревен, обработка которых скребковым инструментом затруднена. К ним относят подсушенные и мерзлые бревна, а также лесоматериалы с прочной и толстой корой. Ножами можно производить грубую и чистую окорку с хорошим качеством поверхности и зачисткой сучковых остатков одновременно с окоркой. Недостатком данного способа являются неизбежные потери древесины, которые возрастают с повышением качества окорки.

Ножевые фрезы представляют собой вращающиеся головки с закрепленными на них ножами. Фрезы обладают теми же достоинствами и недостатками, что и ножевой инструмент. Фрезы во всех случаях сложнее ножей, однако они работают, как правило, с большими ско-

ростями и малыми усилиями резания, что обеспечивает высокое качество окоренной поверхности.

Значительное влияние на процесс окорки оказывает толщина коры и ее сцепление с древесиной. Средние значения толщины коры зависят от породы и диаметра кряжа. Сцепление коры с древесиной резко снижается при увеличении влажности и возрастает с понижением температуры окружающего воздуха, кроме того, оно зависит от времени заготовки древесного сырья – в вегетационный период кора легко отделяется от древесины по камбиальному слою. Все эти факторы необходимо учитывать при выборе способов окорки.

1.1.2. Роторные окорочные станки

На лесозаготовительных предприятиях наибольшее распространение получили роторные окорочные станки для поштучной окорки круглых лесоматериалов. Установка ротора на специальном подшипнике допускает высокие скорости вращения, что вместе с возможностью расположения на роторе нескольких окорочных устройств обеспечивает сравнительно высокую производительность станков этого типа. В роторных станках может применяться любой из перечисленных типов окорочных инструментов: скребки, ножи, ножевые фрезы. Станки выпускают с одним и двумя роторами (окорочными головками). Однороторные станки с короснимателями предназначены для грубой окорки свежесрубленных, преимущественно хвойных пород, двухроторные – для окорки лесоматериалов хвойных и лиственных пород в течение всего года, в том числе и экспортных лесоматериалов.

Однороторный окорочный станок (рис. 1.3) включает: станину, окорочную головку, механизм подачи, привод ротора, привод механизма подачи, подающий конвейер, приемное транспортное устройство, механизм смазки подшипника ротора, электрооборудование и пульт управления.

Двухроторные окорочные станки более сложные по конструкции, так как дополнительно имеют вторую окорочную головку и промежуточную секцию механизма подачи. Наличие второй окорочной головки позволяет увеличить производительность станка и улучшить качество окорки.

Подающая, приемная, промежуточные секции механизма подачи, окорочные головки представляют собой самостоятельные узлы, установленные на общей станине. Подающий конвейер и приемное устройство выполняются в виде отдельных блоков.

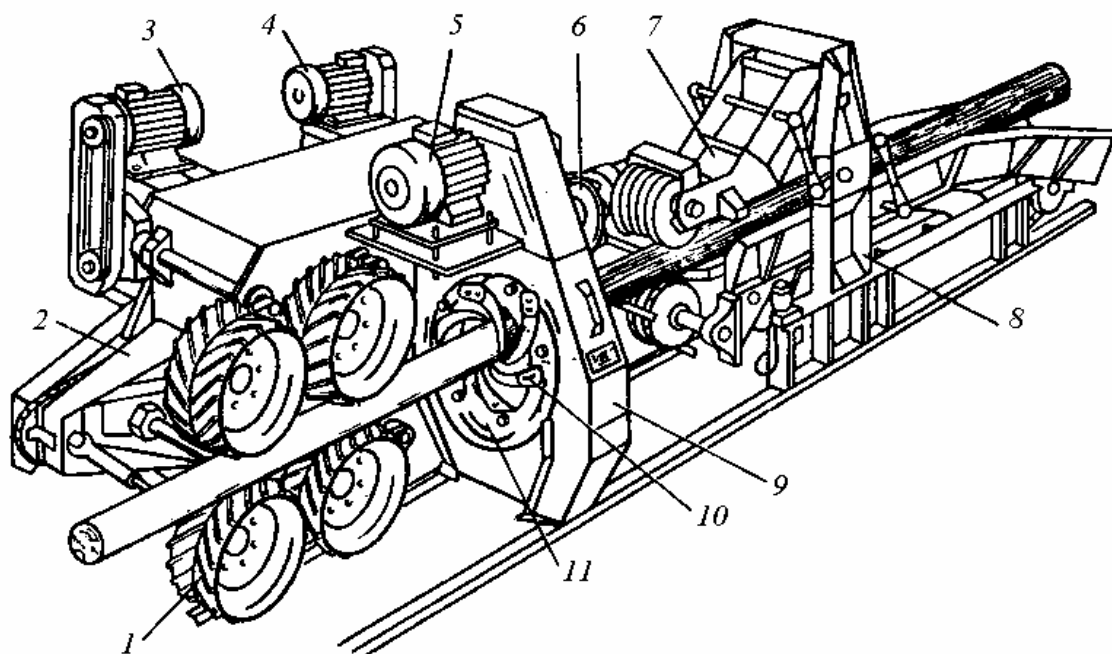


Рис. 1.3. Общий вид роторного окорочного станка: 1, 6 – вальцы приемной и подающей секций механизма подачи; 2 – станина; 3, 4 – привод приемной и подающей секций механизма подачи; 5 – привод ротора; 7 – козырек; 8 – подающий конвейер; 9 – окорочная головка; 10 – коросниматель; 11 – ротор

Станина окорочных станков представляет собой жесткую сборную конструкцию, состоящую из сварных элементов. На станине монтируются все узлы станка, кроме подающего конвейера, приемного устройства, электрошкафа и пульта. В основании станины имеются отверстия для фундаментных болтов.

Окорочная головка (короснимающий механизм) является основным технологическим узлом станка и состоит из статора, ротора, механизма окорки и ограждений. Статор представляет собой кольцевой корпус со специальными местами для крепления к станине. В статоре на двух подшипниках вращается ротор – массивное полое кольцо, на которое шарнирно крепятся рабочие органы (коросниматели, ножи). Для привода к ротору крепится шкив, внутри которого размещен механизм прижима короснимателей, обеспечивающий необходимое усилие прижима рабочих органов к поверхности бревна.

Ротор имеет угловую скорость $\omega = 10\text{--}52$ рад/с (100–500 об/мин) и несет на себе несколько окорочных инструментов (короснимателей), вращающихся вокруг бревна. Коросниматели 1 (рис. 1.4) сидят на осях 2, закрепленных на роторе 3. Окариваемый кряж 4, не вращаясь,

проходит сквозь ротор. Коросниматели прижимаются к поверхности кряжа при помощи резиновых колец 5 или стальных пружин. В этом случае усилие прижима возрастает с увеличением диаметра окашиваемого кряжа. Прижим короснимателей может также осуществляться при помощи гидро- или пневмоцилиндров. В некоторых типах роторных станков коросниматели прижимаются под действием центробежных сил, возникающих в противовесах, закрепленных на осях 2.

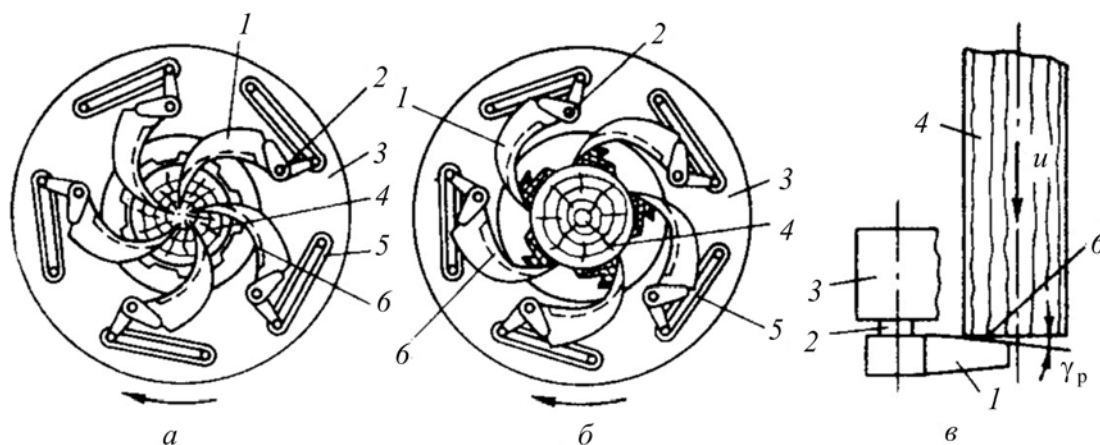


Рис. 1.4. Короснимающий механизм роторных окорочных станков: *а, б* – схемы короснимающего механизма с прижимом короснимателей резиновыми кольцами; *в* – схема взаимодействия короснимателя с кряжем при разводе

Разведение короснимателей и выход их на поверхность очередного кряжа происходит автоматически, причем каждый коросниматель разводится индивидуально независимо от остальных.

Для этой цели служит специальный элемент короснимателя – разводная кромка *б*. Она может иметь различную конфигурацию, но наиболее надежное разведение обеспечивается, если в процессе выхода на поверхность кряжа коросниматель взаимодействует с кромкой торца бревна. Для этого необходимо, чтобы разводная кромка на всем ее протяжении была наклонена от плоскости вращения ротора в направлении подачи бревна на некоторый угол γ_p , равный $5-15^\circ$ (рис. 1.4, *в*). В исходном положении (рис. 1.4, *а*) коросниматели сомкнуты и вращаются вместе с ротором. При нажатии торцом кряжа на коросниматель их разводные кромки врезаются в кромку торца и притормаживаются, вследствие этого коросниматели, поворачиваясь вокруг осей 2, разводятся и выходят на поверхность кряжа.

В некоторых конструкциях роторных окорочных станков для разведения короснимателей используют кромки, отогнутые навстречу движению кряжа. В процессе разведения они взаимодействуют с

плоскостью торца кряжа. В этом случае разведение сопровождается значительными деформациями системы коросниматель – кряж, что является причиной частых поломок короснимателей.

В большинстве конструкций короснимающих механизмов сила прижима короснимателей к поверхности окариваемого кряжа может регулироваться только при неподвижном роторе, т. е. при наладке станка. Это вызывает ряд эксплуатационных трудностей при окорке нерассортированных по диаметрам лесоматериалов разных пород с корой, имеющей различные толщину и влажность. Изменять силу прижима короснимателей, не останавливая ротор, можно, если для прижима используются пневмо- или гидроцилиндры. Сжатый воздух или рабочая жидкость поступает в цилиндры от насосной станции через регулирующую аппаратуру, расположенную около станка и дающую возможность оператору во время вращения ротора изменять давление в цилиндрах. Управляемый механизм прижима значительно расширяет возможности роторного станка, но требует установки сложного и дорогостоящего оборудования для подачи воздуха или рабочей жидкости в цилиндры, расположенные на вращающемся роторе.

Привод ротора состоит из электродвигателя и клиноременной передачи. Для изменения частоты вращения ротора используются многоскоростные электродвигатели или сменные шкивы. Электродвигатель привода ротора монтируется обычно на станине над окорочной головкой.

Скребокый окорочный инструмент отделяет кору по камбиальному или лубяному слою путем ее скалывания и отрыва.

Характер отделения коры зависит от соотношения пределов прочности на скалывание коры по слою камбия (или луба) и смятие по линии давления передней грани скребка. При непрочном лубе кора отрывается в виде непрерывной ленты, оставляя гладкую чистую поверхность древесины. При прочном сцеплении кора под действием скребка разрушается, впереди него образуется уплотненный гребень, мешающий углублению скребка до древесины; коросниматель выходит на поверхность коры, оставляя значительную часть ее нетронутой.

Основным признаком, характеризующим сцепление коры с древесиной, является влажность коры. С уменьшением влажности сцепление увеличивается, и качество окорки резко ухудшается. Лесоматериалы хорошо окариваются при влажности коры не менее 50–55%, при влажности ниже 40–45% окорку проводить затруднительно. Большое влияние на условия окорки оказывает также температура коры и наружных слоев древесины. При низкой температуре влага, на-

ходящаяся в коре и заболони, переходит в лед, в результате прочность коры оказывается равной прочности древесины, а сила сцепления возрастает в несколько раз. Поэтому мерзлая древесина очень трудно поддается окорке. Для облегчения окорки на станках с тупыми короснимателями мерзлую древесину нужно предварительно оттаять, а сухую – увлажнить.

Для получения требуемого качества окорки скребкам необходимо придать соответствующую форму, установить достаточную силу прижима к поверхности кряжа и обеспечить их воздействие на всю поверхность.

Рабочая часть скребка (рис. 1.5, а, б) обычно имеет форму клина с затупленной режущей кромкой. Угол заострения кулачка $\beta = 30\text{--}50^\circ$, радиус закругления режущей кромки $\rho = 1\text{--}3$ мм, длина контактной площадки (ширина скребка) $b = 25\text{--}60$ мм.

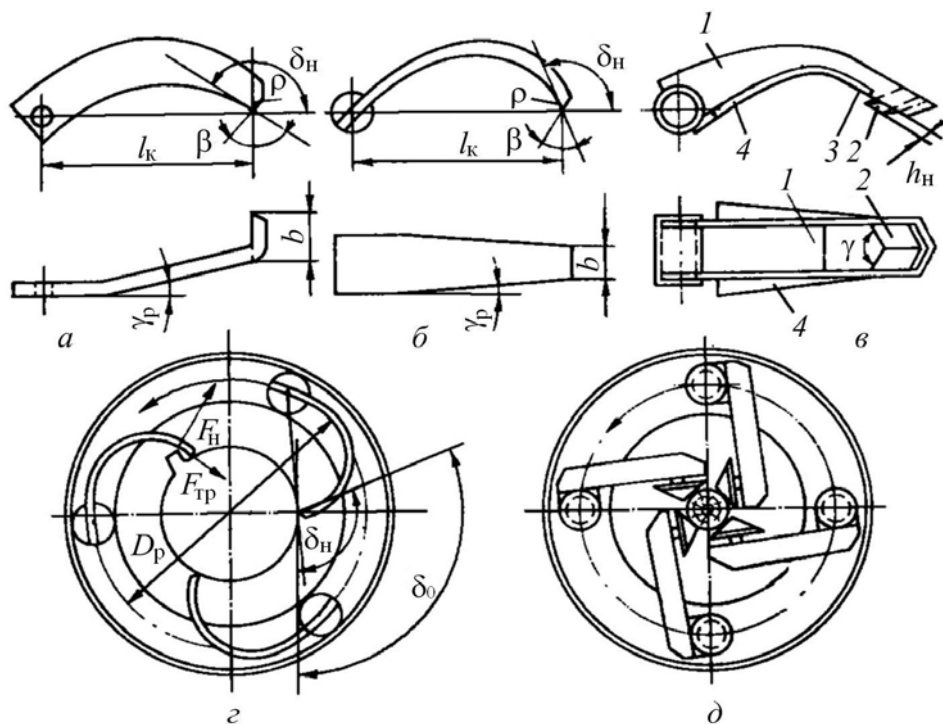


Рис. 1.5. Окорочный инструмент роторных окорочных станков: а, б – скребковый окорочный инструмент; в – ножевой окорочный инструмент; г – схема взаимодействия короснимателя с остатками сучьев; д – схема установки конических фрез на роторе станка

Радиус закругления оказывает существенное влияние на качество окорки. С уменьшением ρ улучшается окоряющая способность кулачка, но повышается опасность повреждения древесины. При окорке

сплавной и свежесрубленной древесины принимают большие значения ρ , а при окорке сухой и мерзлой древесины – меньшие. При окорке древесины с температурой ниже -10°C величину ρ снижают до 0,1–0,3 мм, при этом процесс снятия коры по камбиальному слою переходит в резание и часть древесины превращается в отходы (стружку).

Сила прижима скребка к поверхности кряжа должна составлять от 15 до 25 кН на 1 м ширины скребка. Для окорки мерзлой древесины без оттаивания эта сила должна возрасти до 30 кН/м. При увеличении давления до 35–40 кН/м начинается разрушение древесины.

Для высокого качества окорки и снятия коры со всей поверхности окариваемого кряжа необходимо, чтобы траектории, описываемые каждым скребком на поверхности кряжа, перекрывали друг друга.

Скорость подачи кряжа (м/с) определяется по формуле

$$u = \frac{b \cdot z_k \cdot \omega}{2\pi \cdot \gamma},$$

где ω – угловая скорость ротора, рад/с; b – ширина скребка, м; z_k – число одноименных короснимателей на роторе; γ – коэффициент перекрытия (для нормальных условий $\gamma = 2$, при окорке мерзлой древесины $\gamma = 3$ –5).

Мощность (Вт), необходимая для приведения в действие ротора, определяется по формуле

$$N_p = \frac{z_k \cdot P_p \cdot v + G_p \cdot \mu_n \cdot v_n}{\eta_p},$$

где P_p – сила сопротивления окорке на одном короснимателе, Н; v – скорость резания короснимателем, м/с; G_p – вес ротора, Н; μ_n – коэффициент трения в подшипнике ротора; v_n – окружная скорость подшипника ротора, м/с; η_p – КПД передачи от двигателя к ротору.

Скорость резания короснимателем определяется из выражения

$$v = \sqrt{v_1^2 + u^2},$$

где v_1 – окружная скорость короснимателя.

В связи с тем, что величина v_1 во много раз превышает u , практически можно считать, что $v = v_1$, следовательно,

$$v = 0,5 d_k \cdot \omega,$$

где d_k – диаметр окариваемого кряжа, м.

Окружная скорость подшипника ротора равна $v_{\pi} = 0,5 D_{\pi} \cdot \omega$, где D_{π} – диаметр подшипника ротора, м.

Сила сопротивления окорке на одном короснимателе состоит из усилия, затрачиваемого на отделение коры и силы трения:

$$P_p = k_0 \cdot b_0 + F_{\pi} \cdot \mu_k,$$

где k_0 – линейное сопротивление окорке на 1 м ширины снимаемой полосы коры, Н/м (для свежесрубленной сосны $k_0 = 3\text{--}4$ кН/м); b_0 – ширина полосы коры, снимаемой одним короснимателем, м; F_{π} – усилие прижима короснимателя к поверхности кряжа, Н; μ_k – коэффициент трения короснимателя о древесину, $\mu_k = 0,18\text{--}0,2$.

$$b_0 = \frac{2\pi \cdot u}{\omega \cdot z_k}.$$

Таким образом, мощность для привода ротора равна

$$N_p = \frac{\pi k_0 \cdot u \cdot d_k + 0,5\omega(z_k \cdot F_{\pi} \cdot \mu_k \cdot d_k + G_p \cdot \mu_{\pi} \cdot D_{\pi})}{\eta_p}.$$

Установленную мощность двигателя привода ротора выбирают по мощности, требуемой для окорки наиболее толстых кряжей с максимальной скоростью подачи.

Ножевой окорочный инструмент представляет собой коросниматель, на конце которого установлены один или несколько острых резцов. Конструкции ножевого инструмента различают по числу режущих кромок, их очертаниям, взаимному положению и расположению относительно обрабатываемого кряжа.

Ножевой коросниматель (рис. 1.5, в) состоит из державки 1, разводной кромки 4, копира-ограничителя 3 и ножа 2. Нож имеет две основные и одну вспомогательную режущие кромки. Основные режущие кромки, непараллельные оси ротора, расположены в плоскости, параллельной копирующей поверхности. Угол между основными режущими кромками составляет $\gamma = 140\text{--}160^\circ$. Вспомогательная режущая кромка служит для перерезания волокон коры и древесины. Толщину срезаемого слоя коры и древесины, называемую глубиной окорки H_0 , регулируют выпуском ножа h_n относительно копира-ограничителя.

Отличительной особенностью рассматриваемого ножевого инструмента является его способность производить резание вдоль волокон при движении ножа в направлении поперек волокон. Тем самым обес-

печивается получение гладкой окоренной поверхности, соответствующей требованиям к окорке экспортных балансов и других лесоматериалов, для которых регламентируется товарный вид продукции.

Ножевой инструмент можно использовать как для одностадийной, так и для двухстадийной окорки. Одностадийную окорку целесообразно применять для обработки подсушенных и мерзлых бревен, а также лесоматериалов с прочной и толстой корой. Двухстадийную окорку – для экспортных балансов, пропсов, столбов, шпального кряжа и др. В этих случаях на первом этапе производится удаление коры по камбиальному слою скребковым инструментом, а на втором этапе ножевым инструментом производится удаление остатков коры, сучьев и камбиального слоя. Ножевой инструмент на роторных станках можно использовать для зачистки сучковых остатков без окорки. Для этих целей целесообразно применять ножи, лезвие которых параллельно оси ротора.

Применение ножевого инструмента значительно расширяет возможности роторных окорочных станков, поэтому конструкция роторного станка должна предусматривать возможность замены скребкового инструмента на ножевой без существенной переналадки самого станка. Роторные станки для чистой окорки целесообразно делать двухроторными с установкой на первом скребкового, а на втором ножевого инструмента.

С учетом затрат энергии на трение копира о поверхность бревна и трения в подшипнике ротора **мощность** привода ротора при ножевой окорке на роторных станках определяется по формуле

$$N_p = \frac{\pi k \cdot u \cdot d_k H_0 + 0,5 \omega (z_k \cdot F_{\text{п}} \cdot \mu_k \cdot d_k + G_p \cdot \mu_{\text{п}} \cdot D_{\text{п}})}{\eta_p},$$

где k – удельная работа резания, Дж/м³ (при срезании коры и частично древесины $k = 5-7$ МДж/м³, при срезании поверхностного слоя древесины $k = 10-12$ МДж/м³); H_0 – глубина окорки (толщина срезаемого слоя), м; μ_k – коэффициент трения скольжения копира о древесину.

Сила резания определяется по формуле

$$P_p = \frac{2\pi k \cdot u \cdot H_0}{z_k \cdot \omega}.$$

Роторные фрезерные станки можно оснащать цилиндрическими или коническими фрезами. Чаще всего на роторных станках фрезы имеют вид плоско-конических дисков (рис. 1.5, д), несущих на себе

ножи с прямолинейной режущей кромкой. Ножи выступают над поверхностью диска, который является копиром-ограничителем. При вращении фрезы каждый нож срезает стружку переменного сечения. Максимальная толщина стружки соответствует выпуску ножей над поверхностью диска. Глубина окорки превышает толщину стружки.

Плоскоконические фрезы производят резание коры и древесины вдоль волокон при высоких скоростях резания, поэтому обеспечивается гладкая окоренная поверхность и хороший товарный вид. Это обстоятельство определило область применения роторных фрезерных станков для чистой окорки балансов, столбов и шпальных кряжей.

Недостатком роторных фрезерных станков является обратно пропорциональная зависимость глубины окорки от диаметра окашиваемого кряжа. При окорке бревен различных диаметров выпуск ножей должен быть таким, при котором глубина окорки равна толщине коры на бревнах максимального диаметра. При окорке бревен меньших диаметров глубина окорки увеличивается, что вместе с уменьшением толщины коры (ее можно считать прямо пропорциональной диаметру кряжа) приводит к значительным потерям древесины при окорке. Кроме того, фрезерный окорочный инструмент во всех случаях значительно сложнее ножевого, поэтому применение роторных фрезерных станков оправдано лишь тогда, когда по каким-либо причинам не могут быть применены ножевые станки.

Подающие механизмы на роторных окорочных станках должны выполнять следующие функции: осуществлять продольную подачу кряжа, центрировать кряж относительно оси ротора, не допускать проворачивания кряжа под действием усилия окорки. В роторных окорочных станках наиболее распространены вальцовые подающие механизмы. Они бывают трех- и четырехвальцовые.

В трехвальцовом механизме (рис. 1.6, а) оси поворота рычагов вальцов перпендикулярны плоскости вращения ротора и расположены в вершинах равностороннего треугольника. Вальцы 2 прижимаются к поверхности окашиваемого кряжа при помощи пружины 1. Между собой вальцы связаны тягами 3, благодаря чему они разводятся на строго одинаковую величину и окашиваемые кряжи любых диаметров оказываются сцентрированными относительно оси ротора. Четырехвальцовый механизм (рис. 1.6, б) состоит из пары вертикальных 5 и пары горизонтальных вальцов 2, прижимаемых к поверхности окашиваемого кряжа 1 при помощи пружины 7. Зубчатые секторы 4, связанные с рычагами 3, обеспечивают расхождение вальцов на одинаковую величину от оси ротора б.

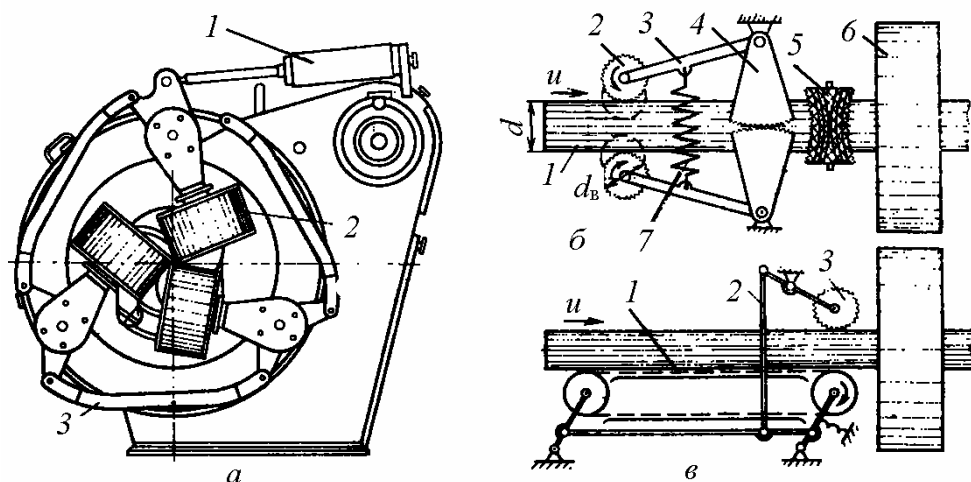


Рис. 1.6. Подающие механизмы роторных окорочных станков:
a – трехвальный; *б* – четырехвальный; *в* – центрирующий транспортер

В механизмах подачи с четырьмя и более вальцами седлообразной формы (рис. 1.3) вальцы располагаются только горизонтально и прижимаются к поверхности бревна пружинами. Рычаги вальцов снабжены устройствами, обеспечивающими разведение вальцов на одинаковую величину от оси ротора. Центрирование в горизонтальной плоскости осуществляется за счет седлообразной формы вальцов.

В качестве подающего механизма также может применяться подпружиненный транспортер *1* (рис. 1.6, *в*), работающий совместно с вальцом *3*. Тяга *2*, соединяющая рычаг вальца с рамой транспортера, обеспечивает центрирование кряжа.

Подача на роторных окорочных станках может также производиться гусеничным подающим механизмом. Он состоит из двух гусениц, сблокированных между собой зубчатыми секторами.

Для надежного захватывания подаваемого кряжа вальцами и саморазведения вальцов диаметр последних $d_{\text{в}}$ должен удовлетворять следующему неравенству: $d_{\text{в}} > d_{\text{max}} - a$, где d_{max} – наибольший диаметр окариваемых кряжей; a – расстояние между образующими сведенных вальцов (всегда меньше наименьшего диаметра окариваемого кряжа).

Вальцы на станке расположены до ротора (подающий механизм) и за ним (извлекающий механизм). От расстояния между подающими и извлекающими вальцами зависит минимальная длина кряжей, которые могут быть пропущены через окорочный станок. Подающие и извлекающие вальцы должны зажимать окариваемый кряж с такой силой, чтобы не допустить его вращения под действием усилий окорки. Это условие обеспечивается при соблюдении неравенства

$$m_B \cdot Q_B \cdot \mu_B > z_K P_p,$$

где m_B – минимальное число вальцов, удерживающих наиболее короткий кряж; Q_B – сила прижима вальца к окориваемому кряжу; μ_B – коэффициент сцепления вальца с кряжем; z_K – число короснимателей, взаимодействующих с кряжем; P_p – сопротивление окорке на одном короснимателе.

Кроме силы сопротивления окорке на коросниматель действует перпендикулярная ей сила сопротивления подачи

$$P_u = P_p \cdot \operatorname{tg} \theta = P_p \cdot u / v,$$

где θ – угол подъема винтовой линии следа короснимателя на поверхности бревна.

Привод механизма подачи окорочных станков состоит из электродвигателя, редуктора, зубчатых, цепных, ременных передач, включающих в себя муфты, коробки передач, сменные шкивы.

Мощность привода подачи определяется по формуле

$$N_u = \frac{P_u \cdot u}{\eta_u} = \frac{P_p \cdot u^2}{v \cdot \eta_u},$$

где η_u – КПД передачи от двигателя к вальцам.

Мощность привода подачи должна быть достаточной (с учетом перегрузочной способности двигателя) для разведения короснимателей и выхода их на поверхность бревна

$$N_{уст} \geq \frac{z_K \cdot P_{p1} \cdot u}{k_{пер}},$$

где P_{p1} – усилие подачи, необходимое для разведения одного короснимателя; $k_{пер}$ – коэффициент перегрузочной способности двигателя, $k_{пер} = 1,8-2$.

Механизм смазки подшипника ротора предназначен для подачи масла в главный подшипник ротора. Он включает в себя гидробак, гидронасос, фильтры, дроссель, клапаны и трубопроводы. Количество масла, поступающего в подшипник ротора, регулируется дозирующим устройством, установленным в напорной магистрали на статоре окорочной головки. Некоторые станки не имеют механизма для принудительной подачи масла, и оно поступает в подшипники ротора самотеком.

Подающий конвейер цепной или роликовый. Он предназначен для подачи бревна в станок и его предварительного центрирования по оси станка. Весь конвейер или его отдельные ролики имеют пружинную

подвеску и опускаются под действием массы бревна, которая зависит от его диаметра. Таким образом, осуществляется предварительное центрирование бревна по оси станка.

В некоторых моделях станков на лотке конвейера сверху установлен козырек, который шарнирно связан с лотком. Поступающее на конвейер бревно зажимается между цепью конвейера и козырьком, центрируется и подается в вальцы механизма подачи. Подающий конвейер, как правило, приводится от привода механизма подачи станка через цепную передачу.

Приемное транспортное устройство представляет собой подпружиненный ролик, лоток, лоток с роликом, цепной или роликовый конвейер. Устройство предназначено для удержания окариваемого бревна по оси станка и транспортировки его после обработки к следующему механизму. Приемное устройство приводится от привода механизма подачи станка через цепную передачу или выполняется неприводным.

Электрооборудование и аппаратура управления станка включает электродвигатели, электрошкаф, электроблокировки и пульт управления. На пульте управления расположены кнопки и переключатели для управления окорочным станком и связанными с ним механизмами.

Производительность роторного окорочного станка определяется состоянием окариваемых лесоматериалов (сухие, мерзлые, сплавные, свежесрубленные) и их средним диаметром. Предельные значения производительности станка одной и той же марки могут отличаться в несколько раз, поэтому в каждом отдельном случае производительность следует рассчитывать исходя из конкретных условий работы.

Производительность можно определить по формуле

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot u \cdot V_{\text{кр}}}{l_{\text{кр}}},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; φ_2 – коэффициент загрузки станка; u – скорость подачи кряжа, м/с; $V_{\text{кр}}$ – средний объем кряжей, м³; $l_{\text{кр}}$ – средняя длина обрабатываемых кряжей, м.

Конструкции роторных окорочных станков.

Окорочный станок **ОК-35М** предназначен для окорки рудничной стойки и балансов длиной 1,5–6,5 м и диаметром от 7 до 30 см. Угловая скорость ротора 45 рад/с, диаметр просвета ротора 0,35 м. Скорость продольной подачи кряжа 0,4–0,6 м/с, мощность привода станка 21 кВт. Производительность станка составляет 8–13 м³/ч, масса – 3325 кг.

Станок ОК-35М (рис. 1.7) с кольцевой (роторной) головкой имеет станину, статор и ротор. Станина станка несет на себе статор с ротором и привод. На роторе шарнирно укреплены пять короснимателей, конструкция которых показана на рис. 1.5, *a*. Для продольного перемещения кряжа применяются два трехвальцовых механизма (рис. 1.6, *a*), которые располагаются на статоре по обе его стороны. Вальцы крепятся к статору шарнирно, каждый из них приводится в движение парой конических зубчатых колес и общей цепной передачей. Вальцы соединены между собой тягами, под действием которых они поворачиваются все одновременно на одинаковый угол в зависимости от диаметра окоряемого кряжа, обеспечивая его центрирование. Прижим вальцов к поверхности кряжа осуществляется резиновыми кольцами с масляным демпфером, смягчающим удар при сходе вальцов с кряжа.

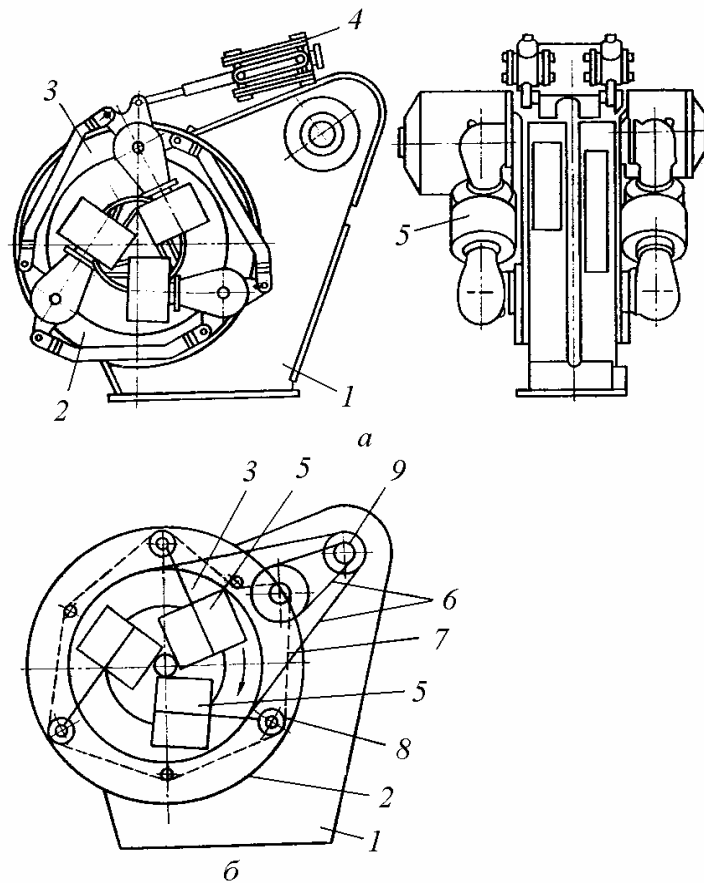


Рис. 1.7. Роторный окорочный станок ОК-35М: *a* – общий вид; *б* – кинематическая схема привода; 1 – станина; 2 – статор; 3 – ротор; 4 – прижим вальцов; 5 – питающие вальцы; 6 – клиноременная передача; 7 – цепная передача; 8 – коническая зубчатая передача; 9 – ведущий вал

На рис. 1.8 приведена кинематическая схема привода ножевого ротора и механизма подачи. Ножевой ротор *1* приводится во вращение от электродвигателя *13* через клиноременный шкив *12*, установленный на валу двигателя. С этого шкива вращение через клиноременную передачу передается на шкив ротора.

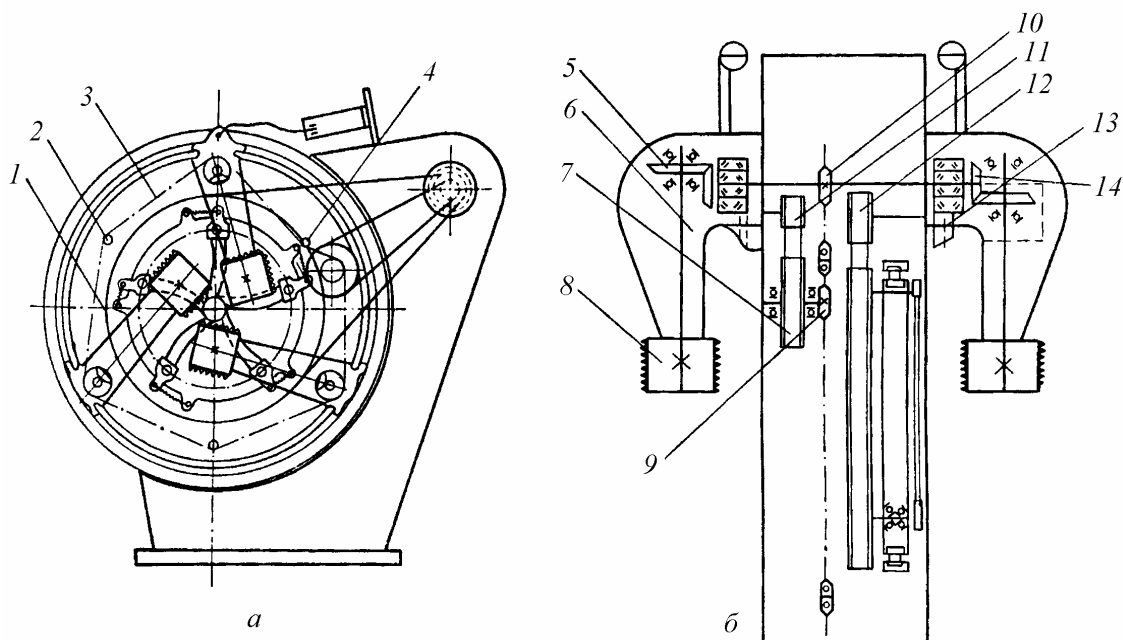


Рис. 1.8. Кинематическая схема окорочного станка ОК-35М: *а* – механизм привода ротора; *б* – механизм подачи

Привод механизма подачи осуществляется от двухскоростного электродвигателя. Через клиноременные шкивы *11* и *7* движение передается на приводную звездочку *9*, а от нее бесконечной цепью *3* – трем приводным звездочкам *10*.

От этих звездочек через конические шестерни *14* и *5* приводятся во вращение ролики (рябухи) *8*. Для нормальной работы цепи предусмотрены две поддерживающие звездочки *2* и одна натяжная *4*. Вальцы установлены на коленообразных рычагах *6*.

Разновидностью станка ОК-35М является станок **ОК-35К**, предназначенный для окорки короткомерных сортиментов длиной от 0,8 до 6 м. Механизм продольного перемещения кряжей в этом станке имеет по два ряда вальцов с каждой стороны, угловая скорость вращения ротора 21 рад/с, скорость перемещения кряжей 0,13–0,70 м/с. Производительность станка составляет 7–12 м³/ч. Остальные параметры аналогичны станку ОК-35М.

Станок **ОК-36** также предназначен для окорки тонкомерных сортиментов. На его роторе имеются четыре короснимателя и четыре ножа для зачистки сучьев. Коросниматели и ножи прижимаются к поверхности окоряемых бревен с помощью специальных гидроцилиндров, вмонтированных вместе с гидроприводом во вращающийся ротор. Механизм продольного перемещения лесоматериалов – гусеничный. Угловая скорость вращения ротора 37 рад/с, скорость продольной подачи кряжей 0,15–0,40 м/с. Мощность привода станка 28 кВт.

Роторный окорочный станок **ОК-66М** имеет такое же устройство, как и станок ОК-35М. Он применяется для окорки бревен длиной от 3 до 7,5 м и диаметром 10–58 см. Угловая скорость ротора 20 рад/с, диаметр просвета ротора 0,66 м. Скорость продольной подачи бревен от 0,1 до 0,7 м/с, мощность привода 38 кВт. Производительность станка составляет 15–25 м³/ч, масса – 8070 кг.

Станок **ОК-40М**, в отличие от станка ОК-66М, имеет две окорочные головки, одна из них с пятью короснимателями предназначена для снятия коры, а другая с четырьмя зачистными ножами – для зачистки сучьев. Вместо зачистных ножей можно также устанавливать коросниматели, в этом случае окоренная поверхность получается более чистой. Роторы станка вращаются в противоположных направлениях. На станке можно окорять балансы и рудничную стойку длиной 1,5–7,5 м, диаметром от 6 до 35 см. Частота вращения роторов 5,8 с⁻¹, скорость продольной подачи лесоматериалов 0,2–1,2 м/с. Общая мощность приводов 29,7 кВт.

Станки **ОК40-1, ОК63-1, ОК80-1** (рис. 1.9) выполнены по одной схеме на основе конструктивного их подобия по общей компоновке и унификации основных узлов. Они имеют: роторную окорочную головку с короснимателями; подающий и приемный двухцепные транспортеры с подпружиненными роликами на концах; механизм продольного перемещения окоряемых лесоматериалов, представляющий собой попарно расположенные впереди и сзади головки питающие вальцы с прижимно-центрирующим устройством, обеспечивающим совпадение продольной оси лесоматериала с осью вращения окорочной головки. В зависимости от требований, предъявляемых к чистоте поверхности окоренных лесоматериалов, эти станки могут иметь одну или две роторные головки, первая головка предназначена для грубой окорки, вторая – для зачистки остатков сучьев и чистой окорки лесоматериалов. Поверхность питающих вальцов имеет шевроны, обеспечивающие надежное сцепление с поверхностью окоряемых материалов и надрезание коры.

Окорочная головка у этих станков выполнена в виде отдельного механизма с индивидуальным приводом. В отличие от станков ОК-35М и ОК-66М прижим короснимателей осуществляется металлическими пружинами.

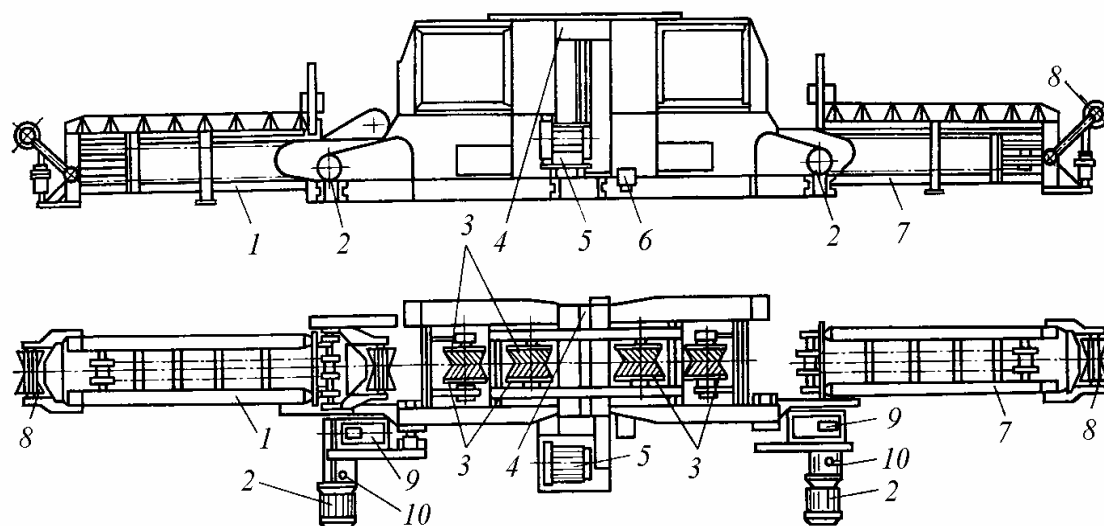


Рис. 1.9. Схема роторных окорочных станков ОК40-1, ОК63-1 и ОК80-1:

1 – подающий двухцепной транспортер; 2 – трехскоростные электродвигатели; 3 – вальцовый механизм продольного перемещения лесоматериалов; 4 – окорочная роторная головка; 5 – двухскоростной электродвигатель; 6 – насосная станция; 7 – приемный двухцепной транспортер; 8 – подпружиненный ролик; 9 – редуктор; 10 – коробка скоростей

Окорочные станки унифицированной гаммы ОК40-1, ОК63-1, ОК80-1 не имеют принципиальных конструктивных отличий, но каждый из них предназначен для окорки бревен определенных диаметров.

Станок **ОК40-1** применяют для окорки балансов и рудничной стойки диаметром от 6 до 35 см и длиной 1,5–6,5 м. Диаметр просвета ротора 0,4 м, частота вращения ротора 4–6 с⁻¹. Станок имеет 8 короснимателей и 2 надрезающих ножа. Скорость продольной подачи кряжа 0,2–1,2 м/с, мощность привода станка 37,1 кВт. Производительность станка составляет 10–15 м³/ч, масса – 10500 кг. В станке ОК40-1 могут быть установлены три ряда рабочих органов: ножи для надрезания коры, скребковый инструмент, ножевой окорочный инструмент.

Станок **ОК63-1** применяют для окорки круглых лесоматериалов диаметром от 10 до 55 см и длиной 2,7–7,5 м. Диаметр просвета ротора 0,63 м, частота вращения ротора 2,5–3,6 с⁻¹. Станок имеет 5 короснимателей и 2 надрезающих ножа. Скорость продольной подачи кряжа

0,2–1,0 м/с, мощность привода станка 37,1 кВт. Производительность станка составляет 25–30 м³/ч, масса – 14 100 кг.

Станок **ОК80-1** применяют для окорки круглых лесоматериалов диаметром от 14 до 70 см и длиной 2,7–7,5 м. Диаметр просвета ротора 0,8 м, частота вращения ротора 2,5–3,4 с⁻¹. Станок имеет 6 короснимателей и 6 надрезающих ножей. Скорость продольной подачи кряжа 0,2–1,0 м/с, мощность привода станка 71,1 кВт. Производительность станка составляет 25–35 м³/ч, масса – 20 670 кг.

Окорочный станок **ОК100-1** предназначен для окорки крупномерных сортиментов длиной от 2,7 м и диаметром от 20 до 90 см и существенно отличается от остальных станков. Главной его особенностью является автоматическая установка окорочной головки по оси окашиваемого бревна. В станке применена автоматическая система управления механизмом центрирования окорочной головки относительно оси окоряемого лесоматериала, а также прижимными вальцами, расположенными наклонно с двух сторон бревна. Частота вращения ротора 2,5 с⁻¹, скорость продольной подачи ступенчатая 0,10–0,75 м/с. Станок имеет 6 короснимателей и 2 надрезающих ножа. Мощность электродвигателей – 90,3 кВт.

В настоящее время в Российской Федерации выпускают станки новой унифицированной гаммы: однороторные ОК40-2, ОК63-2, ОК80-2, ОК100-2 и двухроторные 2ОК40-1, 2ОК63-1, 2ОК80-1.

Технические характеристики однороторных окорочных станков приведены в таблице.

Таблица

Технические характеристики однороторных окорочных станков

Показатель	Марка станка			
	ОК40-2	ОК63-2	ОК80-2	ОК100-2
Диаметр просвета ротора, м	0,40	0,63	0,80	1,0
Длина лесоматериалов, м	1,5–6,5	2,7–7,5	2,7–7,5	2,7–20,0
Диаметр лесоматериалов, см	6–35	10–55	12–70	15–90
Допустимая кривизна бревен, %	3	3	3	3
Скорость подачи, м/с	0,2–1,2	0,2–1,0	0,2–1,2	0,2–0,75
Число короснимателей	6	6	6	6
Число коронадрезателей	3	3	3	3
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	200; 270; 400	150; 200; 300	150; 200	110; 160
Количество электродвигателей	3	4	4	7
Установленная мощность, кВт	38	50	87	120
Производительность, м ³ /ч	17	33	57	75
Масса, кг	7 300	9 840	16 120	26 500

Окорочный станок **2ОК40-1**, в отличие от станка ОК40-2, имеет две окорочные головки и применяется для окорки круглых лесоматериалов длиной 2,5–6,5 м. Дополнительно станок имеет три зачистных ножа. На станке установлены четыре электродвигателя общей мощностью 56 кВт. Производительность станка составляет 21 м³/ч, масса – 9600 кг.

Окорочный станок **2ОК63-1**, в отличие от станка ОК63-2, также имеет две окорочные головки и дополнительно три зачистных ножа. На станке установлены пять электродвигателей общей мощностью 75 кВт. Производительность станка составляет 42 м³/ч, масса – 13 000 кг.

Двухроторный окорочный станок **2ОК80-1**, в отличие от станка ОК80-2, имеет пять электродвигателей общей мощностью 137 кВт. Производительность станка составляет 71 м³/ч, масса – 23 000 кг.

На лесозаготовительных предприятиях находят применение финские окорочные станки, выпускаемые АО «Валлон Конне»: VK 26MX для окорки бревен; VK 26SMX, VK 32SX, VK 450 и другие для окорки бревен и хлыстов, а также шведские станки типа «Камбио».

Станок **VK 450** выполнен по схеме, приведенной на рис. 1.3, имеет ротор с 6 ножами, которые прижимаются гидравлически с помощью быстродействующих предварительно растянутых резиновых пружин. Шарикоподшипник ротора смазывается автоматически. Подающий транспортер при помощи гидросистемы центрирует бревно по его диаметру. Механизм подачи состоит из взаимно синхронизированных верхних и нижних пар подающих вальцов, продолжающих центрирование бревна после подающего транспортера. Рабочее давление каждой пары подающих вальцов регулируется бесступенчато. Открытие верхних и нижних вальцов синхронизировано промежуточными штангами. Специальные, сконструированные при помощи ЭВМ коросниматели со сменными твердосплавными режущими пластинками легкодоступны при обслуживании.

Станок обрабатывает бревна хвойных и лиственных пород диаметром от 8 до 47 см и длиной от 2 м. Скорость подачи 0,58–1,33 м/с. Потребляемая мощность около 78,2 кВт, в том числе: привод ротора – 45 кВт, привод механизма подачи – 2 электродвигателя по 11 кВт, подающий транспортер – 11 кВт, насос смазки ротора – 0,18 кВт. Масса станка с подающим транспортером составляет 10 080 кг.

Станок **VK 26MX** работает в полностью автоматическом режиме, применять его рекомендуется на предприятиях с годовым объемом переработки до 100 тыс. м³. Подпружиненные коросниматели имеют гидравлически регулируемую силу прижима. Станок обрабатывает

бревна диаметром от 8 до 62 см и длиной от 1,8 м. Скорость подачи до 0,83 м/с. Потребляемая мощность около 52,5 кВт, в том числе: привод ротора – 45 кВт, привод механизма подачи – 7,5 кВт. Масса станка с подающим транспортером составляет 8600 кг.

Станки типа «Камбио» существенно различаются по конструкции от станков фирмы АО «Валлон Конне» и выполнены аналогично станкам ОК-66М и ОК-35М.

Станок **Камбио 70-35АА** предназначен для окорки лесоматериалов длиной от 2 м и диаметром от 5 до 35 см. Частота вращения ротора $7,3 \text{ с}^{-1}$, скорость продольной подачи кряжа 0,5–0,8 м/с, мощность привода станка 19 кВт, масса 1300 кг.

Станок **Камбио 85-66А** предназначен для окорки лесоматериалов длиной от 3 м и диаметром от 10 до 65 см. Частота вращения ротора $3,7 \text{ с}^{-1}$, скорость продольной подачи кряжа 0,60–1,05 м/с, мощность привода станка 55,3 кВт, масса 5500 кг.

Станок **Камбио 70-86АА** предназначен для окорки лесоматериалов длиной от 3,5 м и диаметром от 12 до 86 см. Частота вращения ротора $2,5 \text{ с}^{-1}$, скорость продольной подачи кряжа 0,2–0,4 м/с, мощность привода станка 60 кВт, масса 12 800 кг.

Контрольные вопросы

1. Понятие и назначение окорки лесоматериалов.
2. Виды, способы и технические средства окорки.
3. Охарактеризуйте окорочный инструмент.
4. Какие основные узлы включает роторный окорочный станок?
5. Принцип работы роторного окорочного станка.
6. Как найти мощность, необходимую для привода ротора?
7. Типы и принцип работы подающих механизмов.
8. Как найти мощность привода подачи?
9. Запишите формулу расчета производительности роторных окорочных станков.
10. Принцип работы, применение и особенности конструкции одно- и двухроторных окорочных станков.
11. Марки роторных окорочных станков.
12. Какие станки входят в унифицированную гамму, в чем их отличия?
13. Приведите основные технические характеристики роторных окорочных станков.
14. Назовите конструктивные отличия станков ВК и «Камбио».

1.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НОЖЕВОЙ И ФРЕЗЕРНОЙ ОКОРКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ. ГРУППОВАЯ ОКОРКА

Структура отчета.

1. Виды окорочного оборудования для ножевой и фрезерной окорки лесоматериалов, его назначение.
2. Устройство и принцип действия ножевых и фрезерных окорочных станков, основные технические характеристики оборудования.
3. Достоинства и недостатки различных типов станков.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на окорочных станках.
5. Расчет основных параметров ножевых и фрезерных окорочных станков.

1.2.1. Ножевые окорочные станки

Продольные ножевые окорочные станки предназначены для грубой окорки рудничной стойки и бревен свежесрубленной, мерзлой и сухой древесины с одновременной зачисткой сучьев высотой до 3 см и диаметром до 5 см. Режущий механизм этих станков состоит из нескольких ножей 2 (рис. 1.10, а), объединенных в ножевую головку и прижимаемых пружинами 1 к поверхности окариваемого кряжа 3. Толщина срезаемой стружки ограничивается копирами 5. Четырехзвенный механизм 4 обеспечивает постоянную глубину окорки при изменении диаметра кряжа. Разводятся ножи торцом движущегося кряжа при помощи рычагов копилов 5, образующих воронку. Число ножей зависит от назначения станка: для снятия коры со всей поверхности кряжа применяют две последовательно установленные ножевые головки, каждая из которых имеет по несколько ножей. Вторая головка повернута относительно первой на 45° (при четырех ножах), что обеспечивает полное перекрытие ножами всей поверхности окариваемого кряжа. Для пролыски достаточно одной ножевой головки, несущей три – четыре ножа.

Копир обычно устанавливают так, чтобы резание происходило по камбиальному слою; при увеличении толщины стружки начинает срезаться также и слой древесины. Одновременно с окоркой ножи зачищают сучья.

Для грубой окорки на станках строгающего типа можно применять также ножи 1 звездчатой формы (рис. 1.10, б), свободно сидящие

на концах подпружиненных рычагов 2. При встрече с сучками, наплывами или другими препятствиями ножи поворачиваются вокруг своих осей, «перешагивая» это препятствие.

Подачу (проталкивание) кряжа сквозь режущий механизм 2 могут производить упоры 1 (рис. 1.10, в), закрепленные на непрерывно движущейся цепи подающего транспортера 3. Окоренный кряж из режущего механизма в этом случае выталкивается передним торцом следующего кряжа.

Другим типом подающего механизма (рис. 1.10, г) является толкатель 1, получающий через шатун 6 возвратно-поступательное движение от непрерывно движущейся цепи 4. Кряж, упираясь в головку толкателя 1, центрируется за счет ее скосов и надвигается в режущий механизм 2 до тех пор, пока упор зубчатой рейки 5 не упрется в амортизатор ограничителя 3. Окоренный кряж из режущего механизма 2 в этом случае выталкивается штангой 8, выдвигаемой (при помощи шестерни 7) из толкателя 1 при упоре зубчатой рейки 5 в ограничитель 3, при этом скорость движения штанги 8 оказывается в 2 раза большей, чем скорость толкателя 1.

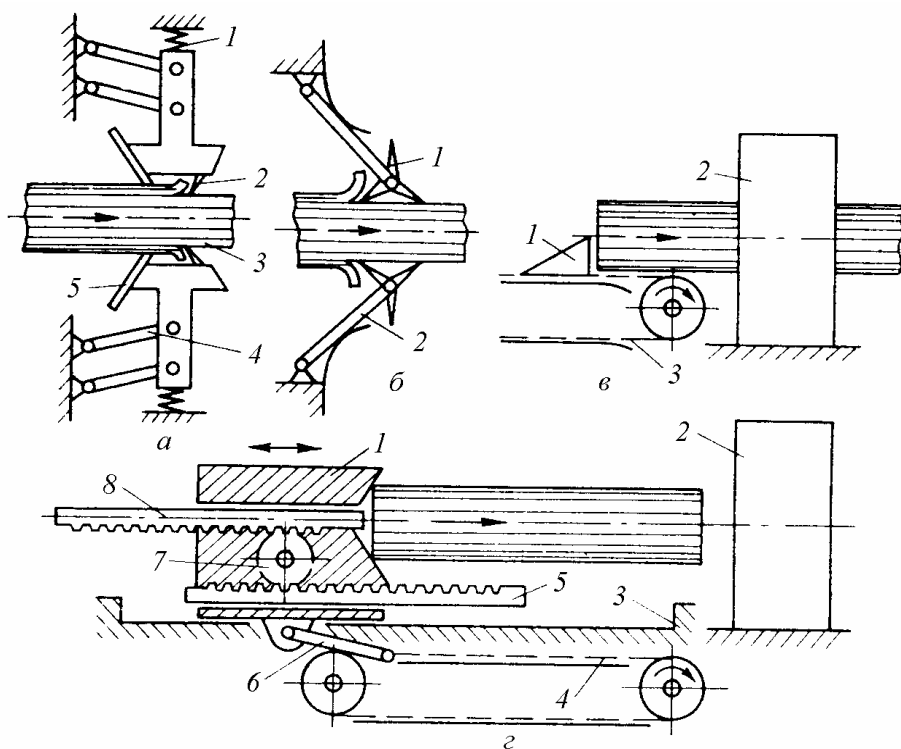


Рис. 1.10. Продольные ножевые окорочные станки: а – режущий механизм с плоскими ножами; б – режущий механизм со звездчатыми ножами; в – подающий механизм с упором; г – подающий механизм с толкателем

После остановки толкатель l возвращается в исходное положение, противоположным концом штанги 8 упирается в ограничитель и через шестерню 7 возвращает зубчатую рейку 5 в исходное положение.

Мощность и сила резания в продольных ножевых окорочных станках определяются по формулам:

$$N_p = \frac{(z_k \cdot k \cdot b \cdot H_0 + P_T) \cdot v}{\eta_p},$$

$$P_T = z_k \cdot k \cdot b \cdot H_0,$$

где z_k – число ножей; k – удельная работа резания, Дж/м³; b – ширина стружки, снимаемой одним ножом, м; H_0 – толщина срезаемого слоя коры и древесины, м; P_T – сила трения в подающем механизме, Н; v – скорость резания (скорость проталкивания кряжа через режущий инструмент), м/с; η_p – КПД передачи от двигателя к толкателю.

Величина удельной работы резания k при срезании коры и частично древесины составляет 6,8–11,8 МДж/м³, при отделении коры по камбиальному слою 1,5–2,5 МДж/м³. Большие значения действительны при срезании тонкой стружки ($H_0 = 1$ –2 мм), а меньшие – толстой стружки ($H_0 = 6$ –7 мм).

При окорке всей поверхности кряжа (т. е. при расположении ножей в несколько рядов и $z_k b > \pi d$, где d – диаметр окариваемого кряжа, м) мощность определяется

$$N_p = \frac{(k \cdot \pi \cdot d \cdot H_0 + P_T) \cdot v}{\eta_p}.$$

Часовая производительность продольных ножевых окорочных станков с подачей толкателем составляет

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot v \cdot V_{\text{кр}}}{2 \cdot l},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; φ_2 – коэффициент загрузки станка; φ_3 – коэффициент, учитывающий время на выдвижение штанги толкателя ($\varphi_3 = 0,90$ – $0,95$); v – скорость движения толкателя, м/с; $V_{\text{кр}}$ – средний объем кряжей, м³; l – ход толкателя, м.

На производстве применяют продольные ножевые или окорочно-зачистные станки **ЛО-23** и **ЛО-24**. Режущий механизм выполнен по схеме, приведенной на рис. 1.10, *a*, и состоит из двух последовательно расположенных ножевых головок, в каждой головке – по четыре ножа.

Подающий механизм – толкатель, совершающий поступательно-возвратное движение (рис. 1.10, *з*). Станок ЛО-23 окаривает кряжи длиной 1,5–3 м и диаметром от 8 до 28 см. Скорость движения толкателя 1,5 м/с, мощность двигателя 28 кВт. Подлежащие окорке кряжи подаются в станок автоматическим питателем. Станки ЛО-24 отличаются только тем, что могут окаривать бревна длиной 1,5–6,5 м.

Дисковый станок ОД-1 (рис. 1.11) применяют для чистой окорки лесоматериалов, особенно экспортных балансов.

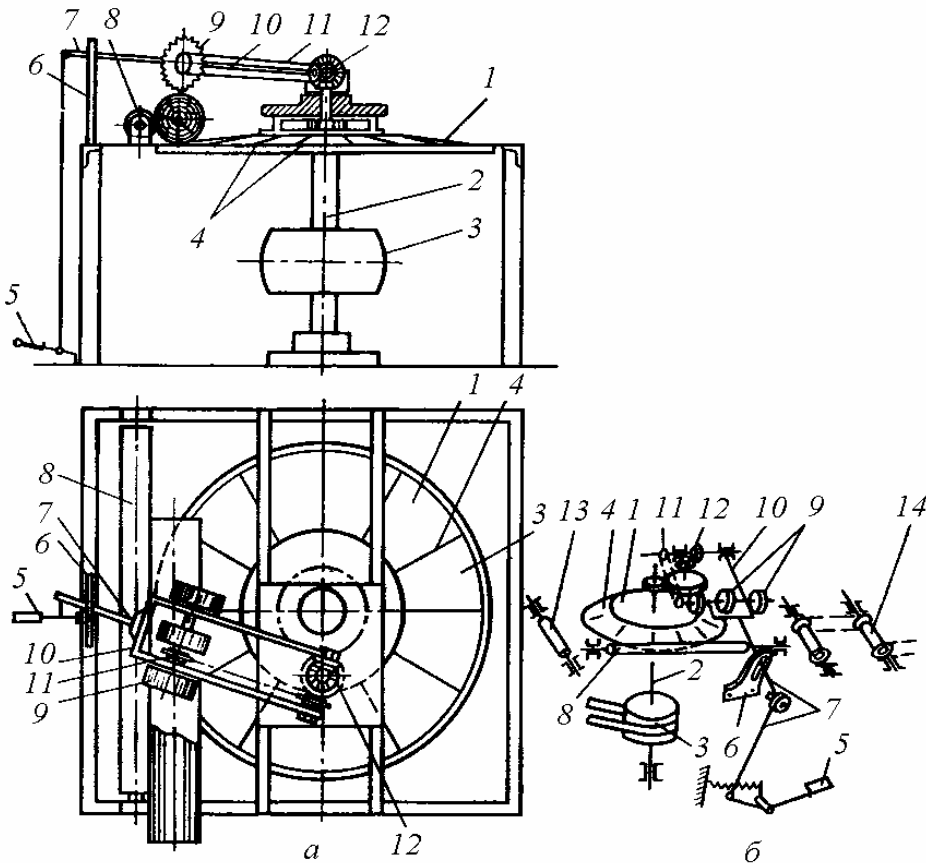


Рис. 1.11. Дисковый окорочный станок ОД-1: *а* – схема общего вида; *б* – кинематическая схема; 1 – конический ножевой диск; 2 – вал диска; 3 – приводной шкив; 4 – ножи; 5 – педаль; 6 – направляющая рамка; 7 – рычаг; 8 – направляющий ролик; 9 – питающий валец; 10 – качающаяся рамка; 11 – цепная передача; 12 – коническая зубчатая передача; 13 – ролик приемного транспортера; 14 – подающий транспортер

Конический ножевой диск вращается в горизонтальной плоскости на вертикальном валу, приводимом в движение посредством полуперекрестной ременной передачи. Диаметр диска 1000 мм, угловая скорость 47 рад/с. На конической поверхности диска радиально укрепле-

ны 12 плоских ножей. Выпуск ножей для грубой окорки 0,15–0,20 мм, для чистой 0,5–0,6 мм. При окорке кряж опирается на коническую поверхность диска и предохраняется от скатывания с нее горизонтальным направляющим роликом. Поступательно-вращательное движение кряжу придается питающим вальцом, состоящим из трех рифленых роликов, помещенных на качающейся рамке. Рамка свободно вращается вокруг вертикальной и горизонтальной осей и для пропуска кряжа поднимается вверх педалью, а опускается на кряж под действием собственного веса и пружины. Положение рамки определяет величину угла между осями кряжа и питающего вальца и вместе с тем скорость продольного перемещения и вращения кряжа. Чем больше диаметр кряжа, тем меньше его продольное движение и больше вращательное, и наоборот. Питающий валец приводится в движение от вала диска через зубчатые и цепную передачи. На станке можно окорять кряжи длиной до 3,5 м и диаметром от 10 до 27 см. Мощность привода станка 15 кВт.

Производительность дисковых ножевых станков определяется так же, как и для роторных окорочных станков.

1.2.2. Продольные фрезерные окорочные станки

Продольные фрезерные станки применяют на лесных складах для окорки (оправки) шпал (рис. 1.12, *а, б*), пролыски тонкомерных сортиментов (рис. 1.12, *в*) и окорки колотых балансов (рис. 1.12, *г*). Основными узлами станков являются механизм резания и подающий механизм.

Механизм резания состоит из одной или двух ножевых фрез, вращающихся со скоростью 1500–2800 об/мин, при этом скорость резания составляет 25–40 м/с. Ножи имеют криволинейную режущую кромку, радиус кривизны которой равен наибольшему радиусу окашиваемой поверхности. Угол заточки ножей принимается равным 30–40°, а угол резания 50–60°. В процессе окорки окашиваемый материал (шпала, колотое полено), а иногда и фреза движутся в продольном направлении со скоростью u , при этом за один проход происходит полная окорка одной боковой поверхности. Для одновременной окорки обеих боковых поверхностей шпалы станки делают двухфрезерными (двухшпindelными).

После окорки радиус боковой поверхности шпалы или полена оказывается равным радиусу кривизны лезвия ножей, поэтому при окорке лесоматериалов, полученных из тонкомерных кряжей, вместе с корой срезается довольно значительный слой древесины.

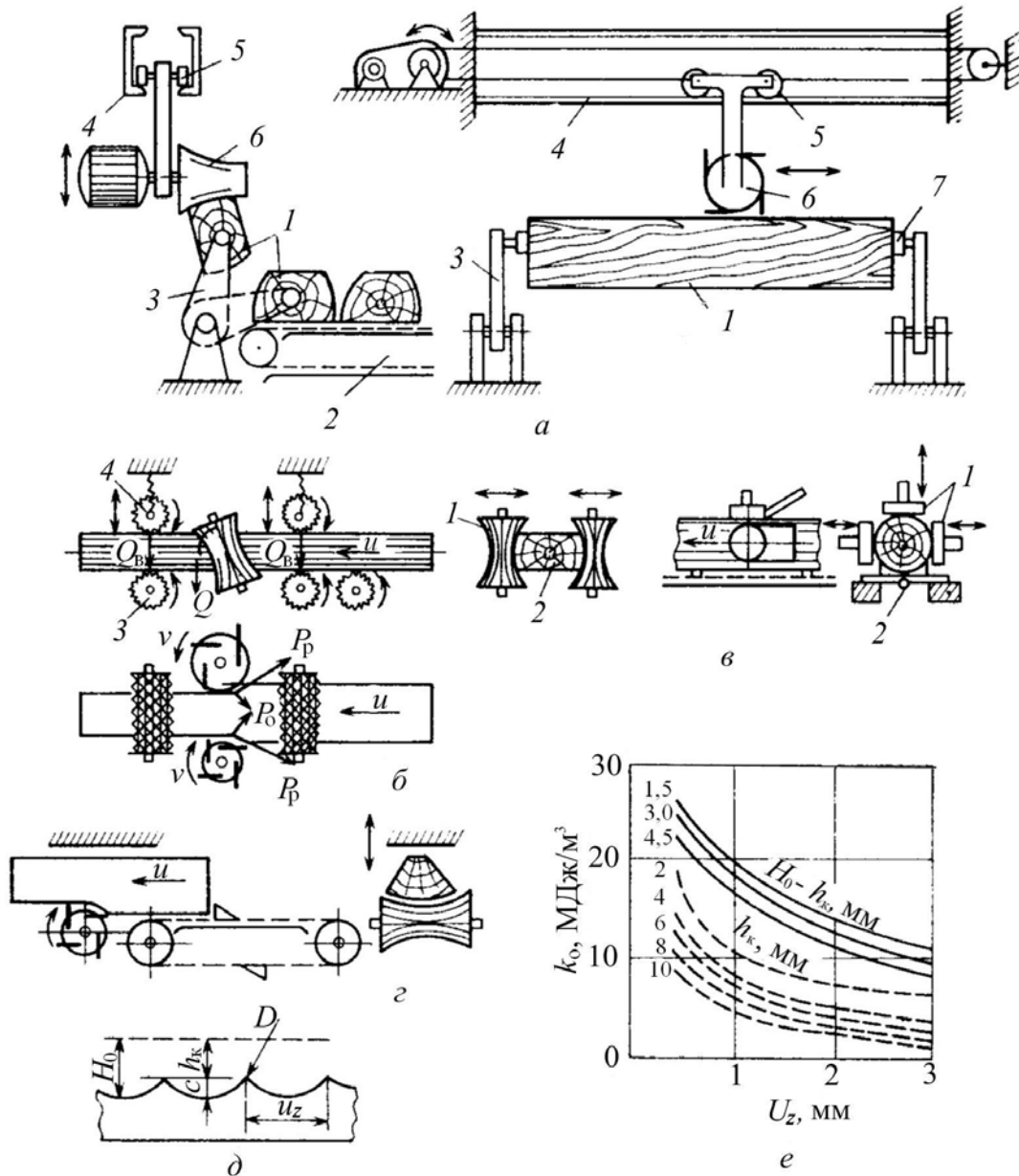


Рис. 1.12. Продольные фрезерные окорочные станки: а – одношпиндельный с перемещением фрезы; б – двухшпиндельный с вальцовой подачей; в – с тремя дисковыми фрезами; г – одношпиндельный с цепной подачей; д – продольный профиль окоренной поверхности; е – график основных значений удельной работы резания k_0 при продольном фрезеровании древесины (сплошные линии) и коры (пунктирные линии) воздушно-сухой сосны острыми ножами

Для уменьшения потерь древесины желательно, чтобы радиус кривизны режущих кромок менялся при изменении кривизны окориваемой поверхности. Достигнуть этого можно, изменяя угол φ (рис. 1.12, б) между осью ножевого барабана и осью окориваемого лесоматериала.

Поверхность, окоренная ножевыми фрезами, имеет волнообразный профиль (рис. 1.12, д). Гладкость этой поверхности характеризуется длиной волны (равной подаче на один нож u_z) и ее глубиной c .

Подача на один нож определяется по формуле $u_z = t \cdot u / v$, где t – шаг ножей, м; u – скорость подачи, м/с; v – скорость резания, м/с.

Исходя из того, что $t = \pi D / z$ и $v = 0,5\omega \cdot D$,

$$u_z = \frac{2\pi \cdot u}{z \cdot \omega},$$

где D – диаметр окружности вращения ножей, м; z – число ножей на барабане; ω – угловая скорость фрезы, рад/с.

Для обеспечения необходимого качества окоренной поверхности должно быть соблюдено условие

$$u \leq \frac{z \cdot \omega \cdot u_{z \text{ доп}}}{2\pi},$$

где $u_{z \text{ доп}}$ – допустимая длина волны, м (для шпал $u_{z \text{ доп}} = 3$ мм).

Глубина волны определяется из выражения

$$c = \frac{u_z^2}{4D}.$$

Для получения окоренной поверхности без следов коры также толщина срезаемого слоя H_0 должна удовлетворять соотношению

$$H_0 \geq h_k + c,$$

где h_k – толщина коры.

Мощность привода (Вт) фрез и сила резания (Н) при окорке на продольных фрезерных станках определяются по формулам:

$$N_p = \frac{z \cdot k \cdot b \cdot H_0 \cdot u}{\eta_p},$$

$$P_p = \frac{z \cdot k \cdot b \cdot H_0 \cdot u}{v},$$

где z – количество фрез; k – удельная работа резания, Дж/м³; b – ширина окариваемой поверхности (толщина шпалы), м; η_p – КПД передачи от двигателя к фрезам.

При окорке срезаются кора и древесина, поэтому при определении величины удельной работы резания следует учитывать удельную работу резания при резании коры k_k и древесины k_d :

$$k_d = k_{од} \cdot a_{п} \cdot a_w \cdot a_p \cdot a_T \cdot a_c,$$

$$k_k = k_{ок} \cdot a_{пк} \cdot a_w \cdot a_p \cdot a_T.$$

где $k_{од}$ и $k_{ок}$ – основные значения удельной работы резания, Дж/м³; $a_{п}$ – поправочный коэффициент на породу (для осины $a_{п} = 0,8$, ели – 0,9–1,0, сосны – 1,0, лиственницы – 1,1, березы – 1,2–1,3, дуба – 1,5–1,6); a_w – поправочный коэффициент на влажность (для воздушно-сухой древесины $a_w = 1$, для свежесрубленной $a_w = 0,85–0,9$); a_p – поправочный коэффициент на затупление ножей (a_p – от 1 при острых ножах в начале работы, до 1,8 после 5–6 ч работы); a_T – поправочный коэффициент на температуру (при положительной температуре $a_T \approx 1$, при температуре от минус 10°C $a_T = 1,3–1,5$); a_c – поправочный коэффициент на наличие сучьев ($a_c = 1–1,1$, для сучковатой древесины a_c достигает 1,5); $a_{пк}$ – поправочный коэффициент на породу для коры (для осины $a_{пк} = 1,15$; ели и сосны – 1,0; березы – 1,05).

Основные значения удельной работы резания $k_{од}$ и $k_{ок}$ при продольном фрезеровании воздушно-сухой сосны острыми ножами в зависимости от подачи на нож u_z приведены на графике (рис. 1.12, е).

Среднее значение k может быть определено по формуле

$$k = \frac{k_d(H_0 - h_k) + k_k h_k}{H_0}.$$

Подающий механизм в зависимости от конструкции станка может быть в виде каретки (тележки), совершающей поступательно-возвратное движение, или же в виде вращающихся валцов.

В *одношпиндельных* шпалооправочных станках подающий механизм представляет собой каретку с установленной на ней фрезой, которая совершает поступательно-возвратное движение относительно неподвижной шпалы, закрепленной с торцов. Такой станок является станком *периодического действия* и усилие подачи в этом случае равно

$$P_u = P_p \cos\theta - P_o \sin\theta + \mu_0 (Q_T - P_p \sin\theta - P_o \cos\theta),$$

где P_p – сила резания; P_o – сила отжима, $P_o = (0,2–0,6) P_p$; Q_T – вес фрезы и каретки; μ_0 – коэффициент тяги каретки по направляющим; θ – кинематический угол встречи.

В связи с тем, что толщина срезаемого слоя H_0 во много раз меньше диаметра фрезы D , величина кинематического угла встречи оказывается близкой нулю, поэтому для практических расчетов можно принять $P_u = P_p + \mu_0 (Q_T - P_o)$.

В *двухшпindelных* шпалооправочных станках применяют вальцовый подающий механизм, обеспечивающий *непрерывную* подачу окориваемых шпал. Усилие подачи в этом случае составляет

$$P_u = 2P_p + (Q + m_b Q_b) \mu_1,$$

где Q – вес шпалы; m_b – число прижимных вальцов; Q_b – сила прижима одного вальца; μ_1 – коэффициент сопротивления движению шпалы по вальцам.

При вальцовой подаче во избежание пробуксовки необходимо, чтобы сила сцепления подающих вальцов с поверхностью шпалы превышала усилие подачи.

В станках для окорки колотых балансов подающий механизм представляет собой движущуюся цепь с упорами (рис. 1.12, з), баланс которой надвигается на вращающуюся фрезу. Усилие подачи в этом случае составляет

$$P_u = P_p + \mu_2 (Q + Q_n + 2L \cdot q - P_o),$$

где μ_2 – коэффициент трения цепи по направляющим; Q – вес полена; Q_n – усилие прижима полена к фрезе; L – длина подающего транспортера; q – вес 1 погонного метра цепи.

Мощность привода (Вт) механизма подачи продольных фрезерных станков

$$N_u = \frac{P_u \cdot u}{\eta_u},$$

где η_u – КПД передачи от двигателя к исполнительному элементу механизма подачи.

Производительность шпалооправочных станков измеряется в штуках шпал и определяется по следующим формулам:

– для одношпindelного станка

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1}{T} = \frac{3600 \cdot \varphi_1}{\frac{L}{u_p} + \frac{L}{u_x} + t_b},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; T – время, затрачиваемое на окорку шпалы, с; L – ход тележки (фрезы), м; u_p – скорость подачи (рабочего хода тележки или фрезы), м/с; u_x – скорость обратного хода тележки или фрезы, м/с; t_b – время на вспомогательные работы при окорке одной шпалы (подача и зажим шпалы, ее поворот, снятие шпалы), с;

– для двухшпиндельного станка

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot u}{l_{\text{ш}}},$$

где φ_2 – коэффициент загрузки станка; u – скорость подачи, м/с; $l_{\text{ш}}$ – длина шпалы, м.

Конструкции продольных фрезерных станков. На лесных складах для окорки шпал применяют станки ЛО-44, ЛО-44Б и ЛО-48, а для окорки колотых балансов станки Н-10, которые одновременно выкалывают гниль.

Одношпиндельный шпалооправочный станок ЛО-44 (рис. 1.13) относится к окорочным станкам с периодической подачей и предназначен для окорки боковых и обзольных поверхностей шпал. Каретка станка имеет барабанную ножевую головку с приводом и перемещается по направляющим с помощью канатно-блочной системы. Скорость каретки – переменная, регулируется гидравлическим универсальным регулятором, обеспечивающим также ее реверсивное движение. Для закрепления шпалы с торцов и поворота ее используются специальные зажимной и поворотный механизмы с гидроприводом. После окорки шпала поступает на приводной роликовый лесотранспортер, расположенный ниже направляющих каретки.

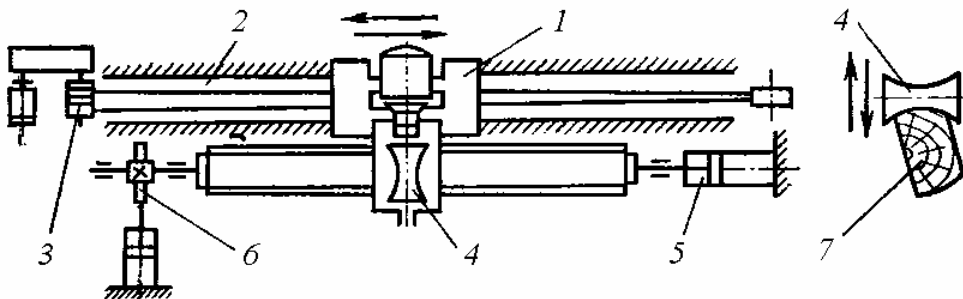


Рис. 1.13. Схема шпалооправочного станка ЛО-44Б: 1 – каретка; 2, 3 – направляющие и привод каретки; 4 – барабанная ножевая головка; 5, 6 – механизм зажима и поворота шпалы; 7 – шпала

Принципиальная схема работы шпалооправочного станка ЛО-44 показана на рис. 1.12, а. Шпала 1 зажимается торцовыми зажимами 7, расположенными на поворотном суппорте 3, снимается с двухцепного питателя 2 и подается к фрезе 6. Фреза располагается на каретке 5, которая может передвигаться по неподвижной раме 4. Для регулирования толщины срезаемого слоя и копирования окориваемой поверх-

ности фреза имеет возможность перемещаться в вертикальном направлении. Во время окорки шпала неподвижна, а фреза перемещается вдоль нее, производя резание. После прохода каретки с фрезой от одного конца рамы до другого и окончания окорки одной стороны шпала поворачивается, и фреза начинает двигаться в обратную сторону, окарявая шпалу с другой стороны. В случае неполного удаления коры с окариваемой поверхности шпала ее можно, поворачивая, установить так, чтобы при повторном перемещении барабанной головки оставшаяся кора была удалена. После полной обработки шпала приводным роликовым лесотранспортером подается на сортировочное устройство. Ход каретки равен 3,5 м, скорость ее перемещения плавно регулируется в пределах от 0 до 1 м/с. Фреза имеет четыре ножа и вращается с частотой 2900 об/мин (420 рад/с).

Перемещение каретки, суппорта, зажимного и поворотного устройств осуществляется при помощи гидропривода. Суммарная мощность двигателей, установленных на станке, – 16 кВт. Часовая производительность станка составляет около 70 шпал.

У станка ЛО-44Б, в отличие от ЛО-44, каретка перемещается со скоростью до 1,6 м/с и производительность составляет около 140 шпал в час.

Двухшпиндельный шпалооправочный станок ЛО-48 (рис. 1.14) относится к станкам непрерывного действия.

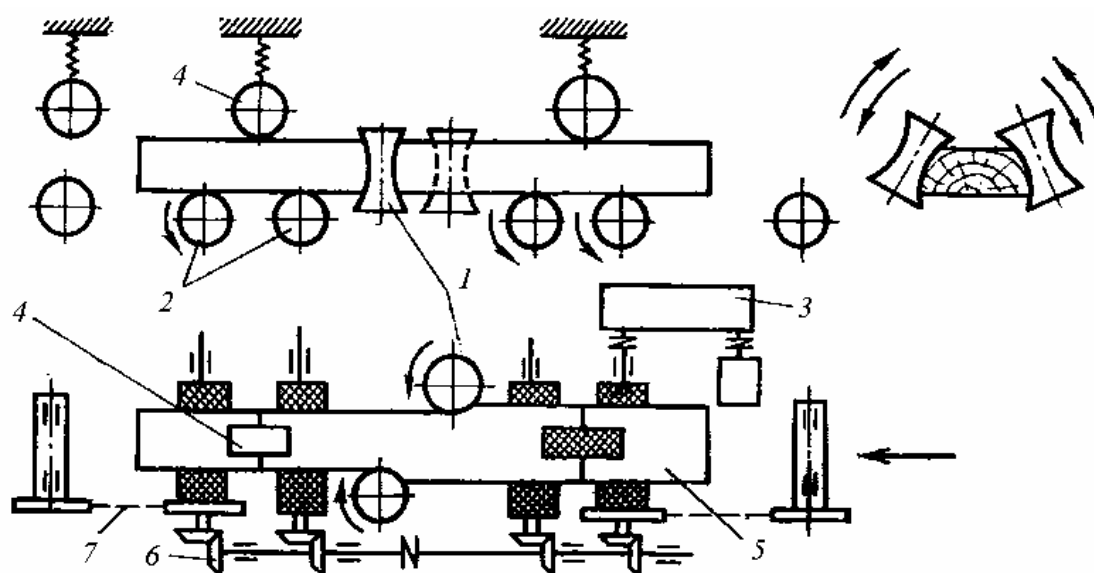


Рис. 1.14. Схема шпалооправочного станка ЛО-48: 1 – барабанная ножевая головка; 2 – приводные вальцы; 3 – привод вальцов; 4 – прижимные вальцы; 5 – шпала; 6, 7 – коническая и цепная передачи

В отличие от станка ЛО-44 этот станок имеет две шести- или восьминожевые барабанные головки, которые охватывают шпалу с боков, прижимаясь к окоряемым поверхностям. В зависимости от поперечного сечения шпал и формы окоряемой поверхности барабанные головки могут отклоняться и поворачиваться в плоскости, перпендикулярной оси шпалы. Каждая барабанная головка приводится во вращение электродвигателем мощностью 7 кВт через ременную передачу, угловая скорость головки 103 рад/с. Механизм продольного перемещения шпалы имеет шесть приводных вальцов (четыре из них с ребристой поверхностью) и три верхних прижимных вальца. Скорость подачи 0,3 м/с, мощность двигателя механизма подачи 4,5 кВт. Поступающие по роликовому транспортеру шпалы подаются вальцами к барабанным головкам, которые подводятся к окоряемой поверхности оператором станка. Шпала окоряется за один проход. Часовая производительность станка составляет около 180 шпал.

Станки для пролыски мелкотоварника (рис. 1.12, в) имеют три дисковые фрезы 1, приводящиеся во вращение от одного общего электродвигателя мощностью около 5 кВт. Станки эти устанавливаются непосредственно на продольном сортировочном лесотранспортере, цепь 2 которого и осуществляет подачу. Производительность станка равна производительности транспортера.

1.2.3. Винтовые окорочные станки

Винтовые окорочные станки оснащают окорочным инструментом в виде ножевых фрез. По относительному движению инструмента и обрабатываемого бревна винтовые фрезерные станки аналогичны роторным станкам.

Применение винтовых станков оправдано в тех случаях, когда снижение производительности окорочного оборудования компенсируется упрощением и удешевлением его конструкции. Такие случаи могут иметь место при окорке шпальных кряжей в условиях лесозаготовительных предприятий, когда высокая производительность роторного станка не используется из-за меньшей производительности шпалорезного станка. Кроме того, применение винтовых фрезерных станков может быть оправдано при окорке крупномерных лесоматериалов с толстой и прочной корой, если применение роторного станка, оснащенного скребковым или ножевым инструментом, не эффективно, а необходимые объемы окорки может обеспечить винтовой фрезерный станок.

В винтовых фрезерных станках (рис. 1.15) механизм окорки состоит из одного или двух плоско-конических дисков 5, несущих на себе ножи с прямолинейной режущей кромкой. Диски расположены вертикально и прижаты к поверхности окариваемого кряжа 4 пружинами 6. Поступательное движение кряжа осуществляется транспортером 1 с упорами 2. Вращение кряжа обеспечивают приводные вальцы 3.

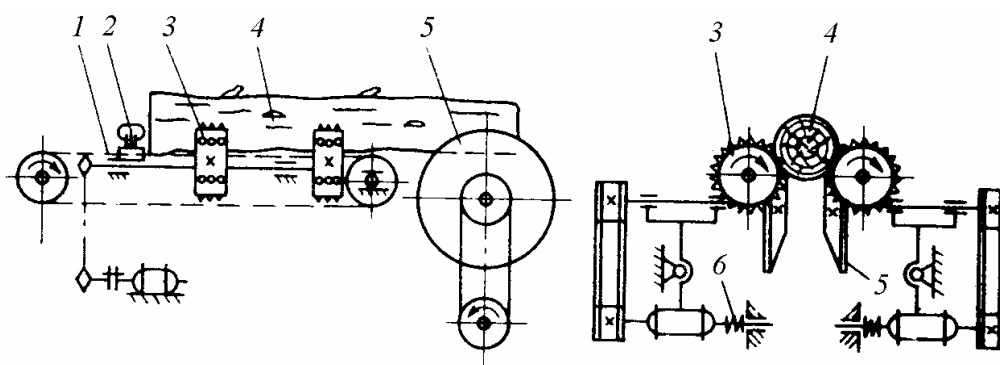


Рис. 1.15. Винтовой фрезерный окорочный станок

Скорость резания в винтовых фрезерных станках, как правило, зависит от диаметра окариваемого кряжа. Характер этой зависимости определяется конструктивным исполнением механизмов подачи и вращения кряжа.

Такие станки производят резание вдоль волокон и обеспечивают гладкую окоренную поверхность и хороший товарный вид, что важно при окорке экспортных балансов, столбов, шпального кряжа. При окорке балансов и пиловочника, когда товарный вид не регламентируется, целесообразно в винтовых фрезерных станках применять цилиндрические фрезы, ось вращения которых параллельна оси окариваемого кряжа. Эти станки более простые по конструкции, могут обеспечить высокую производительность благодаря установке на них большого числа фрез.

Мощность (Вт) и сила резания (Н) при окорке на винтовых фрезерных станках определяется по формулам:

$$N_p = \frac{k \cdot \pi \cdot d_k \cdot H_0 \cdot u}{\eta_p},$$

$$P_p = \frac{k \cdot \pi \cdot d_k \cdot H_0 \cdot u}{v},$$

где k – удельная работа резания, Дж/м³; d_k – диаметр окариваемого кряжа, м; H_0 – глубина окорки, м; u – скорость продольной подачи, м/с; η_p – КПД передачи от двигателя к фрезам; v – скорость резания, м/с.

Величина удельной работы резания k учитывает работу, затрачиваемую на срезание стружки ножами, и работу на трение ножевого диска об окариваемый кряж. При диаметрах кряжей более 20 см удельная работа $k = 15$ МДж/м³ (при выпуске ножей 0,2 мм), $k = 10$ МДж/м³ (при выпуске ножей 0,6 мм).

1.2.4. Групповая и гидравлическая окорка лесоматериалов

В установках для групповой обработки окорка производится обычно от ударов и трения бревен или поленьев между собой и об элементы машины. В основу работы положен принцип использования абразивных свойств коры и различие в прочности между корой и древесиной. Кора в процессе трения обычно отделяется по камбиальному или лубяному слою. На качество окорки значительно влияет состояние наружной поверхности коры, ее механическая прочность и силы сцепления коры с древесиной. Лучше окоряются лесоматериалы, имеющие шероховатую кору с трещинами, и хуже – с гладкой корой. Окорка может быть *сухой* или *мокрой*. В первом случае окорка производится без воды, во втором – в процессе окорки лесоматериалы обильно смачивают или даже помещают в водяную ванну. Установки для групповой окорки лесоматериалов делятся на *барабанные* и *бункерные* сухого трения, с увлажнением и с водяной ванной. Они могут быть *периодического* и *непрерывного* действия.

Окорочные барабаны. Окорочные барабаны на лесных складах применяют главным образом для сухой окорки круглых и колотых поленьев и толстых сучьев длиной до 1–1,5 м.

Барабан периодического действия (рис. 1.16, а) представляет собой полый цилиндр 4 из листовой стали диаметром 2–3 м и длиной 3–5 м, установленный на поддерживающих роликах 8 и вращающийся с частотой 0,9–2,1 рад/с (8–20 об/мин). Вращение барабану передается от электродвигателя через редуктор, цилиндрическую шестерню 1 и зубчатый венец 3, укрепленный на ободу барабана. К внутренней поверхности барабана приварены ножи, ускоряющие процесс окорки. Со стороны загрузки барабан закрыт неподвижной стенкой 9, имеющей вверху загрузочный лоток 2. Выходная сторона барабана перекрывается поднимающимся шибером 6.

Работа окорочного барабана протекает следующим образом. При закрытом шибере барабан заполняется подлежащими окорке поленьями на $1/3$ – $2/3$ своего объема. При вращении барабана поленья, находясь в беспорядочном состоянии, перемешиваются внутри него, ударяются друг о друга, о стенки и ножи барабана. При этом кора и частично гниль (у колотых поленьев) отделяются и высыпаются из барабана сквозь прорези 5. Когда процесс окорки заканчивается, шибер 6 поднимается и окоренные поленья выгружаются на выносной транспортер 7, после чего барабан вновь заполняется и цикл повторяется.

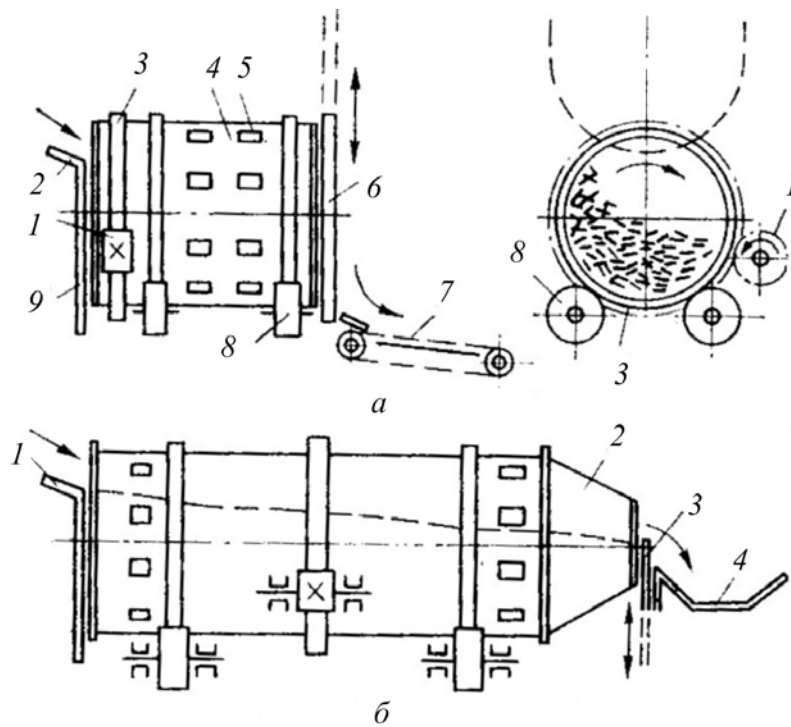


Рис. 1.16. Установки для групповой окорки: *а* – барабан периодического действия; *б* – барабан непрерывного действия

Барабан непрерывного действия (рис. 1.16, *б*) имеет диаметр 3–4 м и длину 7–10 м. Неокоренные поленья подаются в него непрерывно через загрузочный лоток 1. С выходной стороны барабан заканчивается воронкой 2, частично перекрытой шибером 3. При вращении барабана находящиеся внутри поленья продвигаются вдоль него и высыпаются на транспортер 4 благодаря различию в уровнях загрузочного и разгрузочного отверстий. Уровень наполнения барабана, а следовательно, и продолжительность нахождения в нем поленьев зависят от степени перекрытия выходного отверстия шибером. Число выходящих из барабана поленьев равно числу поленьев, поданных за то же время.

Время, в течение которого поленья должны находиться в барабане, зависит в первую очередь от требуемой степени окорки (процент оставшейся коры), породы и температуры окоряемых лесоматериалов, частоты вращения и степени загрузки барабана. Наиболее интенсивное отделение коры происходит в течение первых 10–15 мин. Окорка мерзлых лесоматериалов весьма затруднительна. С увеличением заполнения барабана продолжительность окорки также возрастает, так как при этом уменьшаются сила и количество ударов, которые являются основной причиной отделения коры, однако сильное снижение коэффициента заполнения ведет к недоиспользованию объема барабана и снижению его производительности.

При длительном пребывании лесоматериалов в барабане размачиваются торцы и обламываются острые кромки колотых поленьев, в результате чего часть древесины превращается в отходы.

На лесных складах ЛЗП для окорки поленьев и отходов применяют барабаны периодического **КБ-3** и непрерывного действия **КБ-6**. Установки КБ-3 имеют барабан с внутренним диаметром 2,85 м и длиной 3,75 м. Частота вращения барабана 10 об/мин, мощность двигателей 47,9 кВт, масса – 20 300 кг. Производительность таких установок составляет 4–5 м³ в час. Установка КБ-6 имеет барабан с внутренним диаметром 3 м и длиной 7,5 м. Частота вращения барабана 10 об/мин, мощность двигателей 55 кВт, масса – 35 200 кг. Производительность установки составляет 6–10 м³ в час.

Бункерные установки применяются для окорки бревен. Такая установка представляет собой один или несколько бункеров вместимостью около 30 м³ с поперечным сечением треугольной и трапециевидной формы. По дну и стенкам бункера движутся цепи поперечного многоцепного транспортера, снабженные кулачками, под действием которых бревна перемешиваются, оставаясь параллельными друг другу. При этом с поверхности бревен благодаря трению их между собой и о кулачки транспортера снимается кора. Для улучшения процесса окорки и удаления коры бревна в бункере обмываются водяным спрыском. Наиболее интенсивное перемешивание происходит в нижней части бункера, и эффективность окорки определяется общей массой загруженных в бункер бревен. Окорочные цепи движутся со скоростью 0,5–0,8 м/с и приводятся в действие двигателем мощностью 75–100 кВт. Производительность установки 40–60 м³/ч.

Бункерные установки наиболее целесообразно применять для окорки толстых длинных бревен, окорочные барабаны более эффективны при окорке тонкомерного коротья.

Гидравлические окорочные установки. При гидравлическом способе окорки кора снимается с поверхности кряжа при помощи струи воды, подаваемой под большим давлением. Гидравлические окорочные установки состоят из нескольких сопел, через которые вода под давлением 5–8 МПа подается на поверхность окариваемого кряжа, имеющего поступательно-вращательное движение. Кряж проходит мимо сопел и окаривается. В некоторых установках кряж имеет только вращательное движение, а сопла во время окорки передвигаются вдоль него. Гидравлические окорочные установки дают высокое качество окорки при большой производительности, однако весьма сложны по устройству, потребляют много энергии и воды. Производительность гидравлической окорочной установки 30–90 м³/ч, мощность 300–900 кВт.

1.3. Техника безопасности при работе на окорочных станках

Обслуживать окорочный станок разрешается лицам не моложе 18 лет, прошедшим медицинское освидетельствование и сдавшим экзамены на право управления станком, знающим технику безопасности и имеющим соответствующее удостоверение.

Оператор станка обязан знать: производственную инструкцию по эксплуатации окорочных станков; установленные сигналы при работе; устройство и назначение всех механизмов, отдельных узлов и аппаратуры станка.

Перед началом работы оператор обязан: очистить рабочее место и в течение всей рабочей смены поддерживать чистоту; осмотреть и смазать все трущиеся поверхности механизмов; проверить правильность установки, надежность крепления и исправность рабочих кромок короснимателей; убедиться в исправности заземления, сигнализации, достаточной освещенности рабочего места, в наличии и надежности крепления всех предохранительных ограждений; опробовать станок на холостом ходу; запускать его в работу только после того, как убедится в отсутствии людей вблизи станка и конвейеров.

Обнаруженные неисправности должны быть устранены оператором или ремонтным персоналом. При неисправности электросистемы оператор обязан доложить мастеру.

Во время работы необходимо следить за тем, чтобы обрабатываемое сырье подавалось строго в соответствии с техническими параметрами окорочного оборудования.

Не допускается: поправлять бревна при их движении; очищать окорочный станок на ходу от коры; производить исправления, регулировку механизмов во время работы или холостого хода; работать без предохранительных ограждений; переходить через конвейеры и движущиеся бревна во время работы станка.

Все оборудование должно быть немедленно остановлено при появлении ненормального шума и стука, поломке деталей станка и околостаночных механизмов. Регулировка, смазка, ремонт и осмотр механизмов окорочного станка разрешается только при полной остановке станка, а также при выключенном общем рубильнике.

После окончания работы оператор обязан: подать сигнал об окончании работы, остановить все агрегаты, выключить рубильник; произвести очистку рабочего места, окорочного и околостаночного оборудования; проверить исправность всех узлов.

Контрольные вопросы

1. Типы станков для ножевой и фрезерной окорки лесоматериалов и их назначение.
2. Что собой представляет механизм резания этих станков?
3. Механизмы подачи.
4. Принцип работы ножевых и фрезерных окорочных станков.
5. Как найти мощность и силу резания для продольных ножевых окорочных станков?
6. Как найти мощность для привода фрез и привода механизма подачи шпалооправочных станков?
7. Запишите формулы расчета производительности ножевых и фрезерных окорочных станков.
8. Назовите марки и приведите основные технические характеристики ножевых и фрезерных окорочных станков.
9. Принцип работы, применение и особенности конструкций оборудования для групповой и гидравлической окорки лесоматериалов.
10. Достоинства и недостатки различных типов станков.
11. Техника безопасности при работе на окорочных станках.

2. РАСКАЛЫВАНИЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Цель занятия: ознакомление с теорией раскалывания древесного сырья и классификацией оборудования; детальное изучение конструкций древокольных станков, применяемых на лесозаготовительных предприятиях, и правил их эксплуатации; приобретение навыков в расчетах древокольного оборудования.

2.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ДРЕВОКОЛЬНЫЕ СТАНКИ

Структура отчета.

1. Понятие и назначение раскалывания лесоматериалов.
2. Классификация древокольного оборудования.
3. Устройство и принцип действия станков для раскалывания древесины и выколки гнили, основные технические характеристики оборудования.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на древокольных станках.
5. Расчет основных параметров древокольных станков.

2.1.1. Теория раскалывания древесного сырья

Раскалывание круглых лесоматериалов представляет собой деление их вдоль волокон клиновидным инструментом.

На лесных складах подвергаются раскалыванию дрова-коротье длиной до 1,25 м и диаметром от 15 см и выше и короткомерное технологическое сырье диаметром 26 см и больше, отобранное из низкокачественной древесины и дровяного коротья, для выработки колотых балансов и технологической щепы. Дровяное коротье, предназначенное для использования в качестве топлива, раскалывают на две части при диаметре от 15 до 25 см; на четыре – при диаметре 26–40 см; на шесть и большее число частей (наибольшая линия расколки по торцу не должна превышать 0,2 м) при диаметре более 40 см. Основное назначение раскалывания дров-коротья – это уменьшение влажности (просушка) топливных дров.

Короткомерное (длиной до 1,25 м) технологическое сырье для выработки колотых балансов раскалывают для того, чтобы можно было из полученных поленьев удалить (выколоть) сердцевинную гниль и удалить кору и луб с поверхности полена, которые недопустимы в балансах. Данное сырье подлежит расколке по размерам приемного патрона рубительных машин.

Для раскалывания короткомерных лесоматериалов применяют специальные станки (колуны), которые могут быть с *механическим* и *гидравлическим* приводом, а также с *подвижным* и *неподвижным* клином. Клин внедряется в чурак с торца, перемещаясь вдоль его волокон. В колунах с подвижным клином последний совершает прямолинейное поступательно-возвратное движение и приводится от двигателя кривошипно-шатунным механизмом (рис. 2.1, *а*) или от гидроцилиндра. При рабочем ходе клина происходит раскалывание чурака, а при обратном – подача его под клин и уборка колотых частей. Такие станки могут быть *вертикальными* и *горизонтальными*. У первых клин при рабочем ходе движется сверху вниз и чурак ставится под него вертикально. Такие станки применяются для раскалывания дров длиной от 0,2 до 0,5 м.

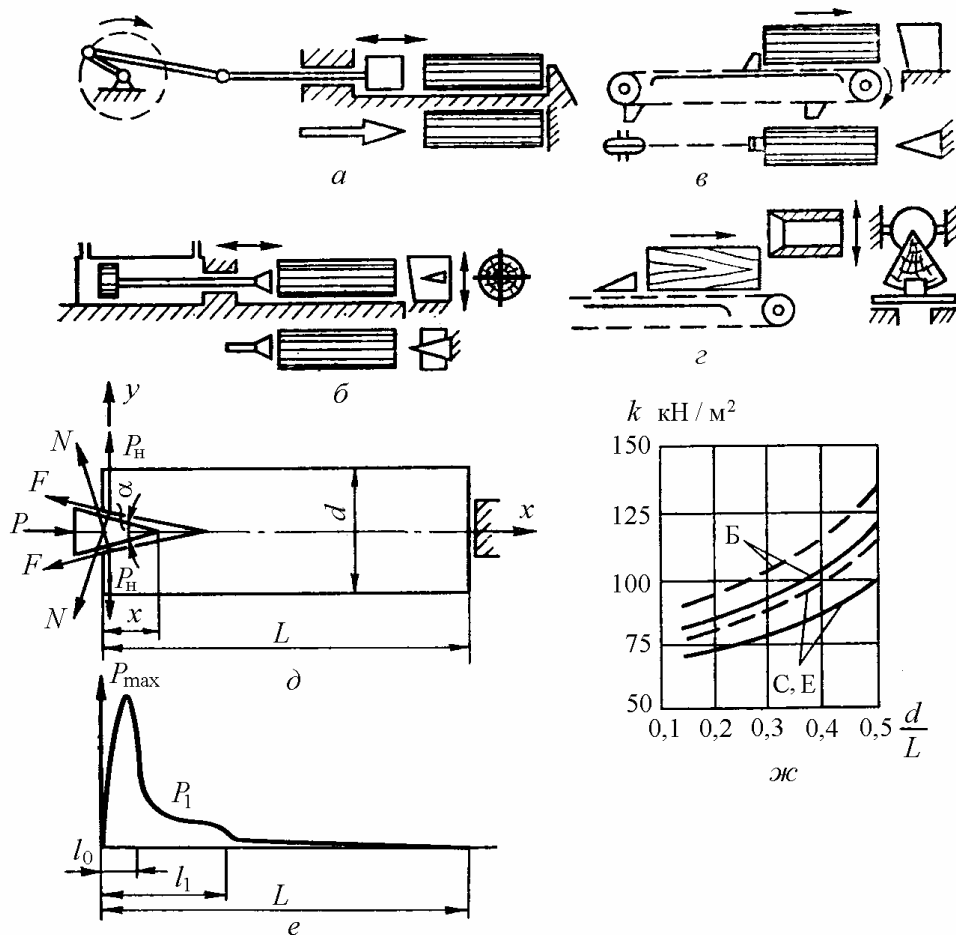


Рис. 2.1. Типы колунов (*а, б, в, г*), схема усилий на клине (*д, е*) и график удельного сопротивления раскалыванию (*ж*):
 сплошная линия – воздушно-сухая древесина;
 пунктирная – свежесрубленная древесина

У горизонтальных станков клин совершает горизонтальное движение, и они применяются для раскалывания круглых чураков диаметром до 1 м и длиной до 1,25 м. Ход клина L_x принимается у горизонтальных станков $L_x = 0,3 L$, у вертикальных – $L_x = 0,4 L$ (L – длина раскалываемых чураков).

В станках с неподвижным клином чурок надвигается на клин упором, совершающим возвратно-поступательное движение при помощи штока гидроцилиндра (рис. 2.1, б), станки этого типа называют *гидравлическими*; или же одним из упоров, закрепленных на цепи, которая движется непрерывно (рис. 2.1, в, г), станки такого типа называются *цепными*.

Для выработки колотых балансов применяют *комбинированные* станки, имеющие фрезерный механизм для удаления коры и нож для выколки гнили с колотых поленьев.

Рабочим органом колуна является клин, который может быть простым вертикально расположенным (рис. 2.2, в, г) для раскалывания чурака на две части в один прием, крестообразным (рис. 2.2, д, е) для раскалывания чурака на четыре части в один прием и звездчатым (рис. 2.2, ж) для раскалывания чурака на шесть и более частей в один прием. Применяемый при раскалывании клин характеризуется углом α , который оказывает существенное влияние на необходимую глубину внедрения и усилие раскалывания P_{\max} . С увеличением угла клина уменьшается глубина внедрения l_0 (рис. 2.2, а), но возрастает усилие, необходимое для раскалывания. Клин может быть с постоянным углом заострения $\alpha = 30\text{--}60^\circ$ (рис. 2.2, в) и переменным (рис. 2.2, г) углом ($\alpha_1 = 10\text{--}15^\circ$, $\alpha_2 = 30\text{--}60^\circ$). Клин с переменным углом заострения дает возможность получить меньшее усилие раскалывания P_{\max} при небольшой глубине внедрения клина l_1 . Высота вертикального клина должна быть такой, чтобы обеспечивалось раскалывание чурака самого большого диаметра. Причем лезвие клина должно иметь уклон к вертикали с углом $\gamma = 6\text{--}10^\circ$, чтобы во время раскалывания чурок прижимался к желобу, а не скользил вверх по клину. Крестообразные клинья бывают симметричные (рис. 2.2, е) и несимметричные (рис. 2.2, д). В последнем случае один из клиньев, так же как и звездчатый, делается односторонним. Лезвия крестообразного и звездчатого клиньев смещают одно относительно другого на величину $l' = (1,5\text{--}2) l_0$ для того, чтобы избежать одновременного внедрения их в древесину и, следовательно, совпадения наибольших усилий, возникающих на каждом клине. В качестве крестообразного клина для раскалывания чурака на

четыре части может применяться простой вертикально расположенный клин, дополнительно снабженный горизонтальным клином, перемещающимся вверх или вниз и устанавливающимся по центру раскалываемого чурака.

Для выколки гнили из расколотых поленьев применяется кольцеобразный (рис. 2.2, з) или плоский горизонтально расположенный нож.

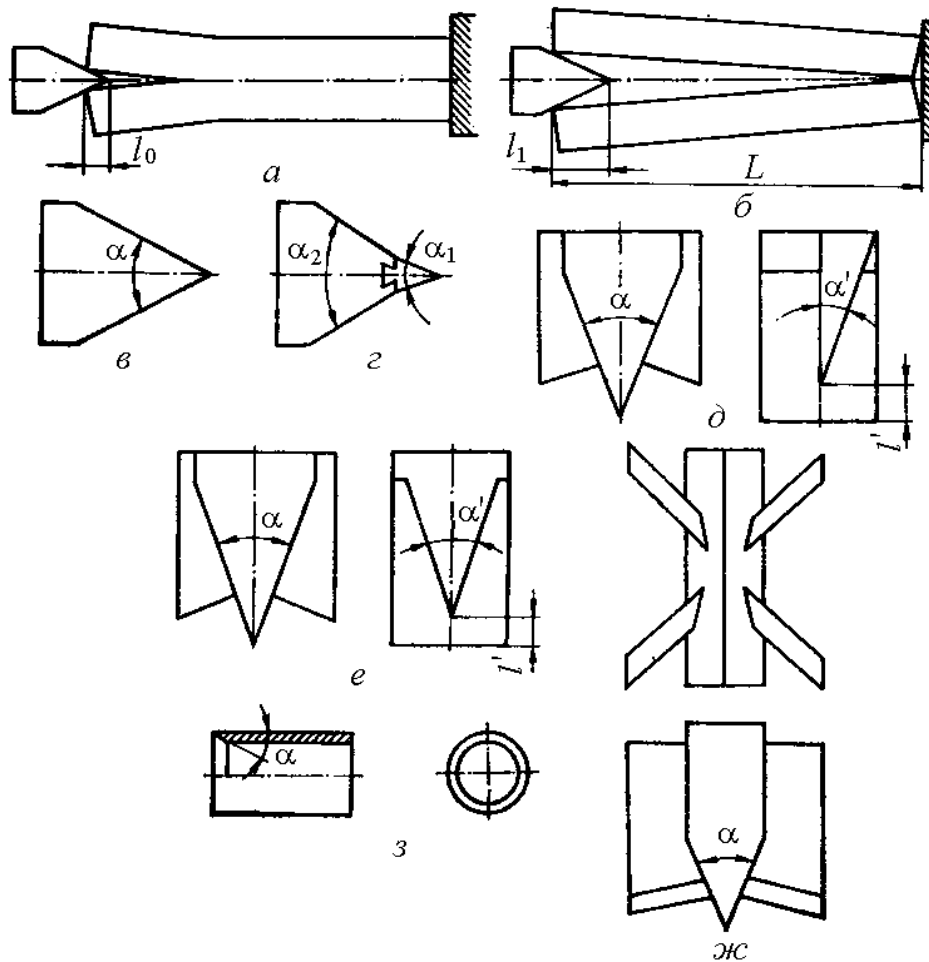


Рис. 2.2. Схема внедрения клина и его форма

В процессе раскалывания клин внедряется в древесину в направлении волокон и разделяет ее на части. При первоначальном внедрении клина происходит смятие и поперечное сжатие волокон древесины на участках, примыкающих к месту внедрения. Усилие на клине возрастает при этом пропорционально глубине внедрения. При дальнейшем внедрении клина в древесину под действием его боковых граней в раскалываемом полене образуется щель, после чего лезвие клина уже не соприкасается с древесиной. Изменение продольного уси-

лия P (рис. 2.1, δ) на клине во время раскалывания характеризуется кривой, приведенной на рис. 2.1, e . В первый момент внедрения клина в древесину на глубину до $l_0 = L / (20-25)$, где L – длина раскалываемого полена, усилие на клине резко возрастает и достигает наибольшего значения P_{\max} , в полене появляется щель. При дальнейшем продвижении усилие на клине падает до $P_1 = P_{\max} / (8-10)$. При углублении клина на величину $l_1 = L / (5-6)$ полено разделяется на две части и усилие на клине падает до нуля. Величина l_1 зависит от угла клина α (с увеличением α уменьшается l_1), размеров чурака и строения древесины (сучковатости, свилеватости и т. д.):

$$l_1 = f \cdot L \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где f – коэффициент, зависящий от строения древесины, $f = 0,06-0,10$; L – длина чурака, м.

Усилие P_{\max} , которое необходимо приложить к клину, чтобы полено расколосось (т. е. в нем появилась щель), зависит от ряда факторов: угла клина, породы, длины, диаметра поленьев и т. д. При действии силы P на каждой щеке клина возникают нормальное давление N и сила трения F (рис. 2.1, δ). Разрушение связей древесины по плоскости раскалывания происходит под действием сил P_n , направленных перпендикулярно этой плоскости.

Максимальное усилие P_{\max} может быть определено по формуле

$$P_{\max} = 2 \cdot k \cdot d \cdot L \frac{\mu + \operatorname{tg}(0,5\alpha)}{1 - \mu \cdot \operatorname{tg}(0,5\alpha)},$$

где k – удельное сопротивление раскалыванию, зависящее от отношения диаметра и длины чурака, его породы и влажности, Н/м²: определяется по графику на рис. 2.1, $ж$; d и L – соответственно диаметр и длина раскалываемого чурака, м; μ – коэффициент трения щек клина о древесину; α – угол заострения клина, град.

Большое влияние на величину k оказывает строение древесины. При раскалывании косослойной древесины k возрастает в 1,7–1,8 раза, а при раскалывании чураков с крупными сучками – в 2–2,5 раза.

Среднее усилие раскалывания чурака равно

$$P_{\text{cp}} = \frac{P_{\max} l_0 + P_1 (l_1 - l_0)}{L}.$$

При работе крестообразного и звездчатого клиньев усилие раскалывания складывается из усилий на каждом отдельном ноже. У крестооб-

разного клина горизонтальные ножи несколько сдвинуты назад по отношению к вертикальному, благодаря этому графики усилий на вертикальном и горизонтальном ножах оказываются также сдвинутыми и суммарное максимальное усилие на клине P_{\max} лишь незначительно превышает максимальное усилие на одном ноже.

По величине P_{\max} производится расчет элементов и узлов станка на прочность, а по $P_{\text{ср}}$ – средней мощности, необходимой на раскалывание чурака.

Средняя мощность (Вт), необходимая на раскалывание чурака, определяется по формуле

$$N_{\text{ср}} = (P_{\text{ср}} + P_0) \frac{v}{\eta},$$

где P_0 – сопротивление трения в направляющих при движении чурака или клина, Н; v – скорость внедрения клина в древесину, м/с; η – КПД передач от двигателя к упору или клину.

Производительность станков для раскалывания древесины определяется по следующим формулам:

– непрерывного действия (цепных)

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot v_{\text{ц}} \cdot V_{\text{ч}}}{l_{\text{уп}} \cdot m};$$

– периодического действия (с поступательно-возвратным движением толкателя или клина)

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot n \cdot V_{\text{ч}}}{m},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; φ_2 – коэффициент загрузки станка; $v_{\text{ц}}$ – скорость движения цепи, м/с; $V_{\text{ч}}$ – объем среднего чурака, м³; $l_{\text{уп}}$ – расстояние между упорами на цепи, м; m – число пропусков одного чурака через станок; n – число двойных ходов толкателя или клина.

2.1.2. Конструкции станков для раскалывания древесины

На лесных складах ЛЗП для раскалывания круглых чураков применяют в основном механические цепные и гидравлические станки, а для выработки колотых балансов – комбинированные станки, имеющие фрезерный механизм для удаления коры и луба и нож для выколки гнили из колотых поленьев.

Станок для раскалывания круглых чураков состоит из неподвижного клина, механизма надвигания чурака на клин, механизма возврата полена на повторное раскалывание и станины.

Клин – стальной и неподвижно закреплен на раме станка. Он предназначен для раскалывания чураков на две, четыре, шесть и более частей.

Механизм надвигания чурака на клин может быть механическим в виде цепи с упорами или же гидравлическим. В механизмах надвигания с механическим приводом применяется одно- или двухцепной транспортер с упорами (обычно два упора). Он работает с эксцентричной нагрузкой, поэтому в качестве его тягового органа применяют пластинчатые шарнирно-втулочные цепи. В механизмах надвигания с гидроприводом для надвигания чурака на клин применяется гидроцилиндр, на свободном конце штока которого крепится упор. Для повышения давления в поршневой полости гидроцилиндра при расколке особо крупных чураков применяется гидроусилитель или же для увеличения усилия раскалывания устанавливаются два стандартных гидроцилиндра.

Механизм возврата полена применяется в древокольных станках с механическим приводом механизма надвигания и простым клином для механизации возврата поленьев на повторное раскалывание.

Станина станка сварная, и на ней крепятся все узлы и механизмы станка.

Большинство современных специализированных гидравлических древокольных станков изготавливаются комбинированными с цепной или дисковой пилой для разделки дровяного долготья на коротье перед раскалыванием. Для выноса расколотых поленьев станки комплектуются ленточным транспортером.

Конструкции механических древокольных станков.

Цепной колун **КЦ-7** имеет электродвигатель мощностью 10 кВт, который приводит в действие пластинчатую шарнирно-втулочную цепь с упорами, движущуюся со скоростью 0,5–0,6 м/с. Шаг цепи 160 мм, расстояние между упорами 2,5 м. Колун снабжен маховиком. Один вертикальный клин укреплен неподвижно и имеет переменный угол заострения – начальный 20°, переходящий затем в 30°. Поленья упорами цепи надвигаются на клин и раскалываются на две части. При необходимости раскалывания полена на четыре части необходимо вернуть расколотые пластины на повторное раскалывание. Для устойчивого положения и ориентации по отношению к вертикальному клину полено движется в специальном желобе. Чтобы оно не могло сме-

щаться вверх, лезвие клина имеет уклон 10–15°. Цепные колуны такого типа предназначены для раскалывания поленьев длиной до 1,25 м и диаметром до 0,6 м. Средняя расчетная производительность колуна 12–18 м³/ч.

Дровокольный цепной станок **КЦ-8** предназначен для раскалывания чураков диаметром до 0,6 м и длиной 1,00–1,25 м на две части, а при повторном раскалывании поленьев – на четыре части.

Дровокольный станок КЦ-8 (рис. 2.3) включает в себя станину 1 с лотком 2, привод 3, цепь с упорами 4, раскалывающий клин 5, закрепленный на станине, и механизм возврата 6.

На станке применяется тяговая пластинчатая втулочно-роликовая цепь с шагом 160 мм. Допускаемое усилие в цепи составляет не более 5000 кг, скорость цепи 0,55 м/с. На цепи расположено 2 упора, расстояние между упорами – 2,88 м. Масса станка – 3160 кг, установленная мощность – 11 кВт. Габариты станка 4850×1950×1800 мм.

Производительность станка при среднем диаметре раскалываемых чураков 28 см и длине 1 м составляет 10,8 м³/ч, при диаметре до 24 см и длине 1 м без возврата на повторное раскалывание – 18 м³/ч. Станок обслуживается одним рабочим.

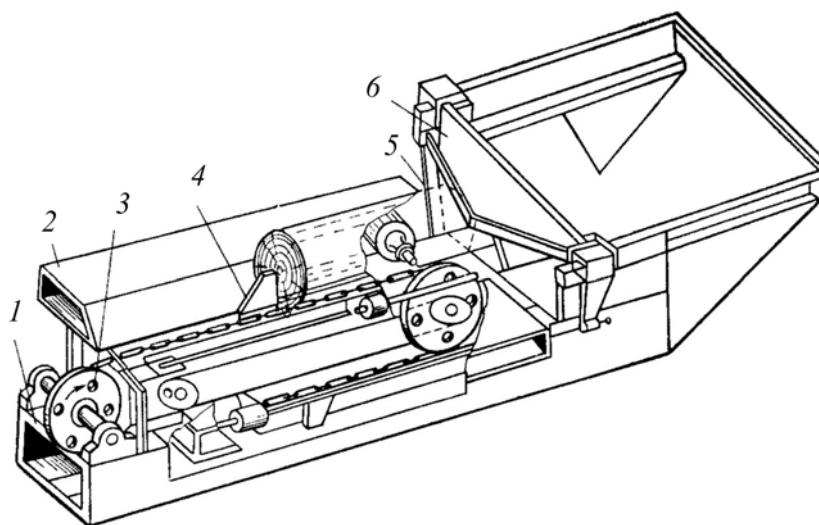


Рис. 2.3. Цепной дровокольный станок КЦ-8

Станок работает следующим образом. Чурак подается на лоток и упором цепи надвигается на раскалывающий клин. Верхняя часть чурака входит в контакт со шторкой механизма возврата и перемещает ее. После раскалывания нижней части чурака верхняя крупная часть чурака возвращается на повторное раскалывание без участия человека.

Конструкции гидравлических древокольных станков.

Гидравлический древокольный станок **КГ-8А** предназначен для раскалывания чураков длиной 1,00–1,25 м и диаметром от 0,15 до 1,00 м на две, четыре или шесть частей, в зависимости от диаметра за один цикл. Станок имеет звездчатый клин и может работать в компоновке с балансирными пилами и ручными электропилами, которыми дровяное долготье распиливают на чураки длиной 1,00–1,25 м, а также в составе поточных линий для разделки низкокачественной древесины на технологические сырье. Толкатель станка приводится в движение с помощью двух силовых гидроцилиндров, ход толкателя – 1400 мм. Наибольшее усилие раскалывания составляет 300 кН. Масса станка 3900 кг. Габариты станка 4600×1000×1540 мм.

Среднее время цикла, необходимое на раскалывание чурака, – 12 с. Общая мощность электродвигателей, установленных на станке, составляет 15 кВт. Управление станком производится дистанционно одним рабочим. Производительность станка при среднем диаметре раскалывания чураков 24 см – 12 м³/ч.

Гидравлический станок КГ-8А (рис. 2.4) состоит из станины 1, толкателя 4, гидропривода с блоком цилиндров 5, ножевого блока 2, направляющей 3, ограждения 6, электрооборудования.

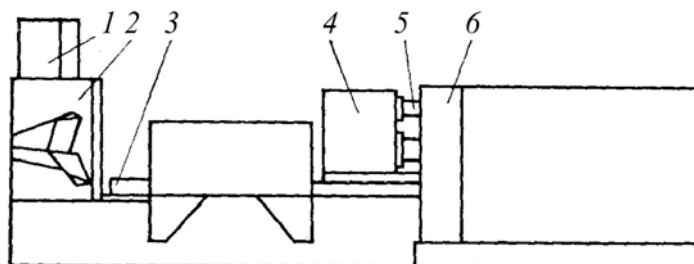


Рис. 2.4. Гидравлический древокольный станок КГ-8А

Гидравлический колун **ЛО-46** (рис. 2.5) может раскалывать чураки длиной до 1,25 м и диаметром до 1,0 м за один ход толкателя на две, четыре или шесть частей в зависимости от диаметра чурака. Колун снабжен крестообразными и звездчатыми клиньями 1, которые в зависимости от диаметра сырья могут перемещаться в вертикальном направлении (при раскалывании полена на две части горизонтальные и наклонные ножи опускаются за пределы зоны раскалывания). Чурак подается в лоток 2 и надвигается на клинья толкателем 3, закрепленным на штоке силового гидроцилиндра 4. После раскалывания толкатель возвращается в исходное положение. Колун снабжен гидроуси-

лителем 5, создающим повышенное давление в поршневой полости гидроцилиндра 4, что позволяет увеличить усилие раскалывания с 60 до 300 кН.

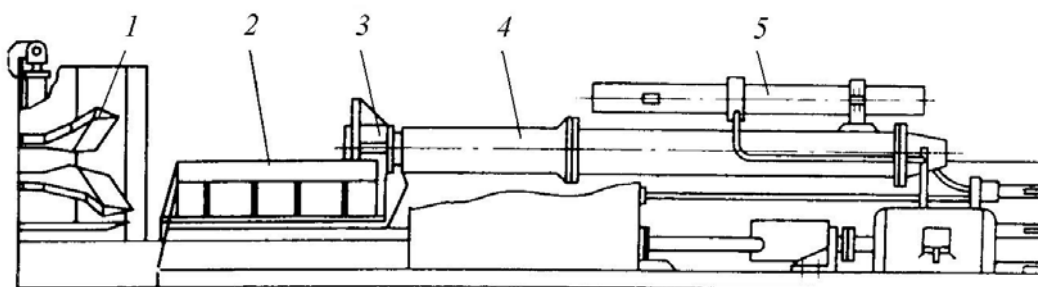


Рис. 2.5. Гидравлический древокольный станок ЛО-46

Скорость перемещения толкателя при раскалывании 0,35 м/с, в обратном направлении – 0,57 м/с. Средняя продолжительность цикла раскалывания одного чурака составляет около 10 с. Мощность электродвигателя, приводящего в действие гидросистему колуна, составляет 17 кВт. Средняя расчетная часовая производительность колуна около 13 м³/ч.

В Республике Беларусь ООО «Маштехсервис» выпускает две модели гидравлических древокольных установок МТС-202 и МТС-204.

Древокольно-разделочная установка **МТС-202** (рис. 2.6) представляет сварную конструкцию, на которую установлена дисковая пила диаметром 0,9 м, предназначенная для разделки дровяного долготья (длиной до 3 м) на мерные заготовки.

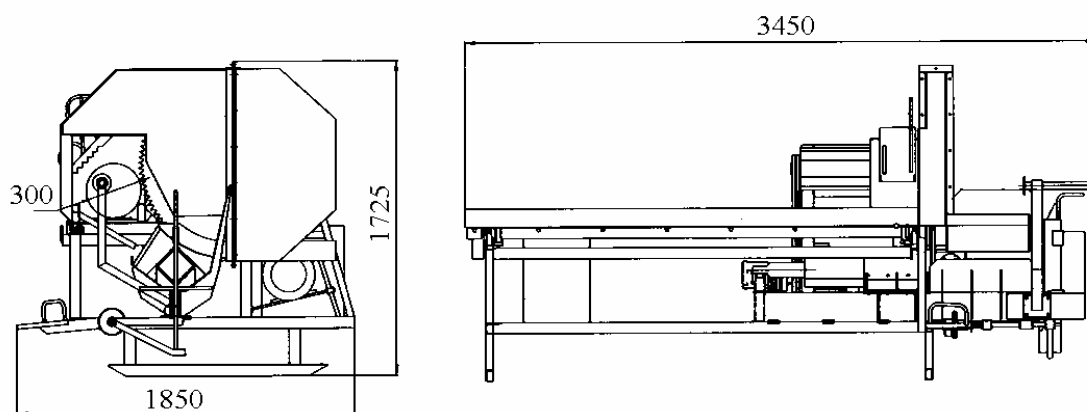


Рис. 2.6. Древокольно-разделочная установка МТС-202

Установка имеет гидростанцию для привода цилиндра, который движет пуансон. Пуансон, в свою очередь, способствует расколу чу-

рака с помощью ножей на две, четыре или шесть частей. Установка может комплектоваться транспортером МТС-203 для загрузки полученных дров в контейнер или прицеп. Максимальная длина раскалываемых чураков 0,5 м, диаметр – 0,3 м. Усилие раскалывания 9 т, потребляемая мощность станка 11 кВт, транспортера – 1,7 кВт, производительность не менее 2 м³/ч. Станок обслуживают двое рабочих.

Установка дровокольная **МТС-204** представляет сварную конструкцию, состоящую из гидростанции, загрузочного и раскалывающего устройств. В отличие от установки МТС-202 она не имеет дисковой пилы и транспортера и может раскалывать чурок длиной до 1,0 м и диаметром до 0,7 м на четыре части с усилием раскалывания 24 т.

При работе электродвигателя масло нагнетается насосом к распределителю, переключая ручки управления которого можно менять направление потока масла к гидроцилиндрам механизма подъема и колуна, совершающих рабочий ход. После рабочего хода оператор переключает распределитель, и масло насосом направляется в штоковую полость гидроцилиндров механизма подъема и колуна, которые совершают ход в исходное положение. Вытесненное масло через распределитель направляется по сливной магистрали в гидробак.

Словенская компания «Tajfun» выпускает дровокольно-разделочные станки RCA-320-2 и RCA-380. Станок **RCA-320-2** предназначен для поперечной разделки древесного сырья диаметром 0,10–0,32 м на коротье с дальнейшей расколкой чураков длиной от 0,25 до 0,50 м. С помощью гидравлического складного подъемника (грузоподъемностью 4,5 кН) бревно поднимается на рабочую высоту и ленточным транспортером подается до ограничителя (механизма отмера длин) на цепную пилу для разделки на чураки (в процессе разделки бревно удерживается прижимными рычагами), которые падают в лоток и надвигаются гидравлическим цилиндром с усилием до 100 кН на клин, где раскалываются на две, четыре или шесть частей. Высота клина в зависимости от диаметра сырья регулируется ручкой на наружной части станка. Для повышения производительности станок имеет два лотка и два гидроцилиндра надвигания чураков на клинья. Толкатели работают попеременно. Расколотые поленья транспортируются 4-метровым ленточным конвейером к месту складирования. Конвейер складной, двухступенчатый с автоматической гидравлической системой натяжения ленты. Скорость ленты регулируется бесступенчато. Станок имеет привод от трактора, устанавливается на трехточечную навеску и управляется одним оператором. Необходимая мощность трактора,

требуемая для привода станка, – 30 кВт. Масса установки составляет 1100 кг, производительность 6–7 м³/ч.

Станок **RCA-380**, в отличие от RCA-320-2, может обрабатывать сырье диаметром 0,10–0,38 м. Он имеет один двухскоростной гидроцилиндр с усилием раскалывания 150 кН. Чураки раскалываются на две, четыре, шесть и восемь частей. Масса установки составляет 1290 кг, производительность 7–10 м³/ч.

Австрийская фирма «Posch» изготавливает горизонтальный гидравлический древокольный станок **Ruck-Zuck E4-400**, предназначенный для раскалывания чураков длиной до 1,08 м. Станок эргономичный, компактный и эффективен на предприятиях с небольшим объемом производства. Привод станка осуществляется от электродвигателя мощностью 4 кВт. Чурак надвигается на клин при помощи гидроцилиндра с толкателем, который создает усилие раскалывания 6,3 т. Скорость рабочего хода 0,12–0,24 м/с, холостого хода – 0,24 м/с. Чурак раскалывается на две или четыре части. Масса станка – 170 кг.

Широко используются в мире станки для колки дров Palax KS 35, Palax Power 70, Palax Power 100S и их модификации.

Palax KS 35 – гидравлический колун, выполняющий две операции: разделку бревна на заготовки заданных размеров и колку их на дрова. Разделка выполняется цепной пилой. Оператор вручную с помощью рычага управляет процессом разделки. Одним рычагом бревно прижимается к подающему столу, вторым – опускается пила. Прижимной упор автоматически включает и выключает подающий ленточный конвейер. Пильная цепь приводится в действие гидромотором.

Базовая комплектация станка включает: автоматическое натяжение клиновых ремней привода пилы; собственную гидросистему с баком емкостью 40 л; устройство автоматической смазки пилы; складной самоочищающийся подающий конвейер; ручную регулировку высоты раскалывающего клина; автоматическое управление скоростью работы гидроцилиндра в зависимости от нагрузки; складной цепной выносной конвейер. Выносной конвейер имеет пять фиксированных направлений выгрузки готовой продукции и подъемную лебедку для перевода в транспортное положение.

Станок изготавливается в двух модификациях: Palax KS 35 TR с приводом от трактора и Palax KS 35 SM с приводом от электродвигателя мощностью 7,5 кВт.

Древокольный станок **Palax Power 70** в отличие от станка Palax KS 35 для разделки долготья на коротье имеет пильный диск с твердосплавными напайками. Управление подачей бревен, разделкой и рас-

калыванием производится с помощью механических рычагов или гидравлического джойстика. Станки изготавливаются с приводом от трактора или электродвигателя мощностью 7,5 кВт.

Palax Power 100S – дровокольный станок с пильным диском для разделки долготья предназначен для профессионального использования на крупных лесозаготовительных предприятиях. Управление подачей бревен, разделкой и раскалыванием производится с помощью гидравлического джойстика. Базовая комплектация кроме перечисленного в предыдущих моделях включает собственную гидросистему с баком на 160 л и гидравлическую регулировку высоты раскалывающего клина.

Станок изготавливается в двух модификациях: Palax Power 100S TR с приводом от трактора и Palax Power 100S SM с приводом от электродвигателя мощностью 15 кВт.

Технические характеристики станков Palax приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики дровокольных станков Palax

Показатели	Модель станка Palax		
	KS 35	Power 70	Power 100S
Максимальный диаметр бревна, м	0,35	0,25	0,40
Длина дров, м	0,25–0,60	0,25–0,60	0,25–0,55
Производительность, м ³ /ч	5–7	5–9	до 15
Диаметр пильного диска, м	–	0,7	1,0
Длина подающего конвейера, м	2,2	2,2	2,4
Длина выгрузочного конвейера, м	4,3	4,3	4,3
Число частей расколки	2/4; 2/6	2/4; 2/6	2/6; 2/8; 12
Усилие раскалывания, т	5,6 или 8	5,6	10 или 16
Масса станка, кг	720	900	1850

В Финляндии выпускают гидравлические дровокольные станки **Јара** серий 60, 60Е, 300, 320, 370, 450 и 700.

Станки Јара 60 аналогичны по конструкции и техническим характеристикам описанному выше станку фирмы «Posch» и выполняют только раскалывание круглых лесоматериалов.

Дровокольные станки всех других серий выполняют еще и разделку сырья гидравлической цепной пилой (Јара 300, 320, 370 и 450) или пильным диском диаметром 700 мм (Јара 700) с приводом от трактора или электродвигателя. Должное внимание уделено безопасности работы в виде установки ограждений и различных ограничителей.

Технические характеристики станков Јара приведены в табл. 2.2.

Технические характеристики древокольных станков Яра

Показатели	Модель станка			
	Яра 300	Яра 320	Яра 370	Яра 450
Максимальный диаметр бревна, м	0,3	0,32	0,37	0,45
Максимальная длина дров, м	0,45	0,60	0,60	0,70
Количество лотков для кряжа	1	2	1	1
Мощность электродвигателя, кВт	4,0	7,5	7,5	15,0
Длина выгрузочного конвейера, м	3,2	3,5; 4,5	3,5; 4,5	2,7; 4,0
Число частей расколки	2/4	2/4; 5	2/4; 5; 6	2/4; 5; 6
Масса станка, кг	407	645	585	2000
Производительность, м ³ /ч	4–8	7–14	4–10	–

Балансово-вырабатывающий станок **Н-10** (рис. 2.7) предназначен для выработки колотых балансов из поленьев от 0,50 до 1,25 м. Гниль с внутренней части расколотого полена 5 срезается кольцевым ножом 4, а кора с периферийной части удаляется фрезой 1, имеющей шесть ножей с криволинейным лезвием. Кольцевой нож в вертикальных направляющих перемещается штурвалом и занимает положение, соответствующее толщине срезаемого слоя гнили. Поленья надвигаются на фрезу и нож по лотку 2 упорами 6 двухцепного транспортера 7. При срезании ножом гнили для гарантированной чистой окорки частично снимается небольшой слой древесины.

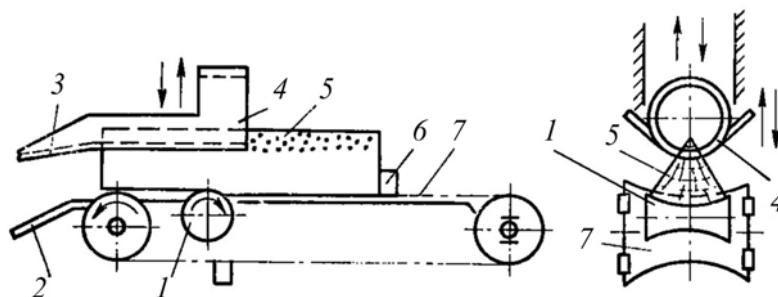


Рис. 2.7. Кинематическая схема балансово-вырабатывающего станка Н-10

Гниль по лотку 3 поступает на ленточный транспортер, кора от фрезерования падает вниз и уносится от станка транспортером, а окоренный колотый баланс поступает на транспортер для выноса готовой продукции. Фреза приводится во вращение электродвигателем мощностью 17 кВт через клиноременную передачу. Скорость перемещения поленьев транспортером надвигания 0,4 м/с, мощность электродвигателя 7,5 кВт. Производительность станка 4–6 м³/ч (по сырью).

Аналогично станку Н-10 устроены станки для колотых балансов **Н-8** и **АБС-2**. Отличие станка Н-8 заключается в наличии автоматизированной системы подъема кольцевого ножа, а станка АБС-2 – в наличии горизонтального плоского ножа.

2.1.3. Техника безопасности при работе на древокольных станках

При работе на древокольных станках пускать чурак на раскалывающий клин следует только при полной скорости цепи. Запрещается направлять чурак рукой за торец; во время работы не разрешается приближаться к раскалывающему клину, так как расколотое полено может отлететь в сторону. К работе на древокольных станках и станках по выколке гнили допускаются лица, прошедшие подготовку и имеющие удостоверение. Оператор обязан следить за рабочими поверхностями узлов станка. Не допускается утечка масла из узлов гидропривода. Перемещение частей, приводимых от гидропривода, должно происходить без вибраций, резких толчков и ударов; в гидро- и электросистемах должны быть отрегулированы измерительные, предохранительные и аварийные устройства. Станки должны быть заземлены, иметь сигнализацию, вращающиеся части должны быть ограждены. Уборку рабочего места и станка следует проводить при отключенной электросистеме. Рабочие должны находиться в спецодежде и строго соблюдать правила безопасной работы.

Контрольные вопросы

1. Понятие и назначение раскалывания лесоматериалов.
2. Типы древокольных станков.
3. Охарактеризуйте раскалывающие ножи.
4. Как найти максимальное и среднее усилия раскалывания чурака?
5. Производительность древокольных станков непрерывного и периодического действия.
6. Оборудование, применяемое для раскалывания круглых лесоматериалов.
7. Назовите основные узлы древокольных станков.
8. Расскажите о принципе действия гидравлического древокольно-разделочного станка.
9. Основные требования техники безопасности при работе на древокольных станках.

3. ПРОИЗВОДСТВО ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Цель занятия: ознакомление с видами и способами продольной распиловки лесоматериалов и поперечной распиловки пиломатериалов; детальное изучение конструкций лесопильного оборудования, применяемого на лесозаготовительных предприятиях, и правил его эксплуатации; приобретение навыков в расчетах лесопильного оборудования.

Тема «Производство пиломатериалов» включает три лабораторные работы.

3.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ВИДЫ И СПОСОБЫ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ. ЛЕСОПИЛЬНЫЕ РАМЫ

Структура отчета.

1. Виды и способы продольной распиловки лесоматериалов.
2. Классификация оборудования для продольной распиловки лесоматериалов, его достоинства и недостатки.
3. Устройство и принцип действия лесопильных рам, основные технические характеристики оборудования.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на лесопильных рамах.
5. Расчет параметров лесопильных рам.

3.1.1. Виды и способы продольной распиловки лесоматериалов

Часть заготовленных круглых лесоматериалов на лесных складах лесозаготовительных предприятий подвергается механической переработке на различные пиломатериалы. В результате продольной распиловки получают пластины (сегменты), четвертины, двухкантные, трехкантные (лафеты) и четырехкантные (чистообрезные) брусья, бруски, обрезные и необрезные доски, шпалы, горбыли и рейки.

Продольную распиловку можно производить по индивидуальному, программному и обезличенному методам раскроя. *Индивидуальный* раскрой производится на однопильных станках (ленточных и круглопильных); *программный* – на ленточных и круглопильных станках с автоматизированным программным управлением; *обезличенный* – на вертикальных лесопильных рамах и многопильных ленточных и круглопильных станках.

В зависимости от характера движения пилы и бревна (кряжа) в процессе его продольной распиловки различают станки:

– *периодического действия*, в которых пиление происходит при поступательном движении кряжа или же пилы только в одну сторону, а обратные ходы являются холостыми;

– *непрерывного действия*, в которых распиливаемое сырье непрерывно движется в одном направлении; они могут быть однопильными и многопильными (чаще всего) и являются наиболее производительными.

Для продольного раскроя бревен и брусьев применяются лесопильные рамы, ленточнопильные, круглопильные и агрегатные (фрезерно-пильные и фрезерно-брусующие) станки. Этот тип оборудования называется головным лесопильным оборудованием, каждый из которого характеризуется схемой резания, видом дереворежущего инструмента и имеет свои достоинства и недостатки.

Технология лесопиления с использованием лесопильных рам требует оборудования многотонного фундамента и подсортировки пиловочника минимум по 12 типоразмерам диаметра для оптимизации коэффициента выхода пиломатериалов и соответствующей перенастройки постава пил. Имеет плохую геометрию доски и высокую шероховатость ее поверхности. Не эффективна при выпилке досок радиального распила в основном по причине плохой точности. Ширина пропила бревнопильных лесопильных рам составляет 5–6 мм. Большинство распространенных лесопильных рам не могут перерабатывать крупномерные лесоматериалы диаметром более 70 см. Коэффициент выхода готовой продукции по обрешному пиломатериалу около 50–55%.

Однако такая технология имеет отличную стабильность резания, за счет коллективного резания – хорошую производительность, неприхотлива в обслуживании, не требует высокой квалификации операторов станков. Рекомендуется применять при наличии собственной лесозаготовки и большого количества дешевого сырья средней толщины. Такая технология лидирует среди всех технологий по производству необрезного пиломатериала среднего качества. Точность выпускаемого пиломатериала может быть улучшена за счет качественной подготовки рамных пил.

Ленточнопильная технология. Пиление осуществляется стальной лентой, сваренной в кольцо, которая имеет зубья, нарезанные с одной или двух сторон. Такое оборудование имеет главное противоречие: для вращения лента должна быть достаточно гибкой и в то же

время достаточно твердой, чтобы долго резать без затупления. Для этого зубья закаливают или приваривают из другого металла. Различают станки с узкой (шириной 20–60 мм) и с широкой лентой (100–300 мм). Зубья на узкой ленте разводятся, а широкая лента имеет плющенные зубья.

Ленточнопильные станки могут распиливать бревна больших диаметров – 0,7–1,5 м, не требуют оборудования фундамента, имеют небольшую ширину пропила – 2–3 мм, эффективно перерабатывают твердолиственные породы. На ЛЗП чаще применяются однопильные ленточные станки, выполняющие индивидуальный раскрой, что позволяет работать без подсортировки бревен. Такая технология имеет самый высокий коэффициент выхода готовой продукции по обрезным пиломатериалам – до 75%. Станки небольшой мощности (7–20 кВт) с узкой лентой производительностью около 5 м³ в смену относительно недорогие. Станки среднего класса с лентой шириной 100–130 мм имеют сменную производительность до 10–15 м³, однако стоят в несколько раз дороже. Станки с узкими лентами плохо распиливают древесину, загрязненную механическими примесями и мерзлую, выдают волнистую доску, причем пила тупится уже после нескольких пропилов загрязненного бревна. Одна узкая лента может распилить около 10–15 м³ бревен и приходит в негодность. Поэтому такая технология имеет самую высокую удельную стоимость инструмента на 1 м³ выпускаемой продукции (стоимость инструмента за весь срок эксплуатации оборудования составляет около 30% стоимости станка) и среднюю стабильность резания. При некачественном изготовлении шкивов или их износе резко снижает срок эксплуатации ленточной пилы. После 2–3 ч пиления ленточную пилу необходимо снять на сутки для сохранения усталостной прочности. На практике получается, что для обеспечения двухсменной работы станка с узкой лентой необходимо в среднем около 100 пил в год. Требуется высокая квалификация операторов при пилении и подготовке дереворежущего инструмента. При неквалифицированной и неосторожной работе возрастает вероятность обрыва ленты. Для ремонта ленты используют достаточно дорогостоящие сварочные аппараты. Их применение позволяет сваривать ленту буквально из метровых кусков и таким образом продлевает ее срок эксплуатации, существенно уменьшая расходы на инструмент. Все преимущества ленточнопильной технологии при промышленном использовании начинают проявляться с использованием ленты шириной более 100 мм, такие ленты имеют стеллитированные зубья и эффективно распиливают загрязненную и мерзлую древесину.

Стоят такие пилы в 7–8 раз дороже узких, но могут в течение срока службы выпилить до 300 м³ обрезных пиломатериалов. Однако такие пилы требуют целого комплекса оборудования для поддержания их в рабочем состоянии, сравнимого по стоимости с самим станком. Следует отметить, что это самая дорогостоящая технология, требующая достаточно высокой квалификации обслуживающего персонала. Станки с широкой лентой рекомендуется использовать в качестве станков первого ряда при наличии крупномерного и дорогостоящего сырья, когда на первый план выступает экономичность его переработки. Ленточнопильные станки с узкой лентой целесообразно применять в качестве станков второго ряда, в том числе многоголовочные ленточнопильные станки.

Циркулярная, круглопильная технология.

Вертикальнопильные циркулярные станки.

В настоящее время циркулярные бревнопильные станки типа Кара, Лаймет, Слайдтек и другие позволяют выпускать пиломатериалы экспортного качества с точностью до 1–2 мм.

Все они, как правило, используют пилы диаметром 0,9–1,1 м. Одна пила в течение срока эксплуатации способна выпилить до 3000 м³ обрезных пиломатериалов (соответственно имеет низкие затраты на инструмент), затачиваться она может прямо на станке. Однако примерно раз в неделю пила требует балансировки и формирования зубьев на полуавтоматическом заточном станке, например ТчПА-7. Стальные пилы тупятся достаточно быстро. Зимой требуют заточки 2 раза в смену, а летом до 4–5 раз в смену. Возможно использование твердосплавных и стеллитированных пил, причем твердосплавные пилы лучше применять летом, а стеллитированные – зимой. Однако поломка нескольких твердосплавных наконечников потребует заводского ремонта всей пилы и переточки всех наконечников по всем четырем граням. Поддержание инструмента в рабочем состоянии и выработка доски с экспортной геометрией требуют наличия квалифицированного пилопра. Высота резания пилы диаметром 1,1 м составляет 42 см, что позволяет легко пилить бревна толщиной до 44–46 см. Если есть необходимость в распиловке больших диаметров пиловочника, применяются станки с верхней подрезной пилой. Это позволяет пилить бревна диаметром до 70 см и более. Ширина пропила составляет 4–7 мм. Однопильные бревнопильные станки выполняют индивидуальный раскрой, и подсортировка по диаметрам может не производиться. Коэффициент выхода готовой продукции по обрезным пиломатериалам реально 45–55%. Циркулярная технология имеет самую высокую ско-

рость резания. Стабильность резания высокая при небольшом механическом загрязнении кряжа. Производительность при механизации околостаночного оборудования до 15 м³ обрезного пиломатериала в смену. Такие станки целесообразно применять для создания производств малой и средней мощности в качестве базового элемента первого ряда. Эффективна как для изготовления готового обрезного пиломатериала, так и для развала бревна на брусья с целью дальнейшей их переработки на высокоэкономичных ленточнопильных многоголовочных станках. Может служить также и станком второго ряда при объединении с такими же станками, стоящими в первом ряду.

Углопильные циркулярные станки.

Углопильные круглопильные станки представляют собой сразу две-три пилы, установленные под углом 90° друг к другу (например, станки «Гризли», ДП-1200 и др.) или станки с единственным поворотным пильным диском (словацкие УН500 и УР700). Станки данного класса имеют ряд преимуществ: могут распиливать бревна диаметром более 1 м, имея выход готовой продукции до 65%; используют пилы диаметром 0,5–0,8 м с твердосплавными наконечниками и сравнительно невысокой стоимости; эффективно распиливают загрязненные кряжи; требуют заточки один раз в сутки и реже; распиливают доску радиального распила с хорошим выходом готовой продукции по радиальным пиломатериалам (50%); имеют высокую точность распиловки в 1 мм.

Однако данные станки требуют использования дорогостоящего специализированного заточного оборудования и имеют низкую производительность (около 5 м³ в смену).

Целесообразно применять для переработки крупномерных лесоматериалов, и в первую очередь для производства пиломатериалов радиального распила.

Горизонтальнопильные циркулярные станки.

Недавно появилась еще одна разновидность круглопильных бревнопильных станков, подтверждающая то, что возможности циркулярной технологии далеко не исчерпаны. Это станки с горизонтальным расположением двух пил в одной плоскости (словацкий станок КР58, российский «Барс ДГ» и др.).

Станки достаточно мощные и могут обрабатывать бревна диаметром до 60 см при диаметре пил 0,5–0,8 м.

Технология работы аналогична работе на горизонтальном ленточнопильном станке, бревно необходимо кантовать для получения об-

резного пиломатериала. Однако нет необходимости часто менять пилы, они работают не менее 24 ч без заточки.

Производительность станка при использовании загрузчика и кантователя бревен может достигать 15 и более метров кубических в смену. Обеспечивается хорошее качество поверхности и геометрия пиломатериала.

Необходимо, однако, учесть, что это станок тупикового типа, т. е. он не выполняет функцию транспортировки пиломатериалов по цеху. Целесообразно применять для переработки пиловочника среднего диаметра на пиломатериалы смешанной распиловки экспортного качества. Может заменять в первом ряду ленточные станки. Является наиболее эффективным среди циркулярных станков по выработке необрезных пиломатериалов, а при использовании кантователя может вырабатывать готовые обрезные пиломатериалы.

Выбор лесопильного оборудования.

Необходимо отметить, что универсальной технологии лесопиления нет. Станки следует подбирать с учетом различных критериев оценки лесопильного оборудования, к которым относятся: производительность лесопильного цеха; сумма инвестиций, рентабельность производства; сырьевая база; породы и диаметры пиловочника, перерабатываемые станком; выпускаемая продукция; стоимость и спрос на нее; экспортная геометрия; выход готовой продукции; необходимость подсортировки пиловочника; площадь цеха; рабочая температура станков; частота замены и стоимость пил; сложность обслуживания пил; квалификация рабочих на подготовке дереворежущего инструмента, необходимое оборудование для подготовки пил; выполняет ли станок функции транспортера продукции по цеху; квалификация операторов станков; ремонтпригодность и стоимость запчастей; сложность обслуживания самого станка; необходимость фундамента; срок службы станка.

3.1.2. Лесопильные рамы

Лесопильными рамами называются станки, распиливающие бревна и брусья с помощью полосовых пил, натянутых в пильной рамке, совершающей возвратно-поступательное движение. В зависимости от расположения пильной рамки лесопильные рамы бывают вертикальные и горизонтальные; по количеству шатунов – одно- и двухшатунные; по этажности – одно- и двухэтажные; по способу подачи – с непрерывной и толчковой (за рабочий или холостой ход) подачей; по числу оборотов главного вала – тихоходные (менее 250 об/мин) и бы-

строходные (более 250 об/мин); по назначению – общие (бревнопильные) и специальные (коротышевые, тарные).

Лесопильные рамы являются многопильными станками с непрерывной подачей. На лесных складах ЛЗП получили применение вертикальные одно- и двухэтажные лесопильные рамы. Распиловка бревен на лесопильных рамах может производиться вразвал или с брусковкой. При работе лесопильной рамы вразвал бревна сразу распиливаются на доски требуемой толщины. При работе с брусковкой бревна сначала распиливаются на брусья (с одновременным получением двух-четырех подгорбыльных досок), а затем в следующую смену или на второй лесопильной раме брусья распиливаются на доски.

Основными узлами лесопильных рам являются (рис. 3.1, *а*, *б*): механизм резания (состоящий из пильной рамки 9 с укрепленными в ней пилами 4, приводящейся в действие от кривошипно-шатунного механизма 8) и механизм подачи (состоящий из нижних 3 и верхних 5 подающих валцов), установленные в станине рамы.

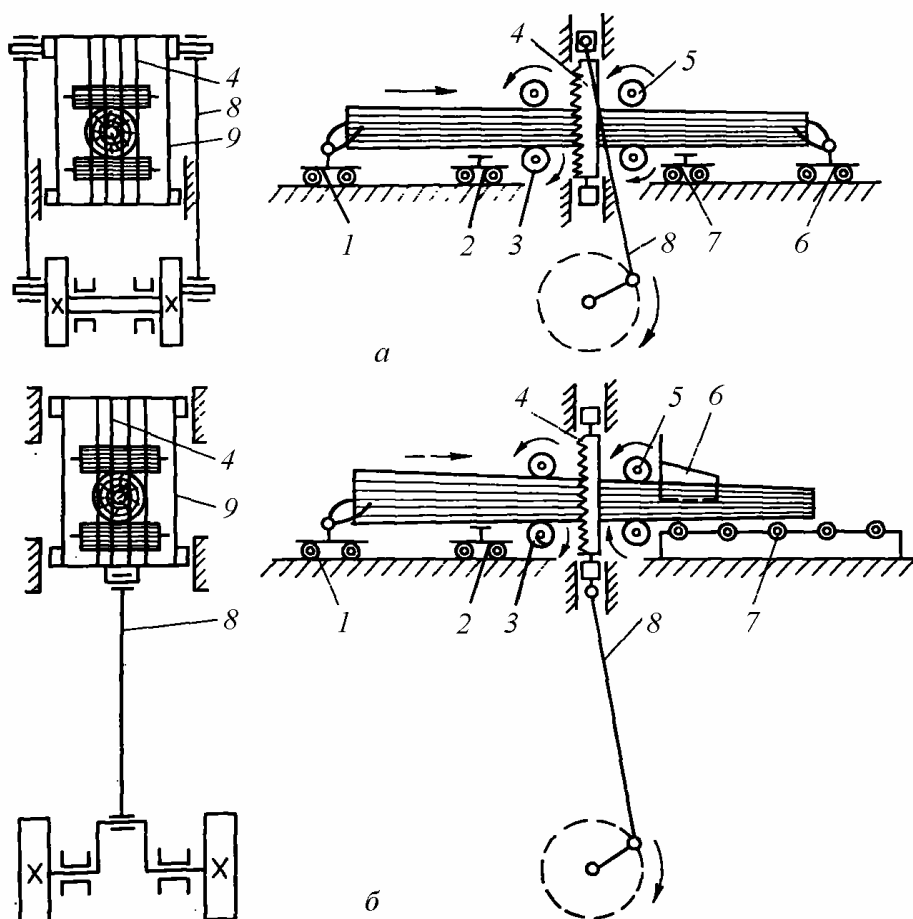


Рис. 3.1. Схемы лесопильных рам: *а* – двухшатунная; *б* – одношатунная

Кроме того, лесопильные рамы снабжаются околорамным вспомогательным оборудованием: для подачи бревен – тележками 1 и 2, а для приемки пиломатериалов – тележками 6 и 7 (рис. 3.1, а) или рольгангом 7 и направляющими ножами 6 (рис. 3.1, б).

Механизм резания. Режущими инструментами в лесопильных рамах являются прямые пилы, совершающие возвратно-поступательное движение. Требуемая длина рамных пил определяется по формуле

$$L_{\text{п}} = S_{\text{п}} + d_{\text{к}} + e,$$

где $S_{\text{п}}$ – ход пильной рамки; $d_{\text{к}}$ – диаметр наибольшего бревна в комле; e – запас, равный 0,10–0,15 м.

Наиболее часто применяют рамные пилы длиной 1,25 и 1,60 м. Ширина пил составляет $B_{\text{п}} = (0,10–0,15)L_{\text{п}}$, а толщина $s = 2–2,5$ мм. Зубья рамных пил имеют такую же форму, как и у круглых пил для продольной распиловки (рис. 3.2). У зубьев угол наклона $\alpha_{\text{к}} = 28^\circ$, угол заострения $\beta_{\text{к}} = 47^\circ$ и угол резания $\delta_{\text{к}} = 75^\circ$, шаг зубьев $t = (10–16)s$, а высота $h = (0,7–0,9)t$.

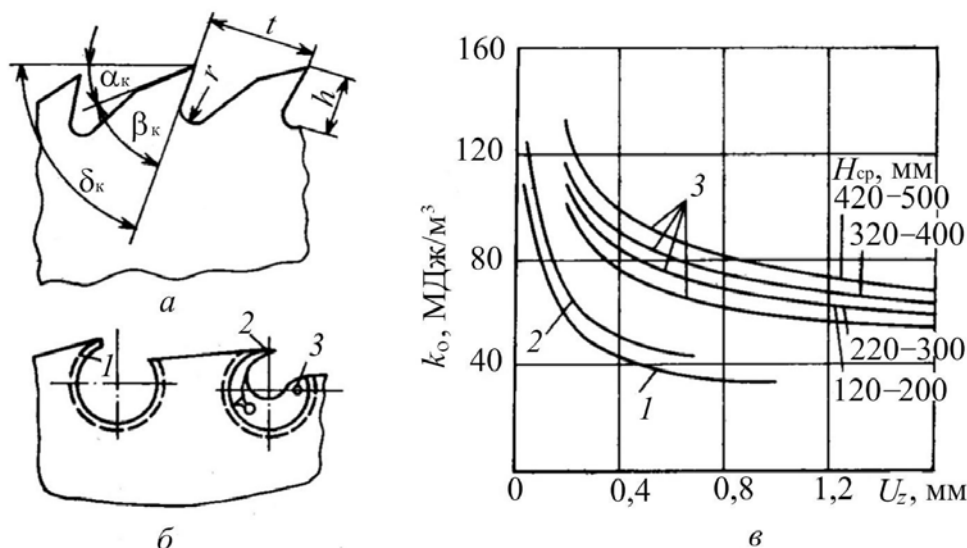


Рис. 3.2. Зубчатые венцы пильных полотен лесопильных рам и круглых пил для продольной распиловки: а – с ломаной спинкой; б – со вставным зубом; в – графики основных значений удельной работы резания k_0 при продольной распиловке воздушносухой сосны острой пилой с разведенными зубьями; 1 – круглой пилой; 2 – ленточной; 3 – рамной

Зубья разводят или расплющивают. Величина развода c на сторону составляет: при пилении твердой древесины $c = 0,4–0,5$ мм, мягкой древесины $c = 0,50–0,75$ мм. Уширение расплющенного зуба равно 0,8–1,3 мм. Для тарных лесопильных рам (распиливающих

тонкомерные кряжи и имеющих малый ход пильной рамки) применяют пилы с $L_{\text{п}} = 0,6$ м и $s = 1-1,4$ мм.

Главный вал рамы делают коленчатым либо снабжают маховиками с пальцами кривошипа, он вращается с постоянной скоростью $\omega = 23-38$ рад/с (215–360 об/мин). У некоторых лесопильных рам с малым ходом пильной рамки скорость вращения вала доходит до 62–73 рад/с (600–700 об/мин). В зависимости от числа шатунов, двигающих пильную рамку, лесопильные рамы делят на двухшатунные (рис. 3.1, а) и одношатунные (рис. 3.1, б). Высота двухшатунных лесопильных рам невелика, и они расположены в одном этаже; одношатунные рамы значительно выше двухшатунных и расположены в двух этажах.

Пильная рамка (рис. 3.3) состоит из двух поперечин и двух соединяющих их стоек. В одношатунных рамах шатун крепится к нижней поперечине, а в двухшатунных – к верхней по обе стороны стоек. Расстояние между стойками пильной рамки называется просветом, он ограничивает размеры поперечного сечения распиливаемых лесоматериалов. В верхней и нижней поперечинах сделаны пазы для подвесок (карабинов) пил при установке их в рамку. После установки пил в рамку их натягивают клиньями и эксцентриками.

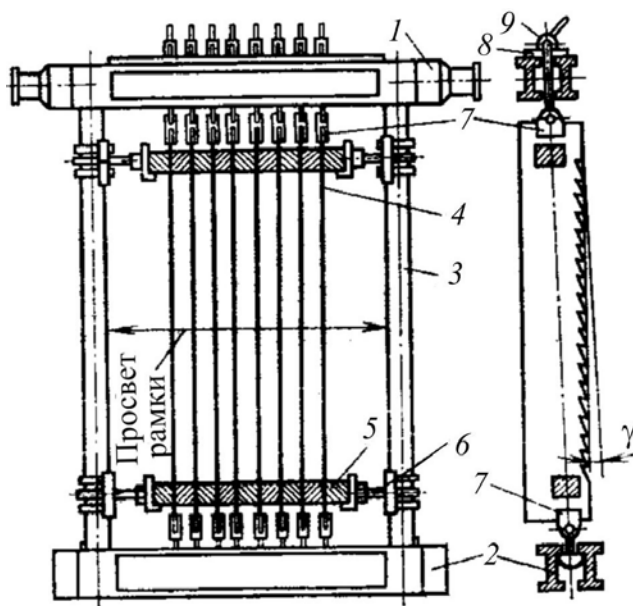


Рис. 3.3. Пильная рамка: 1, 2 – верхняя и нижняя поперечины; 3 – стойка; 4 – рамные пилы; 5 – прокладка; 6 – струбцина; 7 – подвеска пилы (карабин); 8 – клин; 9 – эксцентрик

В пильной рамке установлена группа пил (до 16), расположенных одна от другой на определенном расстоянии. Такую группу называют **поставом**, он зависит от схемы раскроя лесоматериала. Более толстые пилы размещают посередине, а тонкие – по краям постава. Пилы друг от друга отделены прокладками, весь постав стянут струбцинами.

Толщина межпилных прокладок определяется по формуле

$$b_1 = m + y + 2c,$$

где m – номинальная толщина доски; y – припуск на усушку; c – величина развода на сторону.

Крайние прокладки подбирают такой толщины, чтобы постав пил был расположен симметрично относительно просвета пильной рамки. Пиление в лесопильной раме происходит только при движении пильной рамки сверху вниз. Ход пильной рамки снизу вверх является холостым.

Скорость резания v в лесопильных рамах является величиной переменной: в верхней и нижней мертвых точках (ВМТ и НМТ) она равна нулю, а при нахождении пильной рамки в среднем положении достигает:

$$v_{\max} = 0,55 \cdot S_{\text{п}} \cdot \omega,$$

где $S_{\text{п}}$ – ход пильной рамки, м; ω – угловая скорость пальца кривошипа, рад/с.

Средняя скорость резания $v_{\text{ср}}$, м/с, определяется по формуле

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{п}} \omega}{\pi}.$$

В связи с изменением скорости движения пильной рамки появляются соответствующие ускорения и силы инерции, которые зависят от частоты вращения главного вала. Увеличение этой частоты ведет к резкому росту нагрузки на элементы пильного механизма (поперечины и стойки пильной рамки, пальцы, шатун и т. п.), что значительно усложняет конструкцию лесопильной рамы.

При определении мощности, необходимой для пиления лесопильной рамой, учитывают, что пиление производится одновременно несколькими пилами и скорость подачи переменна.

Мощность, необходимая для пиления, определяется по формуле

$$N_{\text{п}} = \frac{k \cdot b \cdot \sum H \cdot u_{\text{ср}}}{\eta_{\text{п}}},$$

где k – удельная работа резания, Дж/м³; b – ширина пропила одной пилы, м; $\sum H$ – сумма высот пропила, м; $u_{\text{ср}}$ – средняя скорость подачи, м/с; η_p – КПД передачи от двигателя к пильной рамке.

В связи с тем, что в некоторых лесопильных рамах бревно подается не непрерывно, а толчками, принято учитывать не среднюю скорость подачи $u_{\text{ср}}$, а величину пути, проходимого бревном за два хода пильной рамки (один оборот главного вала). Эта величина называется посылкой Δ и измеряется в метрах на один оборот.

Средняя скорость через посылку выражается по формуле

$$u_{\text{ср}} = \frac{\Delta \cdot \omega}{2\pi}.$$

Тогда мощность N_p , Вт, расходуемая на пиление, определяется по формулам:

$$N_p = \frac{k \cdot b \cdot \sum H \cdot \Delta \cdot \omega}{(2\pi \cdot \eta_p)} \quad \text{или} \quad N_p = \frac{k \cdot b \cdot \sum H \cdot \Delta \cdot n}{\eta_p},$$

где n – частота вращения главного вала лесопильной рамы, об/с.

Сумма высот пропилов определяется из выражения

$$\sum H = H_{\text{ср}} \cdot z_{\text{п}} = a_1 \cdot d_{\text{ср}} \cdot z_{\text{п}},$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя высота пропила; $z_{\text{п}}$ – число пил в поставе; a_1 – коэффициент, при распиловке бревен вразвал принимается $a_1 = 0,75$, с брусковой $a_1 = 0,6$, при распиловке бруса $a_1 = 0,95-1$; $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр бревна или высота бруса.

Удельная работа резания определяется по формуле

$$k = k_0 \cdot a_{\text{п}} \cdot a_{\text{в}} \cdot a_{\text{р}} \cdot a_{\text{т}} \cdot a_{\text{з}},$$

где k_0 – основное значение удельной работы резания, Дж/м³; $a_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент на породу (для осины $a_{\text{п}} = 0,8$, ели – $0,9-1,0$, сосны – $1,0$, лиственницы – $1,1$, березы – $1,2-1,3$, дуба – $1,5-1,6$); $a_{\text{в}}$ – поправочный коэффициент на влажность (при распиловке воздушно-сухой древесины $a_{\text{в}} = 1$, для свежесрубленной $a_{\text{в}} = 0,85-0,90$); $a_{\text{р}}$ – поправочный коэффициент на затупление пилы ($a_{\text{р}}$ – от 1 при острых зубьях пилы в начале работы, до 1,8 после 5–6 ч работы); $a_{\text{т}}$ – поправочный коэффициент на температуру (при положительной температуре $a_{\text{т}} \approx 1$, при температуре от минус 10°C $a_{\text{т}} = 1,3-1,5$); $a_{\text{з}}$ – поправочный коэффициент, для пил с разведенными зубьями принимается $a_{\text{з}} = 1$, для плюсовых зубьев $a_{\text{з}} = 1,1$.

Основное значение удельной работы резания определяется по графику (рис. 3.2) или по эмпирической формуле, действительной для подачи на один зуб $u_z = 0,2-1,6$ мм:

$$k_0 = \frac{64 \cdot 10^5}{u_z^{0,33}} + 59 \cdot 10^6 (H_{\text{ср}} - 0,26),$$

где k_0 – основное значение удельной работы резания, Дж/м³; u_z – подача на один зуб, м; $H_{\text{ср}}$ – средняя высота пропила, м.

Величина подачи на один зуб u_z , м, определяется из выражения

$$u_z = t \cdot \Delta / S_{\text{п}},$$

где t – шаг зубьев пилы, м; $S_{\text{п}}$ – ход пильной рамки, м.

Установочная мощность двигателя пильного механизма лесопильной рамы принимается равной N_p .

При заданной мощности двигателя величина допустимой посылки Δ , м/об, определяется по формулам

$$\Delta \leq \frac{N_p \cdot \eta_p \cdot 2\pi}{k \cdot b \sum H \cdot \omega} \quad \text{или} \quad \Delta \leq \frac{N_p \cdot \eta_p}{k \cdot b \sum H \cdot n}.$$

Величина допустимой посылки ограничивается не только мощностью двигателя, но и прочностью зубьев пилы, а также требованием к качеству пропила:

$$\Delta \leq u_{z_{\text{доп}}} \frac{S_{\text{п}}}{t},$$

где $u_{z_{\text{доп}}}$ – допустимая величина посылки на один зуб, м (для мягких пород $u_{z_{\text{доп}}} = 1,2$ мм, для твердых – 0,8 мм).

При расчете допустимых посылок необходимо также учитывать условия размещения опилок в межзубовых впадинах:

$$\Delta \leq \frac{t \cdot \Theta_1 \cdot S_{\text{п}}}{\sigma \cdot H},$$

где Θ_1 – коэффициент площади межзубовой впадины (для рамных пил $\Theta_1 = 0,35-0,55$); σ – коэффициент объема опилок, $\sigma = 0,8-1,2$; H – наибольшая из высот пропила при распиловке бревна или бруса, м.

Средняя сила резания за один оборот главного вала при пилении рамными пилами определяется по формуле

$$P_{\text{ср}} = \frac{k \cdot b \sum H \cdot \Delta}{2 \cdot S_{\text{п}}}.$$

Средняя сила резания за рабочий ход пильной рамки

$$P_p = \frac{k \cdot b \sum H \cdot \Delta}{S_{\Pi}}.$$

Сила отжима P_o при работе лесопильных рам определяется по формуле $P_o = \alpha_o \cdot P_p$, где α_o – коэффициент, зависящий от формы и степени затупления зубьев пилы, $\alpha_o = 0,2-1$, причем меньшие значения для острых пил и при большей подаче на зуб.

Механизм подачи. Лесопильные рамы имеют непрерывную или толчковую подачу. При непрерывной подаче бревно движется непрерывно с постоянной скоростью подачи u . Отношение u/v в этом случае непостоянно, так как $u = \text{const}$, а v – переменна, вследствие чего траектории вершин зубьев по отношению к древесине криволинейны и толщина стружки все время меняется. В рамах с толчковой подачей бревно движется только во время рабочего либо только во время холостого хода рамы, подача при этом осуществляется через кривошипно-шатунный механизм и, следовательно, ее скорость изменяется по тому же закону, по которому изменяется и скорость резания, т. е. $u/v = \text{const}$. Вследствие этого траектории зубьев пилы по отношению к древесине являются прямыми линиями, и толщина стружки остается все время постоянной. Чтобы при холостом ходе зубья не надавливали на дно пропила, рамным пилам дается уклон i . Величина уклона (рис. 3.4, в), замеренная на длине хода пильной рамки, определяется в зависимости от типа подачи и величины посылки: для лесопильных рам с толчковой подачей за рабочий ход $i = a$ (уклон пил постоянный при любой посылке); для лесопильных рам с толчковой подачей за холостой ход $i = \Delta + a$; для лесопильных рам с непрерывной подачей $i = 0,5\Delta + a$. В этих выражениях a – постоянная величина, $a = 2-4$ мм.

Толчковая подача за рабочий ход имеет ряд существенных преимуществ: постоянство толщины стружки, независимость уклона пил от величины посылки (благодаря чему можно менять Δ , не останавливая раму), небольшой уклон и, следовательно, равномерное натяжение полотен пил, отсутствие трения спинок зубьев по дну пропила при холостом ходе. При толчковой подаче за холостой ход уклон пил является переменным, в связи с чем перечисленные выше преимущества теряются. Основными недостатками толчковой подачи являются большие инерционные усилия, действующие на бревно. При частоте вращения главного вала $n > 250$ об/мин эти усилия настолько возрастают, что бревно не успевает останавливаться и начинает двигаться с почти постоянной скоростью.

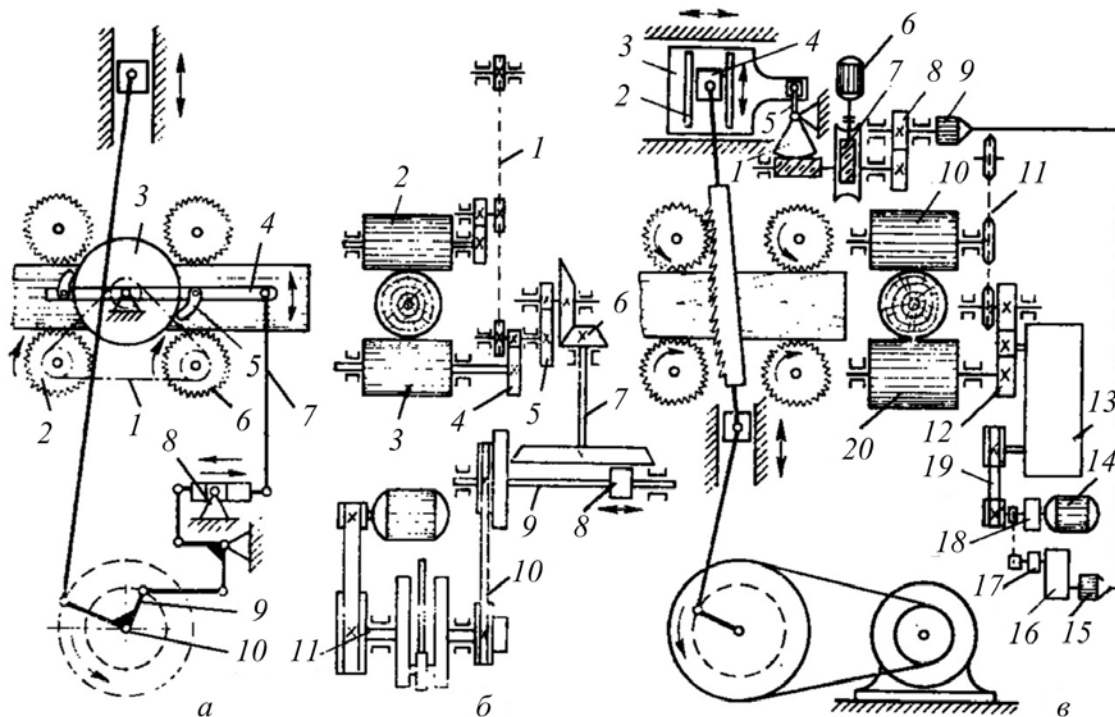


Рис. 3.4. Схемы механизмов подачи лесопильных рам: а – толчковая подача; б, в – непрерывная

При *непрерывной подаче* в подающем механизме не возникает сил инерции, и он надежно работает даже при большой частоте вращения главного вала рамы. Недостатками непрерывной подачи являются: изменение толщины стружки в процессе пропила, скобление спинок зубьев пилы по дну пропила в начале холостого хода, значительный уклон пил, зависящий от посылки. Поэтому на тихоходных лесопильных рамах ($n < 250$ об/мин) применяют обычно толчковую подачу за рабочий ход, а на быстроходных рамах ($n > 250$ об/мин) – непрерывную подачу.

Бревно на пилы в лесопильных рамах подается при помощи четырех вальцов (двух верхних и двух нижних). В коротышевых рамах для распиловки кряжей длиной 0,8–1 м число вальцов увеличивают до восьми. Нижние вальцы всегда делают приводными, верхние могут быть и неприводными. Для лучшего сцепления с бревном на поверхности вальцов имеются шипы или ребра. Прижим верхних вальцов происходит под действием их веса, а иногда специальных гидравлических или пневматических прижимных устройств. Подъем верхних вальцов производится вручную, а также при помощи пневматического, гидравлического или электрического привода с дистанционным либо автоматическим управлением.

При толчковой подаче (рис. 3.4, а) вальцы 2 и 6 получают вращение от главного вала 10 через контркривошип 9, систему тяг 7, коромысло 4 с подающей собачкой 5, фрикционное колесо 3 и цепную передачу 1. Изменение угла поворота вальцов за оборот главного вала (следовательно, и величины посылки Δ) достигается перемещением кулисы 8.

При непрерывной подаче (рис. 3.4, б) вращение от главного вала 11 передается к вальцам 2 и 3 через ременную передачу 10, горизонтальный вал 9, бесступенчатый фрикционный лобовой вариатор 8, вертикальный вал 7, конические 6 и цилиндрические 4 и 5 шестерни. Привод верхних вальцов при любом их положении по высоте осуществляется через роликовую цепь 1. При передвижении бегунка лобового вариатора вдоль шлицевого вала 9 можно изменять величину Δ .

В современных лесопильных рамах с непрерывной подачей вальцы приводятся во вращение от отдельного электродвигателя. Изменение величины посылки в этом случае осуществляется при помощи электромагнитной муфты скольжения или двигателя постоянного тока с регулируемой частотой вращения. В подающем механизме с электромагнитной муфтой скольжения (рис. 3.4, в) вращение нижним вальцам 20 передается от электродвигателя 14 через электромагнитную муфту скольжения 18, ременную передачу 19, редуктор 13 и шестерни 12. Верхние вальцы 10 приводятся во вращение роликовой цепью 11. Изменение скольжения электромагнитной муфты (а значит, и изменение Δ) производится поворотом лимба центробежного регулятора 17, для чего оператор на некоторое время включает серводвигатель 6, поворачивающий лимб на соответствующий угол (через червячный редуктор 7, шестерни 8, сельсин-датчик 9, сельсин-приемник 15 и редуктор 16). Одновременно с изменением посылки при помощи червячной передачи 1 и рычага 5 перемещается в горизонтальном направлении плита 3 с направляющими 2 верхнего ползуна 4 пильной рамки; благодаря этому изменяется уклон пил i .

Мощность, необходимая для привода механизма подачи в лесопильных рамах, определяется по формуле

$$N_u = \frac{P_u \cdot u_{\text{ср}}}{\eta_u} = \frac{P_u \cdot \Delta \cdot \omega}{2 \cdot \pi \cdot \eta_u},$$

где P_u – усилие подачи, равное сумме средней силы отжима P_0 и сопротивления от движения впередирамной тележки, Н; η_u – КПД передачи от двигателя к вальцам.

Практически N_u в лесопильных рамах составляет 3–5% от мощности на пиление.

Для надежного сцепления вальцов с бревном и устранения пробуксовки между ними необходимо соблюдение неравенства:

$$(2m_b \cdot Q_b + Q_b + P_p) \mu_b > P_u,$$

где m_b – наименьшее число прижимных вальцов, подающих бревно; Q_b – сила прижима одного вальца, Н; Q_b – вес бревна, Н; P_p – сила резания, Н; μ_b – коэффициент сцепления вальца с древесиной или корой, $\mu_b = 0,5–0,7$.

Для предотвращения подъема бревна под действием скобления спинок зубьев по дну пропила при холостом ходе пильной рамки необходимо соблюдение неравенства:

$$m_b \cdot Q_b + Q_b > P_x,$$

где P_x – сила подъема бревна зубьями пил при холостом ходе (для лесопильных рам с непрерывной подачей $P_x = 0,8 \cdot P_p$).

Станина лесопильных рам стальная, литая и снабжена направляющими для движения пильной рамки. На станине крепятся узлы и детали рамы.

Околорамное вспомогательное оборудование включает тележки, направляющие устройства, рольганги.

Основная впередирамная тележка 1 (рис. 3.1) служит для подачи бревна к лесопильной раме и поддержания заднего его конца при распиловке. Передний конец бревна до захвата вальцами рамы поддерживает вторая, вспомогательная тележка 2. Передвижение основной впередирамной тележки осуществляется при помощи одной из двух цепей, расположенных между рельсами и непрерывно движущихся в разные стороны. После захвата переднего конца бревна подающими вальцами лесопильной рамы привод тележки отключается. Бревно на тележке 1 зажимается при помощи клещевого захвата, который может перемещать бревно в поперечном направлении и поворачивать вокруг оси. Привод зажима, перемещения и поворота клещевого захвата – ручной или гидравлический. Вспомогательная тележка 2 пассивная и откатывается вручную или же основной тележкой.

В одноэтажных лесопильных рамах (рис. 3.1, а) имеются также позадирамные тележки 7 и 6, принимающие распиленное бревно и удерживающие доски от разваливания. В двухэтажных рамах (рис. 3.1, б) позадирамные тележки не применяют. Бревно из рамы выходит на приемный рольганг 7 с двумя направляющими ножами 6, которые при

помощи винтов и рукояток устанавливаются в плоскостях крайних пил постава и удерживают выходящее из рамы распиливаемое бревно. Рольганг служит для приема распиленного бревна и перемещения пиломатериалов к другим станкам или к выносным транспортерам.

Производительность лесопильных рам (часовая по сырью) как механизмов непрерывного действия определяется по формуле

$$П_{ч} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot u_{ср} \cdot V_{бр}}{l_{бр}},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; φ_2 – коэффициент загрузки лесопильной рамы, учитывающий разрыв между торцами бревен; $u_{ср}$ – средняя скорость подачи, м/с; $V_{бр}$ – средний объем распиливаемых бревен, м³; $l_{бр}$ – средняя длина бревна, м.

С учетом выражения средней скорости подачи через величину посылки Δ производительность определяется по формулам:

$$П_{ч} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \Delta \cdot \omega \cdot V_{бр}}{2\pi \cdot l_{бр}} \quad \text{или} \quad П_{ч} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot n \cdot \Delta \cdot V_{бр}}{l_{бр}},$$

где Δ – величина посылки, м/об; ω – угловая скорость главного вала, рад/с; n – частота вращения главного вала лесопильной рамы, об/с.

Конструкции лесопильных рам.

В лесопильных и тарных цехах на лесных складах лесозаготовительных предприятий для продольной распиловки бревен, кряжей и брусьев наибольшее применение находят: одноэтажные лесопильные рамы Р63-4Б, РГ-63; коротышевые и тарные рамы Р40-1, РК63-1, РК-1А, РК-2А, РПМ-02-К, РТ-36; на производствах с большей мощностью встречаются двухэтажные рамы 2Р75-1, 2Р75-2 и др. Кроме того, на ЛЗП могут применяться мобильные лесопильные рамы на колесном ходу с приводом от трактора РПМ-01-Т, РПМ-02-Т и РПМ-01-К.

Лесопильная рама **Р63-4Б** – вертикальная, одноэтажная двухшатунная с толчковой подачей за рабочий ход. Механизм подачи имеет два нижних и два верхних вальца, которые приводятся в движение по схеме, показанной на рис. 3.4, а. Подача бревен в раму и прием распиленных бревен из рамы осуществляются впередирамной и позадирамной тележками. Наименьшая толщина выпиливаемой доски 20 мм.

Лесопильная рама **РГ-63** – вертикальная, одноэтажная двухшатунная, предназначена для распиловки бревен диаметром до 0,58 м и длиной от 3 до 7,5 м. Привод рамы установлен на ее станине, что позволяет в 2,5 раза уменьшить площадь фундамента по сравнению с

рамой Р63-4Б. Конструкцией предусмотрена возможность установки лесопильной рамы на фундамент рамы Р63-4Б через проставку. Пильная рамка подвешена на рычагах с подшипниками, за счет чего упрощается эксплуатация оборудования и снижаются затраты на смазку. Пильная рамка, в которой может быть установлено до 10 пил, совершает движение по траектории, имеющей форму вытянутого эллипса. Благодаря этому при холостом ходе пильной рамки вверх задние грани зубьев не контактируют с дном пропила, процесс распиловки осуществляется более плавно, уменьшается износ инструмента и увеличивается срок его службы, а также снижаются вибрации и нагрузка на станину. На лесопильную раму могут устанавливаться пилы толщиной от 1,8 мм. Механизм подачи имеет четыре вальца – два нижних и два верхних. Привод вращения подающих валцов и прижим верхних валцов – гидравлический, что позволяет бесступенчато регулировать скорость подачи без остановки процесса пиления. Околорамное оборудование включает тележки, аналогичные раме Р63-4Б. Установленная мощность рамы – 32,2 кВт, масса – 4100 кг.

Конструкция лесопильной специализированной коротышевой рамы **РК-2А** представляет собой станину, собранную из сварных узлов, на которой установлены все механизмы. Пильная рамка находится на шарнирной подвеске. Все движущиеся части рамы установлены на подшипниках качения. Лесопильная рама РК-2А конструктивно выполнена аналогично раме РГ-63 и предназначена для распиловки бревен диаметром до 0,55 м и длиной от 1 до 7,5 м. В отличие от РГ-63 она имеет шесть валцов механизма подачи – четыре нижних приводных и два верхних прижимных.

Коротышевая лесопильная рама **РК-1А** отличается от РК-2А тем, что на ней можно распиливать лесоматериалы диаметром от 0,10 до 0,38 м. Наименьшая толщина выпиленных досок – 16 мм. Рама снабжена тормозом для быстрой остановки. Установленная мощность двигателей – 33,7 кВт.

Лесопильная рама **Р40-1** – вертикальная, одноэтажная двухшатунная, предназначена для продольной распиловки бревен хвойных и лиственных пород на брусья и доски. Наименьшая толщина выпиленной доски 16 мм. Производительность рамы при распиловке бревен диаметром 0,2 м, длиной 4 м поставом из 8 пил составляет 3 м³/ч.

Коротышевая лесопильная рама **РК63-1** предназначена для распиловки кряжей длиной от 1 до 7,5 м и диаметром до 0,5 м. Рама двухшатунная, механизм подачи непрерывный восьмивальцовый с приводом от гидродвигателя. Подача в раму и прием распиливаемых

кряжей производятся впередирамными и позадирамными рольгангами. Наименьшая толщина выпиливаемой доски 16 мм.

Для распиловки брусьев и тонкомерных бревен на тарные дощечки применяют рамы, снабженные тонкими пилами. Тарная рама **РТ-36** приводится в действие от главного двигателя мощностью 22 кВт и двигателя подачи мощностью 2,5 кВт. Механизм подачи имеет восемь валцов. Подача в раму кряжей (брусьев) и прием полученных пиломатериалов производятся впередирамными и позадирамными рольгангами. Номинальная толщина выпиливаемой доски 6 мм.

Новозыбковский станкостроительный завод выпускает семейство передвижных лесопильных рам **РПМ**, которые имеют привод от трактора МТЗ-82 и других аналогичных ему или могут эксплуатироваться от передвижной электростанции. Модели РПМ-01-Т и РПМ-01-К имеют пневмоколесную ходовую часть и прицепное устройство, что позволяет также использовать их непосредственно на лесосеке. Исполнение лесопильной рамы дает возможность устанавливать ее на подкладочных брусках. Механизм подачи имеет восемь валцов с бесступенчатым гидравлическим приводом. Удаление опилок из зоны рамы механизировано. Лесопильные рамы обслуживают два рабочих.

Технические характеристики одноэтажных лесопильных рам приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Технические характеристики одноэтажных лесопильных рам

Параметр	Марка лесопильной рамы					
	Р63-4Б	Р40-1	РК-2А	РК63-1	РТ-36	РПМ
Частота вращения главного вала, об/мин	270	450	310	270	650	210
Просвет пильной рамки, м	0,63	0,40	0,63	0,63	0,36	0,65
Ход пильной рамки, м	0,40	0,25	0,3	0,40	0,21	0,41
Число пил в поставе, шт.	до 12	до 8	до 10	до 12	до 16	до 10
Величина посылки на оборот вала рамы, мм	5–50	3; 7; 18	до 26	5–30	3–15	2–24
Длина распиливаемого бревна, м	3–7,5	2,1–6,5	1–7,5	1–7,5	0,8–4	3,5–9,5
Наибольший диаметр бревна, м	0,53	0,32	0,55	0,50	0,2	0,55
Установленная мощность, кВт	52,4	40,4	34	48,5	24,5	30
Масса рамы, кг	5500	4500	–	5800	2800	6640
Производительность, м ³ /ч	4–6	3	–	–	–	5–6

Лесопильная рама **2P75-1** – быстроходная двухэтажная, одноштанная с непрерывной подачей. Она предназначена для распиловки бревен длиной от 3,2 до 9 м и диаметром до 0,65 м. Частота вращения главного вала 325 об/мин. Просвет пильной рамки 0,75 м, ход – 0,6 м. В пильной рамке может быть установлено до 12 пил. Наименьшая толщина выпиливаемой доски 16 мм. Механизм подачи – четырехвальцовый, имеет индивидуальный привод (рис. 3.4, в). Величина посылки Δ изменяется от 9 до 65 мм/об (при этом автоматически изменяется и уклон пил). Верхние вальцы поднимаются при помощи гидроцилиндров, натяжение пил также производится гидроприводом. Бревна в раму подаются впередирамными тележками. Выходящие из рамы пиломатериалы направляются ножами. Рама приводится в действие электродвигателями, суммарная мощность которых 108 кВт. Производительность рамы около 20 м³/ч, масса – 17 400 кг. Лесопильная рама входит в лесопильный поток первого ряда.

Лесопильная рама **2P75-2**, предназначенная для распиловки брусьев на доски (она устанавливается обычно во втором ряду за рамой 2P75-1), отличается от рамы 2P75-1 укороченной пильной рамкой, максимальным числом пил (14) и мощностью (120 кВт).

Контрольные вопросы

1. Какую продукцию получают в результате продольной распиловки древесного сырья?
2. Способы продольной распиловки лесоматериалов.
3. Назовите типы оборудования для продольной распиловки лесоматериалов, укажите их достоинства и недостатки.
4. Приведите классификацию лесопильных рам.
5. Основные узлы лесопильных рам.
6. Из чего состоит пильная рамка, что такое постав?
7. Устройство и принцип действия лесопильных рам, марки и основные технические характеристики оборудования.
8. Охарактеризуйте режущий инструмент лесопильных рам.
9. Достоинства и недостатки толчковой и непрерывной подачи, где они применяются?
10. Как найти мощность, расходуемую на пиление и привод механизма подачи?
11. Запишите формулу производительности лесопильных рам.
12. Назовите отличия рам первого и второго рядов.

3.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Структура отчета.

1. Назначение и классификация ленточнопильных станков для продольной распиловки лесоматериалов.
2. Принципиальные схемы оборудования.
3. Устройство и принцип действия ленточнопильных станков, основные технические характеристики оборудования.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на ленточнопильных станках.
5. Расчет основных параметров оборудования.

Назначение и классификация ленточнопильных станков.

Ленточнопильные станки применяют на лесных складах лесозаготовительных предприятий для выпилки брусьев, шпал, распиловки бревен и брусьев на пиломатериалы. Их можно использовать для деления горбылей и толстых досок на тонкие дощечки. В соответствии с этим в лесопильном производстве станки по назначению подразделяют на *бревнопильные* и *делительные*. По числу ленточных пил они могут быть *однопильные*, *двухпильные* и *многопильные* (от 3 до 6 пил), а по ширине ленты – с *узкой лентой* (шириной 20–60 мм) и *широкой лентой* (100–300 мм). Бревнопильные станки, в свою очередь, по расположению шкивов и ленты делятся на *вертикальные* и *горизонтальные*. В зависимости от конструкции механизма подачи ленточнопильные станки могут быть *периодического* (приводные тележки с реверсивным приводом – для бревнопильных станков) и *непрерывного* (цепные конвейеры с упорами – для бревнопильных станков, конвейерно-вальцовая или вальцовая подача – для делительных станков) действия. По степени мобильности станки подразделяют на *стационарные* и *передвижные*.

Ленточнопильные станки имеют ряд преимуществ по сравнению с круглопильными станками и лесопильными рамами. Так, ширина пропила у ленточнопильных станков значительно меньше (в 2–3 раза по сравнению с круглопильными станками, в 1,1–1,5 раза меньше, чем у лесопильных рам); отпадает необходимость в индивидуальной сортировке бревен; имеется возможность производить индивидуальный раскрой и увеличить выход готовой продукции; в сравнении с лесопильными рамами они имеют более высокие скорости резания и нет холостого хода режущего инструмента. Другие преимущества и недостатки ленточнопильных станков приведены в п. 3.1.1.

Принципиальные схемы ленточнопильных станков.

Ленточнопильные станки имеют следующие узлы: механизм резания, механизм подачи, базисные устройства, вспомогательные и околостаночные механизмы, станину. Конструктивное исполнение этих механизмов у всех групп ленточнопильных станков имеет принципиальные различия.

Вертикальный бревнопильный ленточнопильный станок (рис. 3.5, *а*) состоит из механизма резания, механизма подачи в виде тележки, передвигаемой по рельсовому пути, загрузочного и разгрузочного конвейеров и пульта управления.

Нижний приводной 4 и верхний натяжной 1 шкивы смонтированы на плите 3 и стойке станины 2. Бревно с загрузочного конвейера поступает на тележку 5 механизма подачи и фиксируется в нужном положении боковыми зажимами, расположенными на стойках 7 тележки. После этого тележка перемещается по рельсам 6 и происходит продольный рез. По окончании реза тележка возвращается в исходное положение, а бревно подается на пилу на величину, соответствующую толщине отпиливаемой доски. Управление работой станка осуществляется с пульта.

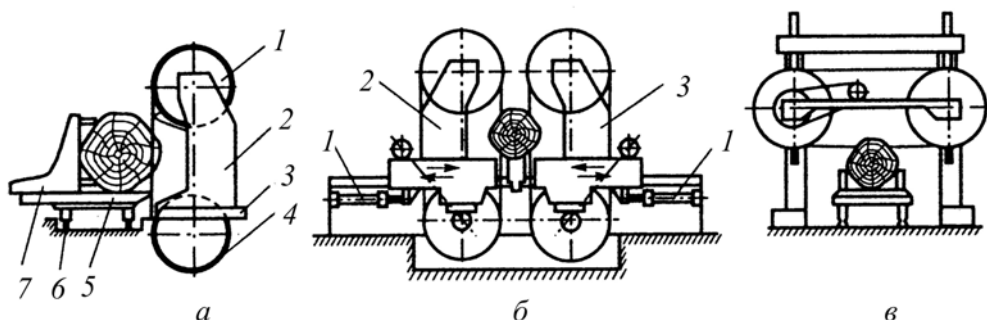


Рис. 3.5. Схемы ленточнопильных станков для продольного распиливания бревен: *а* – вертикального; *б* – вертикального сдвоенного; *в* – горизонтального

Со значительным эффектом возможности ленточнопильного станка реализуются в *сдвоенных ленточнопильных линиях* при раскросе бревен средних и малых диаметров. Они представляют собой два вертикальных ленточнопильных станка 2, 3 (рис. 3.5, *б*), установленные на подвижных каретках симметрично относительно продольной оси общего конвейера или каретки с возвратно-поступательным движением. Расстояние между станками изменяется по командам оператора с пульта управления или автоматически от измерительной компьютер-

ной системы с помощью гидравлических (или электромеханических) позиционером *I*.

Механизм подачи представляет собой каретку, которая перемещается по рельсовому пути над бревном. Каретка имеет две опущенные вниз штанги с торцевыми упорами, одна из которых неподвижна, вторая перемещается пневмоцилиндрами. По команде оператора очередное бревно подается на кантователь, где оно разворачивается кривизной вниз и центрируется. После этого включается пневмоцилиндр перемещения подвижной штанги, и бревно зажимается торцевыми упорами. Каретка с зажатым бревном движется по рельсовому пути от электродвигателя постоянного тока, управляемого тиристорным приводом через редуктор, приводной барабан и канатную передачу.

На базе сдвоенных ленточнопильных станков созданы линии автоматизированного раскря бревен. Они состоят из конвейерного подающего механизма с торцевым зажимом распиливаемых бревен и трех – четырех сдвоенных ленточнопильных станков. Окоренные бревна поступают на поворотное устройство. Оператор, вращая бревно, располагает его выпуклостью вниз, после чего сориентированное бревно фиксируется рычагами торцевых зажимов и подается через электронное сканирующее устройство. Здесь с помощью импульсных светодиодных датчиков измеряются диаметр и длина бревна. Полученная информация используется для компьютерного определения наилучшего варианта автоматической установки пил. Выбранный вариант сохраняется в памяти компьютера до тех пор, пока бревно не пройдет все пильные агрегаты.

Перед первым сдвоенным станком могут устанавливаться фрезерные головки, измельчающие в щепу горбыли с двух противоположных сторон бревна.

Горизонтальные бревнопильные ленточнопильные станки имеют горизонтально расположенные ветви пилы (рис. 3.5, в). Тележка этих станков не имеет стоек и механизма бокового перемещения бревна. После каждого реза оба пильных шкива опускаются по колонкам станины на толщину отпиливаемой доски. Бревно на тележке или станине крепится торцевыми или боковыми зажимами и может быть повернуто необходимой стороной во время остановки между проходами. Эти станки, как правило, с узкой лентой.

Горизонтальные ленточнопильные станки со шкивами небольшого диаметра (0,50–0,75 м) и узкой тонкой пильной лентой с толщиной 0,9–2,0 мм (рис. 3.6) позволяют распиливать бревна диаметром до 90 см со скоростью подачи до 0,5 м/с.

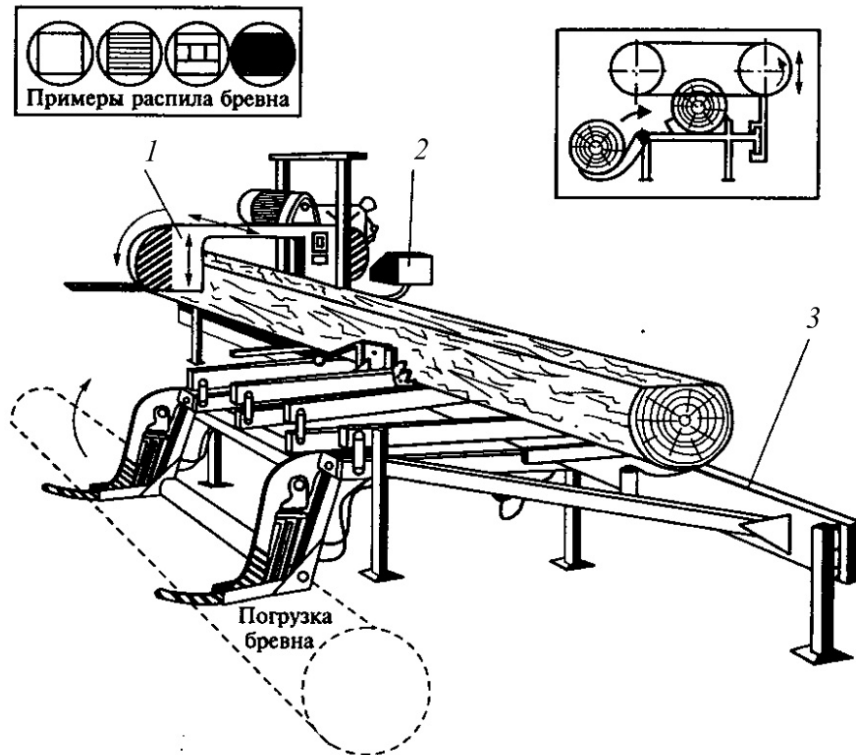


Рис. 3.6. Горизонтальный ленточнопильный станок с подвижным механизмом резания

Основу такого станка составляет подвижный ленточнопильный механизм 1 с двумя шкивами, расположенными в горизонтальной плоскости. Ленточнопильный механизм перемещается на толщину отпиливаемой доски. Регулируемый механизм подачи обеспечивает перемещение пильного механизма вместе с пультом управления 2 (или без него) относительно распиливаемого бревна, которое закрепляется на неподвижной раме (станине) 3 сварной конструкции.

Ленточнопильные делительные станки. Механизм резания у них незначительно отличается от механизма резания бревнопильного станка, но меньше по размерам (диаметр шкивов около 1,25 м).

Механизм подачи станка выполнен с вертикальным расположением исполнительного механизма (рис. 3.7), который смонтирован на столе станка и состоит из базового суппорта 1, механизма установки на размер и прижимного суппорта 2. Базовый суппорт представляет собой пластинчатый конвейер, приводимый в действие от гидромотора через редуктор и зубчатую передачу. Скорость подачи в диапазоне 0,1–1,5 м/с регулируется бесступенчато. Базовый суппорт перемещается на размер обработки по направляющим б, получая движение от

гидроцилиндра 5. Прижимной суппорт обеспечивает надежный прижим распиливаемого материала 10 к базовой поверхности конвейера и состоит из одного приводного рифленого вальца 8 и трех сдвоенных гладких прижимных вальцов 9. Приводной валец получает вращение от того же привода, что и базовый конвейер. Перемещается прижимной суппорт по направляющим от гидроцилиндра 7. В случае симметричного распила оба суппорта разводятся на одинаковое расстояние от пилы 3 с помощью специального настроечного механизма с согласующим зубчато-реечным устройством.

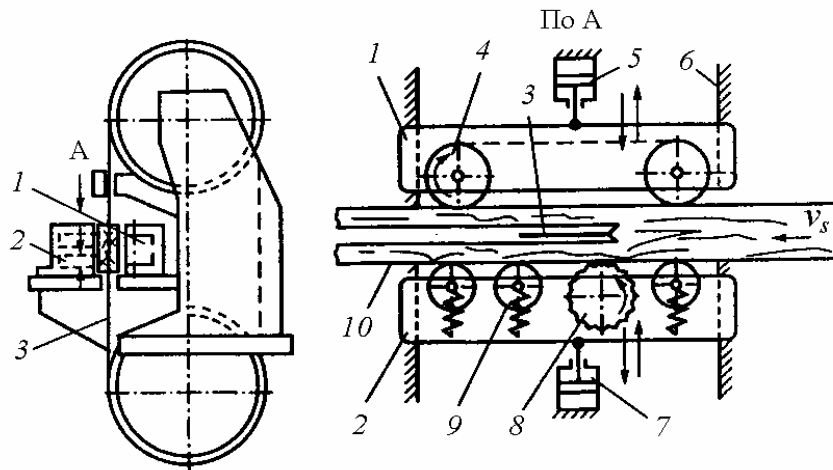


Рис. 3.7. Схема ленточнопильного делительного станка

Элементы и узлы ленточнопильных станков.

Механизм резания ленточнопильных станков состоит из двух вращающихся шкивов 8 (нижний, приводной) и 3 (холостой, натяжной), бесконечной стальной ленты 1, надетой на шкивы, привода и рамы, на которой смонтированы названные узлы (рис. 3.8, а).

Ведущий и холостой шкивы вертикальных ленточнопильных станков устанавливаются на подшипниковых опорах и имеют одинаковый диаметр: для делительных станков 1,25–1,50 м, для бревнопильных 1,5–2,4 м. Рабочая поверхность шкивов слегка выпуклая, чтобы пильная лента не соскальзывала со шкивов. Нижний (ведущий) шкив делают тяжелым, и он выполняет роль маховика, а верхний (холостой) легким. Благодаря этому в случае притормаживания усилием резания рабочей ветви пилы не происходит выпучивания ее участка, расположенного выше распиливаемого материала. Нижний шкив приводится во вращение от электродвигателя непосредственно через эластичную муфту или ременную передачу. Верхний шкив используют для монтажного натяжения пильной ленты, автоматическое натяжение кото-

рой осуществляется при помощи груза 2 или пружины. Величина усилия Z_M (Н), прилагаемого к верхнему шкиву для создания необходимого монтажного натяжения пильной ленты, определяется по формуле

$$Z_M = 2Z_0 = 2\sigma \cdot s \cdot B_{л},$$

где Z_0 – монтажное натяжение в одной ветви ленты, Н; σ – необходимое напряжение, возникающее вследствие монтажного натяжения ленты и принимаемое равным $(50-100)10^6$ Па; s – толщина ленты, м; $B_{л}$ – ширина ленты, м.

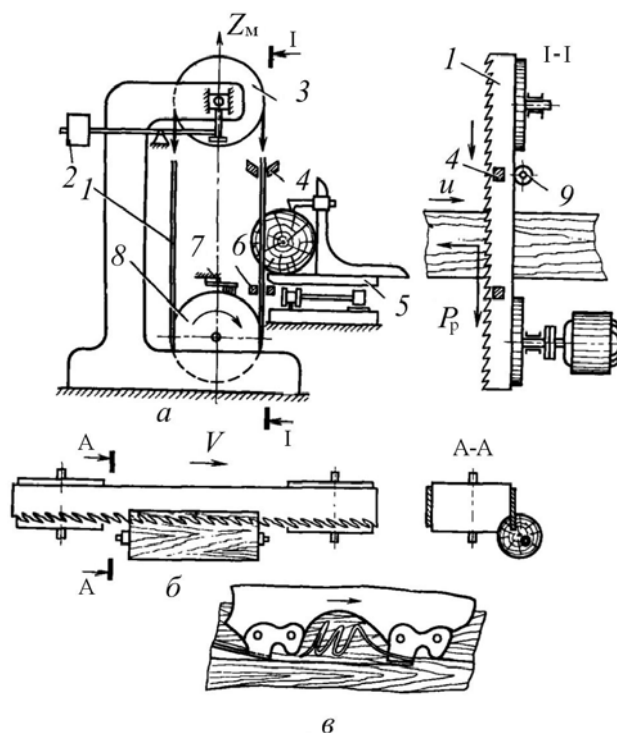


Рис. 3.8. Схемы ленточнопильных станков:
a – вертикального; *б, в* – горизонтального,
 осуществляющего резание вдоль волокон

В качестве режущего инструмента на вертикальных ленточнопильных бревнопильных станках с широкой лентой применяют пильные ленты шириной 230–350 мм, толщиной 1,2–2,2 мм (рис. 3.9). Зубья имеют выпуклую спинку, угол резания $\delta_k = 65^\circ$, шаг зубьев $t = 50-80$ мм. Скорость поступательного движения ленты (скорость резания) составляет 40–65 м/с.

На делительных ленточнопильных станках применяют пильные ленты шириной от 50 до 175 мм и толщиной 0,9–1,2 мм. Зубья имеют прямую спинку, угол резания $\delta_k = 60-65^\circ$, шаг зубьев 30–50 мм.

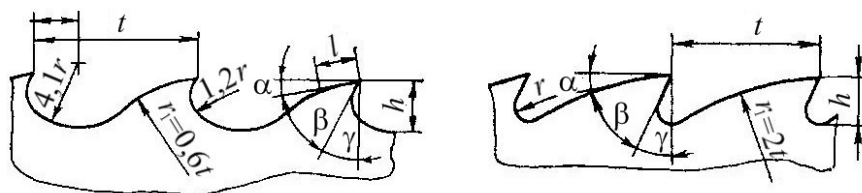


Рис. 3.9. Форма зубьев ленточных пил

Толщина s и ширина $B_{л}$ ленточных пил зависят от диаметра шкива D и находятся в пределах: $s = (0,001-0,0007)D$; $B_{л} = (0,10-0,16) D$. Длина пильной ленты определяется из выражения $L_{\max} = \pi D + 2l_{\max}$, где l_{\max} – максимальное расстояние между центрами шкивов в станке.

Соотношение между прочими размерами зуба зависит от его профиля. Шаг плющенных зубьев может быть определен по следующему соотношению: $t = (35-40)s$; высота зуба зависит от шага и профиля и составляет $h = (0,30-0,35)t$; радиус закругления впадин $r = 0,2t$.

Рекомендуются следующие значения углов резания зубьев бревнопильных ленточных пил: передний угол резания $\gamma = 25^\circ$; угол заострения $\beta = 53^\circ$; задний угол резания $\alpha = 12^\circ$; угол резания $\delta = 65^\circ$.

Для устойчивости пильного полотна во время работы служат верхние 4 и нижние 6 (рис. 3.8, а) боковые ограничители (изготавливаемые из антифрикционного материала) и задний ограничительный ролик 9. Нижний шкив от грязи и опилок очищается щеткой 7.

Привод пильного механизма состоит из электродвигателя (у стационарных станков) или двигателя внутреннего сгорания (передвижных станков), промежуточного вала и клиноременной передачи.

Кинематическая схема механизма резания приведена на рис. 3.10. Пильная лента 1 натянута на приводном 26 и натяжном 11 шкивах и приводится в движение от электродвигателя 20 через клиноременную передачу 21. Вал 25 нижнего приводного шкива закреплен стационарно на двух сферических роликоподшипниках. Вал 10 верхнего шкива также смонтирован в двух сферических роликоподшипниках, но их корпуса могут вертикально перемещаться винтами 7 и 15. Это перемещение осуществляется специальным механизмом, состоящим из электродвигателя 18, цепной передачи 19, вала 3 с двумя червяками 17 и 6, двухчервячных шестерен-гаек 24 и 8, взаимодействующих с винтами 7 и 15.

Механизм наклона верхнего шкива, применяемый для обеспечения правильного набегания ленты, состоит из маховичка 9 и зубчатой муфты 2, установленной на валу 3. Когда зубчатая муфта выведена из

зацепления, вращением маховичка поворачивают левую гайку-шестерню 8, что приводит к изменению положения опор вала 10.

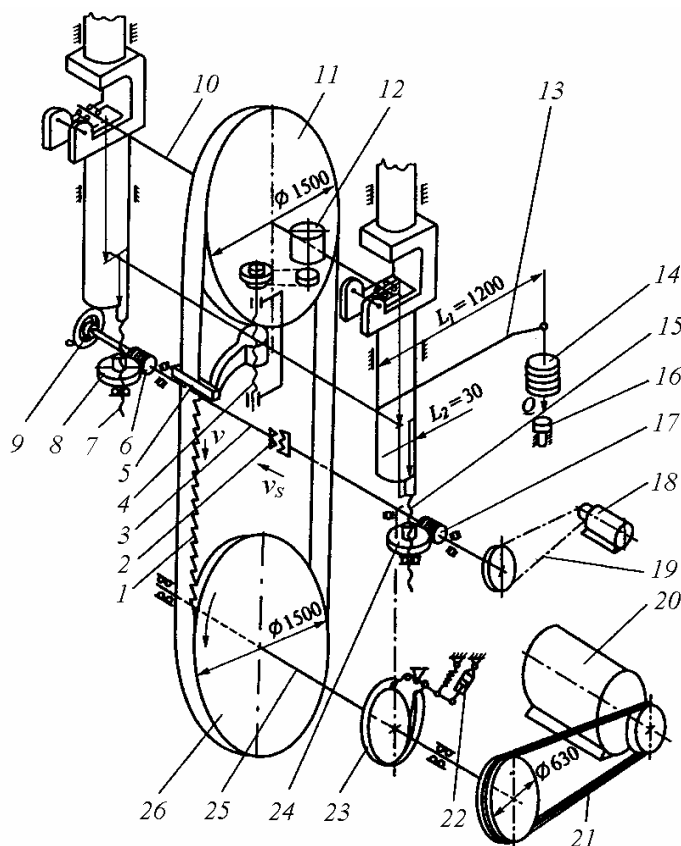


Рис. 3.10. Кинематическая схема механизма резания вертикального ленточнопильного станка (ЛБ150-1)

Устройство для натяжения пильной ленты представляет собой систему рычагов 13, на одном конце которой находится верхний шкив, на другом груз 14 (пружина или пневмоцилиндр). Груз обеспечивает постоянное натяжение ленты (1,2–1,5 МПа), компенсируя удлинение ее от нагревания и мгновенных перегрузок. При смене ленты верхний шкив опускают, в результате чего рычаг с грузом поворачивается вниз и достигает упора 16.

Для увеличения поперечной жесткости пилы предусмотрено направляющее устройство, уменьшающее свободную длину рабочего участка пилы. Верхняя направляющая 5 сделана подвижной, положение ее регулируется в зависимости от высоты пропила от электродвигателя 12, вращающего винт 4. Торможение нижнего шкива при отключении электродвигателя 20 осуществляется ленточным тормозом 23, приводимым в действие гидроцилиндром 22.

Мощность, необходимая для пиления, определяется по формуле

$$N_p = \frac{k \cdot b \cdot H \cdot u}{\eta_p},$$

где k – удельная работа резания, Дж/м³; b – ширина пропила, м; H – высота пропила (высотой пропила является ширина выпиливаемого бруса, доски, горбыля), м; u – скорость подачи, м/с; η_p – КПД передачи от двигателя к пильной ленте.

Удельная работа резания находится так же, как и для лесопильных рам (п. 3.1.2). Основное значение удельной работы резания определяется по графику (рис. 3.2) или по эмпирической формуле, действительной для подачи на один зуб $u_z = 0,05–0,70$ мм:

$$k_o = \frac{36,5 \cdot 10^5}{u_z^{0,33}},$$

где k_o – основное значение удельной работы резания, Дж/м³; u_z – подача на один зуб, м.

Установочная мощность двигателя пильного механизма станков периодического действия (бревнопильных) определяется из выражения

$$\frac{N_p}{k_{пер}} \leq N_{уст} \geq \sqrt{\frac{N_p^2 \cdot t_p + N_x^2 \cdot t_x}{t_p + t_x}},$$

где $k_{пер}$ – коэффициент перегрузочной способности двигателя; t_p – время на пиление; N_x – мощность холостого хода; t_x – время холостого хода.

При этом $t_p = L_1 / u$, где L_1 – длина распиливаемого бревна.

Для ленточнопильных станков непрерывного действия (делительных) установочная мощность двигателя пильного механизма принимается $N_{уст} \geq N_p$.

Сила резания при пилении ленточными пилами определяется по формуле

$$P_p = \frac{k \cdot b \cdot H \cdot u}{v},$$

где v – скорость резания, м/с.

Сила отжима P_o при работе ленточнопильных станков определяется так же, как и для лесопильных рам.

Механизм подачи служит для подачи распиливаемого материала на пильную ленту или же надвигания пильного механизма на неподвижно закрепленный на станине распиливаемый материал.

Он может быть в виде непрерывно вращающихся вертикальных валцов (как у круглопильных ребровых станков); тележки 5 (рис. 3.8), совершающей поступательно-возвратное движение с закрепленным на ней распиливаемым материалом (обычно у вертикальных ленточнопильных станков); тележки с установленным на ней пильным механизмом, совершающей поступательно-возвратные движения (как правило, в горизонтальных ленточнопильных станках с узкой лентой).

Мощность на подачу при работе ленточнопильных станков можно определить по формуле

$$N_u = \frac{P_u \cdot u}{\eta_u},$$

где P_u – усилие подачи, Н; η_u – КПД передачи от двигателя к исполнительному элементу подающего механизма.

Так как кинематический угол встречи θ в ленточнопильных станках равен 90° , усилие подачи для этих станков равно

$$P_u = P_o + \mu (Q + Q_1 + P_1),$$

где μ – коэффициент сопротивления перемещению кряжа, тележки и т. п. по направляющим; Q – вес распиливаемого кряжа; Q_1 – вес устройств, несущих кряж.

Станина сварной конструкции предназначена для крепления на ней узлов станка. В вертикальных ленточнопильных станках на ней установлен механизм резания, а у горизонтальных с узкой лентой – на станине закрепляется распиливаемое бревно и устанавливаются направляющие, по которым перемещается рама с пильным механизмом. Для удобства монтажа станина состоит из отдельных секций. Наличие дополнительных секций станины позволяет распиливать бревна любой длины. В передвижных ленточнопильных станках для удобства их транспортировки станина устанавливается на одноосную пневмоколесную тележку.

Вспомогательные и околостаночные механизмы. Ленточнопильные станки, как правило, снабжаются: специальными гидравлическими системами для подачи бревен и брусьев в распиловку и манипулирования ими в процессе распиловки; системами натяжения пильной ленты и смачивания ее водой в процессе пиления для уменьшения налипания опилок и смолы, что продлевает срок службы пилы и обеспечивает более точную распиловку лесоматериала; устройством для плавной регулировки скорости подачи и электронным устройством для установки толщины выпиливаемой доски.

Производительность ленточнопильных станков определяется исходя из характера их работы. Для станков периодического действия (бревнопильных) с поступательно-возвратным движением кряжа или пилы

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot V_{\text{кр}}}{T},$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени; $V_{\text{кр}}$ – объем распиливаемого кряжа, м³; T – время, затрачиваемое на распиловку одного кряжа, с.

$$T = n_{\text{р}} \left(\frac{L_{\text{кр}} + L_0}{u} + \frac{L_{\text{кр}} + L_0}{u_0} \right) + n_3 t_3 + n_{\text{п}} t_{\text{п}} + n_{\text{в}} t_{\text{в}} + t_{\text{к}},$$

где $n_{\text{р}}$ – количество пропилов при распиловке одного кряжа; $L_{\text{кр}}$ – длина кряжа, м; L_0 – превышение хода тележки над длиной распиливаемого кряжа, м; u – средняя скорость подачи, м/с; u_0 – скорость холостого хода тележки, м/с; n_3 – количество закреплений кряжа; t_3 – время, затрачиваемое на одно закрепление, с; $n_{\text{п}}$ – количество поперечных перемещений кряжа; $t_{\text{п}}$ – время, затрачиваемое на одно поперечное перемещение, с; $n_{\text{в}}$ – количество поворотов кряжа; $t_{\text{в}}$ – время, на один поворот кряжа на 90°, с; $t_{\text{к}}$ – время на подачу очередного кряжа, подачу команд, срабатывание передающих и исполнительных механизмов при распиловке одного кряжа, с.

Производительность станков непрерывного действия (делительных)

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot u \cdot V_{\text{кр}}}{L_{\text{кр}}}, \text{ или } \Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot u \cdot V_{\text{кр}}}{i(L_{\text{кр}} + L_1)},$$

где φ_2 – коэффициент загрузки оборудования; i – число пропусков кряжа через станок; L_1 – расстояние между двумя соседними кряжами, поступающими к пиле.

Пиление ленточными пилами вдоль волокон древесины. Рассмотренные выше ленточнопильные станки производят обычную продольную распиловку, при которой скорость подачи направлена вдоль волокон древесины, а скорость резания перпендикулярна им, при этом наиболее активной является короткая кромка зубьев, производящая резание в торец и формирующая дно пропила. Стружки, получающиеся при пилении, разваливаются на мелкие частицы, превращаясь в опилки.

При пилении вдоль волокон древесины полотно ленточной пилы непрерывно движется в горизонтальном направлении со скоростью

резания v , а распиливаемый кряж, закрепленный торцевыми зажимами, надвигается на пилу снизу вверх со скоростью подачи u (рис. 3.8, б). При этом подача направлена перпендикулярно к волокнам древесины, а скорость резания параллельна волокнам. Короткие и боковые кромки зубьев осуществляют продольное резание, и ни одна из кромок резания в торец не производит. Это ведет по сравнению с обычными методами продольной распиловки к существенному снижению энергозатрат на резание, так как продольное резание (при прочих равных условиях) требует приблизительно в 3 раза меньших усилий, чем резание в торец.

При пилении вдоль волокон вместо опилок получается гибкая сливная стружка, являющаяся хорошим сырьем для выработки целлюлозы, а также могущая быть использованной для упаковки. Для того чтобы стружка, находясь в пропилах, не ломалась и не прессовалась, она должна свободно размещаться в межзубовой впадине. При малой длине распиливаемых кряжей (до 1 м) могут использоваться стандартные ленточные пилы с плющеными зубьями, при этом должен быть несколько увеличен радиус закругления межзубовых впадин. При распиловке кряжей длиной больше 1 м приходится применять специальные ленты с вставными Г-образными зубьями и увеличенными размерами межзубовой впадины (рис. 3.8, в).

Ширина пропила при применении Г-образных зубьев составляет около 4–5 мм (при толщине полотна пилы 1,8–2,0 мм). Высотой пропила при данном способе распиловки является длина распиливаемого кряжа $H = L_{кр}$. Она для данного станка является величиной постоянной, и, следовательно, отпадает необходимость в регулировании скорости подачи u , так как при постоянных H и u при любых диаметрах распиливаемого кряжа также постоянной оказывается и мощность, потребляемая на пиление.

Величина удельной работы резания k в данном случае оказывается приблизительно в 3 раза меньшей, чем при обычной продольной распиловке ленточными пилами, и основное значение удельной работы резания k_0 , Дж/м³, может быть определено следующим образом:

$$k_0 = \frac{12 \cdot 10^5}{u_z^{0,33}}.$$

Конструкции ленточнопильных станков. Для распиловки бревен применяют вертикальные ленточнопильные станки с **широкой лентой** производства Российской Федерации: ЛБЛ-150-1, ЛБ-240; итальянской фирмы Primultini, станки фирмы EWD и др.

Вертикальный ленточнопильный станок **ЛБЛ-150-1** предназначен для распиловки бревен диаметром до 1,25 м и длиной от 2 до 7,5 м. Станок состоит из механизма резания, механизма подачи (гидрофицированной тележки, передвигаемой по рельсовому пути), загрузочного конвейера, пульта управления и разгрузочного роликового конвейера. Шкивы станка имеют диаметр 1,5 м, ширина пильной ленты 230 мм, толщина 1,6 мм. Скорость подачи изменяется в зависимости от высоты пропила до 2,1 м/с. Мощность двигателя механизма пиления составляет 75 кВт, механизма подачи – 40 кВт. Суммарная мощность всех электродвигателей 140 кВт. Масса станка около 30 000 кг.

Ленточнопильный станок **ЛБ-240** может распиливать бревна диаметром до 1,5 м при скорости подачи до 2 м/с. Шкивы станка имеют диаметр 2,4 м, ширина пильной ленты 350 мм, толщина 1,6 мм. Суммарная мощность электродвигателей 265 кВт.

Делительный вертикальный ленточнопильный станок **ЛД-125-1** (рис. 3.7) предназначен для деления горбылей и досок толщиной более 4 см, шириной до 40 см и длиной от 0,5 м. Диаметр шкивов 1,25 м, ширина ленты 175 мм, толщина 1,2 мм. Механизм надвигания представляет собой пластинчатый транспортер с тремя вертикальными прижимными вальцами. Привод транспортера и вальцов общий, скорость подачи 0,1–0,75 м/с. Мощность двигателя механизма пиления 40 кВт, механизма подачи 2,7 кВт, масса станка – 5000 кг.

Ленточнопильный шпалоавтомат **ЛО-43** (рис. 3.8, б, в) производит пиление вдоль волокон. Наибольший диаметр распиливаемых кряжей 60 см. Полотно ленточной пилы имеет ширину 230 мм и толщину 1,6 мм, зубья Г-образные. Диаметры ведущего и ведомого шкивов – по 1,7 м, скорость резания 45 м/с. Шпальный кряж длиной 2,75 м закрепляется торцевыми зажимами в суппорте, при помощи которого перемещается в поперечном направлении, поворачивается и подается (надвигается) на ленточную пилу со скоростью подачи 0,15 м/с. Мощность двигателя привода пилы – 55 кВт и механизма подачи 14 кВт. Масса станка 12 000 кг. Весь процесс выпилки шпал выполняется автоматически. Программа раскроя каждого кряжа выбирается автоматически в зависимости от его диаметра. При необходимости оператор может перейти и на ручное управление. Производительность шпалоавтомата ЛО-43 составляет около 500 шпал в смену, потери в виде опилок полностью исключены, вместо них получается лентообразная стружка (до 5 т в смену).

Словенская фирма Mebog производит горизонтальные ленточнопильные станки с широкой лентой NTZ 1100, NTZ 1200, NTZ 1400.

Станки имеют станину, на которую бревно подается автоматически гидравлическим подъемником и неподвижно закрепляется боковыми гидравлическими зажимами. В конструкции станков имеются устройства для компенсации конусности бревна, его поворота, точной установки угла при выпиливании брусьев, фреза для удаления коры в месте пропила, а также пульт управления с электронной системой управления станком и измерением толщины пиломатериалов. Механизм резания перемещается по направляющим станины, полученная доска автоматически удаляется на ленточный выносной транспортер. Станок **HTZ 1100** предназначен для распиловки бревен диаметром до 90 см. Шкивы станка имеют диаметр 1,1 м, ширина пильной ленты 100–140 мм, толщина 1–1,2 мм. Установочная мощность 15–30 кВт, производительность 1,5–4 м³/ч. Станок может изготавливаться в передвижном варианте на двухосном колесном полуприцепе.

Станок **HTZ 1200** выпускается в трех модификациях с возможностью распиливать бревна диаметром от 1 до 1,25 м. Шкивы станка имеют диаметр 1,2 м, ширина пильной ленты 140–160 мм, толщина 1,2 мм. Установочная мощность 22–45 кВт, производительность 2–5 м³/ч.

Станок **HTZ 1400** предназначен для распиловки бревен диаметром до 1,5 м. Шкивы станка имеют диаметр 1,4 м, ширина пильной ленты 180 мм, толщина 1,4 мм. Установочная мощность 45–60 кВт, производительность 3–6 м³/ч.

Горизонтальный станок **ЛГС-100** (РФ) предназначен для распиловки бревен диаметром до 0,8 м и длиной до 6,5 м. Шкивы станка имеют диаметр 1 м, ширина пильной ленты 125 мм, толщина 0,9–1,1 мм. Скорость резания составляет 40 м/с, скорость подачи – до 0,7 м/с. Установочная мощность 29,5 кВт, производительность 2,75 м³/ч. Масса станка 4200 кг, обслуживающий персонал – 2 человека.

Станки фирмы **EWD** – вертикальные, одно-двух и четырехленточные. Ленточнопильные станки европейских производителей отличаются высокой степенью автоматизации, программный раскрой, безопасность и надежность в работе.

Одним из ведущих производителей горизонтальных ленточнопильных станков с узкой лентой является фирма **Wood-Mizer**, которая выпускает гамму станков серии LT (табл. 3.2). Конструктивно станки выполнены по схеме, приведенной на рис. 3.6. Распиливаемое бревно крепится неподвижно на станине, а перемещается пильный механизм. В зависимости от марки станка подача и позиционирование (установка толщины выпиливаемого пиломатериала) пильного механизма может осуществляться вручную (LT-10, LT-15) или от электродвигателя.

Станки серий LT-10, LT-15 просты по конструкции, и большинство операций выполняются вручную. Станки серий LT-20, LT-40 и LT-70, как правило, имеют гидравлические механизмы подачи бревна, поворота, зажима, устранения конусности, а также фрезу для удаления коры перед лентой в месте пропила. Натяжение пильной ленты выполняется автоматически. Кроме того, имеется автоматическая система обмыва пильной ленты и электронная система управления станком.

На станки устанавливаются ленты шириной 25–38 мм и толщиной 0,9–1,4 мм. Все модели могут изготавливаться в передвижном варианте.

Таблица 3.2

Технические характеристики ленточнопильных станков Wood-Mizer

Параметр	Марка станка				
	LT-10	LT-15	LT-20	LT-40	LT-70
Макс. диаметр бревна, м	0,70	0,70	0,80	0,90	0,95
Макс. длина бревна, м	–	5,2–7,9	4,8–8,4	5,0–8,6	4,8–8,4
Диаметр шкивов, м	0,47	0,47	0,47	0,47	0,60
Мощность двигателя, кВт:					
электродвигатель	5,5	7,5	7,5 (11)	11–18,5	18,5
бензиновый	–	9,5	13	18,5	–
дизельный	–	7,0	16	24,5–31	31
Скорость подачи, м/с	0,1	0,1	0,15	0,25	0,35
Производительность, м ³ /ч	0,3–0,4	0,3–0,5	0,5–0,9	0,6–1,0	0,7–1,5
Масса станка, т	–	0,52	0,8–1,6	1,0–2,0	1,1–2,5

Фирма Wood-Mizer также выпускает многоголовочные (до 6 шт.) горизонтальные станки **MultiHead**, предназначенные для распиловки бруса на доски. Пилящие головки установлены последовательно одна за другой, а подача бруса на них осуществляется металлическими вальцами подающего конвейера (рольганга), причем каждая пила находится на разном расстоянии от рольганга.

На лесозаготовительных предприятиях находят применение схожие по конструкции ленточнопильные станки с узкой лентой MG-6200, MG-6500 (РБ), NTZ 700 (Словения), ТТМ-800 (Литва), CZ-1/ZM (Польша), СЛМ-1, Радуга-1200М, ЛГП-80 (РФ) и др.

Технические характеристики некоторых ленточнопильных станков с узкой лентой приведены в табл. 3.3.

Горизонтальный станок польской фирмы Wirex **CZ-2** имеет две пилящие головки и предназначен для деления брусьев длиной 0,5–3,0 м на доски. Пилящие головки установлены стационарно, а брус на них надвигается ленточным транспортером со скоростью до 0,35 м/с. По-

требуемая мощность 12 кВт. Дополнительно может устанавливаться возвратный ленточный транспортер для механизации многократного пропуска брусьев через станок. Производительность станка составляет 2–3 м³/ч, масса – 950 кг.

Таблица 3.3

Технические характеристики ленточнопильных станков с узкой лентой

Параметр	Марка станка		
	ТТМ-800	СЛМ-1	CZ-1/ZM
Максимальный диаметр бревна, м	0,85	0,55	1,0
Максимальная длина бревна, м	11,4	6,2	5,1–8,7
Диаметр шкивов, м	–	0,6	–
Ширина ленты, мм	30–35	32–35	35
Толщина ленты, мм	0,8–1,1	0,8–1,0	1,1
Скорость подачи, м/с	0,04–0,5	до 0,25	до 0,35
Скорость резания, м/с	–	30	–
Мощность двигателей, кВт	9,1	7,5	12
Масса станка, кг	–	375	1700

Станок **CZP-2**, в отличие от CZ-2, имеет две пилящие головки с вертикальным расположением ленты и цепной подающий транспортер с упорами. Выпускается также вертикальный четырехпильный ленточный станок **CZP-4** с узкими лентами.

Контрольные вопросы

1. Назначение и классификация ленточнопильных станков.
2. Укажите основные преимущества и недостатки ленточнопильных станков по сравнению с другим лесопильным оборудованием.
3. Охарактеризуйте принципиальные схемы ленточнопильных станков.
4. Что представляют собой линии автоматизированного раскроя бревен на базе сдвоенных ленточнопильных станков?
5. Дайте характеристику режущего инструмента (ленточных пил).
6. Основные узлы ленточнопильных станков.
7. По рисунку кинематической схемы механизма резания расскажите о принципе его действия.
8. Устройство и принцип действия ленточнопильных станков, марки и основные технические характеристики оборудования.
9. Как найти мощность, расходуемую на пиление, и силу резания?
10. Запишите формулы производительности ленточнопильных станков.

3.3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. КРУГЛОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Структура отчета.

1. Назначение и классификация круглопильных станков для распиловки круглых лесоматериалов и пиломатериалов.
2. Принципиальные схемы оборудования.
3. Устройство и принцип действия круглопильных станков, марки и основные технические характеристики оборудования.
4. Правила эксплуатации и техника безопасности при работе на круглопильных станках.
5. Расчет основных параметров оборудования.

Назначение и классификация круглопильных станков. Круглопильные станки на лесных складах ЛЗП применяют в лесопильных, тарных и шпалопильных цехах для выпилки брусьев, шпал, распиловки бревен и брусьев на пиломатериалы. Их можно использовать для деления горбылей и толстых досок на тонкие дощечки, обрезки кромок и раскроя широких досок на узкие, а также поперечного распиливания пиломатериалов для выравнивания их по длине.

В лесопильном производстве круглопильные станки по назначению подразделяют на *бревнопильные (шпалопильные), брусующие, делительные* (как правило, многопильные), *обрезные, ребровые, торцовочные*. По расположению пил – *вертикальные* (с верхним, нижним и комбинированным расположением пил), *угловые* и *горизонтальные*; по количеству установленных пил станки могут быть *одно- двух- и многопильными*, по характеру движения пилы или бревна в процессе распиловки – *периодического* (как правило, бревнопильные и шпалопильные) и *непрерывного* действия. По степени мобильности станки подразделяют на *стационарные* и *передвижные* (на колесном ходу).

Преимущества и недостатки круглопильных станков приведены в п. 3.1.1.

Элементы и узлы круглопильных станков. Основными узлами всех круглопильных станков являются пильный (механизм резания) и подающий механизмы, станина, пульт управления и околостаночное оборудование. Кроме того, станки периодического действия обычно имеют еще зажимной механизм, механизм для поперечного перемещения распиливаемого кряжа или пилы, поворотный и центрирующий механизмы. Автоматические станки с программным управлением снабжены дополнительно устройствами измерения диаметра распиливаемого кряжа, компьютером и программирующим терминалом.

Пильный механизм состоит из пилы, пильного вала, фланцев и гайки для закрепления пилы на валу, шкива и подшипников, установленных на раме, тормоза пильного диска (рис. 3.11). Пильный вал может приводиться во вращение ременной передачей или муфтой, соединяющей его с валом электродвигателя. Пила также может быть установлена непосредственно на вал электродвигателя. Для уменьшения трения пилы о стенки пропила за пилой находится расклинивающий нож. У станков непрерывного действия впереди пилы устанавливаются гребенки, препятствующие выбрасыванию пилой распиливаемого лесоматериала.

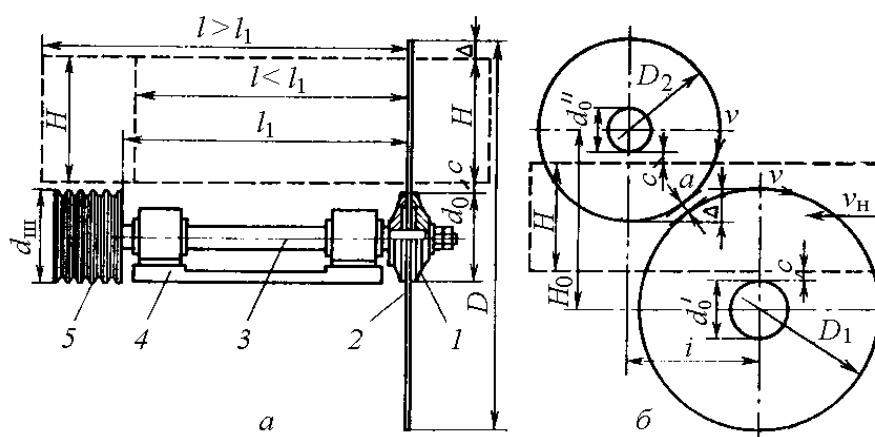


Рис. 3.11. Пильный механизм: *а* – устройство пильного механизма; *б* – схема расположения пил в одном пропиле; 1 – фланцы; 2 – круглая пила; 3 – пильный вал; 4 – опоры; 5 – приводной шкив

Механизм пиления может иметь одну или две пилы, расположенные в одной плоскости; две и более пилы, расположенные в параллельных плоскостях на одном или нескольких параллельных валах; группу пил у многопильных станков непрерывного действия, установленных на одном или на разных валах (2 или 4 вала), размещенных в шахматном порядке. Для выпиливания пиломатериалов различной ширины одна или несколько пил могут перемещаться в осевом направлении (чаще на 2- и 3-пильных обрезных станках).

Круглые пилы могут производить продольную распиловку верхней и нижней половиной диска со скоростью резания 40–100 м/с.

Круглая пила представляет собой стальной тонкий диск с зубчатым венцом. Диаметр пилы выбирается таким, чтобы можно было распиливать лесоматериал за один ход надвигания пилы, и в соответствии с рис. 3.11, *а* он определяется по формуле

$$D = d_0 + 2(H + \Delta + c),$$

где d_0 – диаметр крепящих фланцев (шайб), $d_0 = (0,14–0,20)D$; H – наибольшая высота пропила; Δ – припуск на заточку пил (в зависимости от диаметра пил $\Delta = 5–8$ см); c – припуск на неровности лесоматериала ($c = 3–4$ см).

Диаметр круглых пил может быть от 0,35 до 1,50 м. Пилы диаметром до 0,8 м предназначены для распиловки пиломатериалов, а пилы диаметром 0,7 м и более применяются для распиловки круглых лесоматериалов. В бревнопильных станках, предназначенных для распиловки круглых лесоматериалов большого диаметра (более 0,6 м), в одной плоскости ставятся одна над другой две пилы (основная и дополнительная) с некоторым сдвигом по горизонтали для их перекрытия (рис. 3.11, б). Это позволяет уменьшить диаметр применяемых пил, а следовательно, и ширину пропила.

Толщину пилы выбирают в зависимости от ее первоначального диаметра $s = (0,003–0,005)D$. Ширина пропила $b = s + 2p$, где p – величина развода или плющения зубьев на одну сторону ($p = 0,5–1,0$ мм).

Для продольного пиления применяют зубья с таким же профилем, как и у рамных пил (рис. 3.2, а), у которых активной является короткая режущая кромка, производящая резание в торец и формирующая дно пропила. Поэтому у зубьев круглых пил для продольного пиления угол резания δ_k всегда меньше 90° . Зубья пил диаметром более 0,3 м делают с ломаной спинкой (задней гранью), углом заострения $\beta_k = 40^\circ$, углом наклона $\alpha_k = 15^\circ$ и углом резания $\delta_k = 55^\circ$ (рис. 3.2, а). Боковые кромки всех зубьев продольных пил имеют прямую заточку, т. е. $\beta_b = 90^\circ$. Круглые пилы больших диаметров имеют число зубьев $z = 48, 60$ или 72 . Шаг зубьев составляет $t = (12–18)s$, высота зуба $h = (0,45–0,6)t$, радиус закругления межзубовой впадины $r = 0,15t$. Для предотвращения трения пильного диска о стенки пропила применяют развод зубьев либо плющение зубьев (удлинение короткой режущей кромки по сравнению с толщиной пильного диска).

Для увеличения срока службы между заточками зубья пил часто снабжают пластинками из твердых сплавов или упрочняют режущие кромки зубьев, что в 30–40 раз повышает их износоустойчивость. Круглые пилы большого диаметра могут иметь вставные зубья (рис. 3.2, б). Диаметр таких пил в результате заточек не меняется. По их окружности расположены гнезда, снабженные гребнем 1 . В каждое гнездо при помощи специального ключа заводят замок 3 и зуб 2 , имеющие направляющий паз. По мере износа от заточек зубья заменяют новыми. Зубья этих пил не разводят, так как их короткая режущая кромка имеет ширину большую, чем толщина пильного диска.

Мощность, необходимая для пиления, и **сила резания** определяются так же, как и для ленточнопильных станков (подразд. 3.2).

При этом основное значение удельной работы резания определяется по графику (рис. 3.2) или по эмпирической формуле, действительной для подачи на один зуб $u_z = 0,05-1$ мм:

$$k_o = \frac{31,5 \cdot 10^5}{u_z^{0,33}}.$$

Подающий механизм с постоянной скоростью подачи ($u = \text{const}$) обычно состоит из электродвигателя и редуктора (иногда двухскоростного), приводящих в движение тележку, подвижный стол, цепь с упорами или вальцы (рис. 3.12).

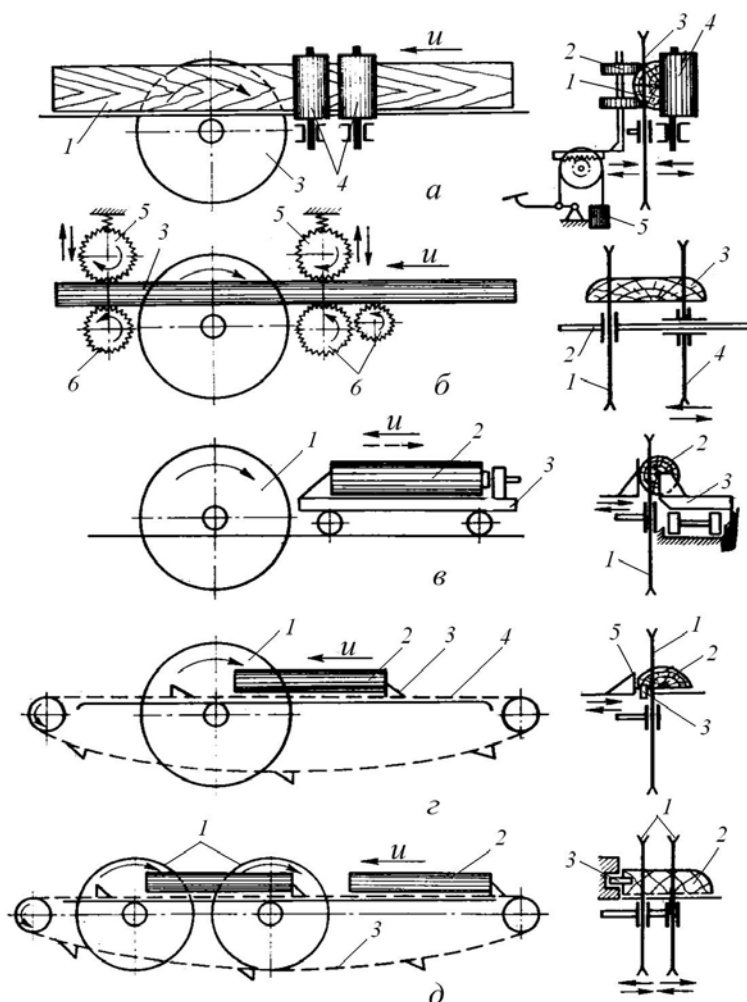


Рис. 3.12. Схемы круглопильных станков для продольной распиловки: а, б – с вальцовой подачей; в – с подачей на тележке; г, д – с цепной подачей

В станках *периодического* действия подача кряжа (бревна) на пилу или пилы на распиливаемый кряж производится при помощи тележки, совершающей возвратно-поступательное движение (рис. 3.12, в) или при помощи подвижного стола, на котором закреплен кряж.

Тележка перемещается по рельсовому пути канатом, приводимым в движение от барабана, который получает вращение от отдельного привода, не связанного с пильным механизмом, или от вала пилы через реверсивный приводной механизм, состоящий из ременных и зубчатых передач. Тележка может приводиться в движение от механического или гидравлического привода. Она состоит из двух частей: основной и вспомогательной, которые устанавливаются на колеса. Колеса, расположенные ближе к пиле, имеют две реборды и выполняют роль направляющих.

Тележка 13 (рис. 3.13) приводится в движение тросом 12, который одним концом присоединен к тележке, затем огибает блок 10, укрепленный между рельсами 14, охватывает несколькими рядами барабан 11, далее огибает блок 15 и вторым концом прикрепляется к тележке с другой стороны.

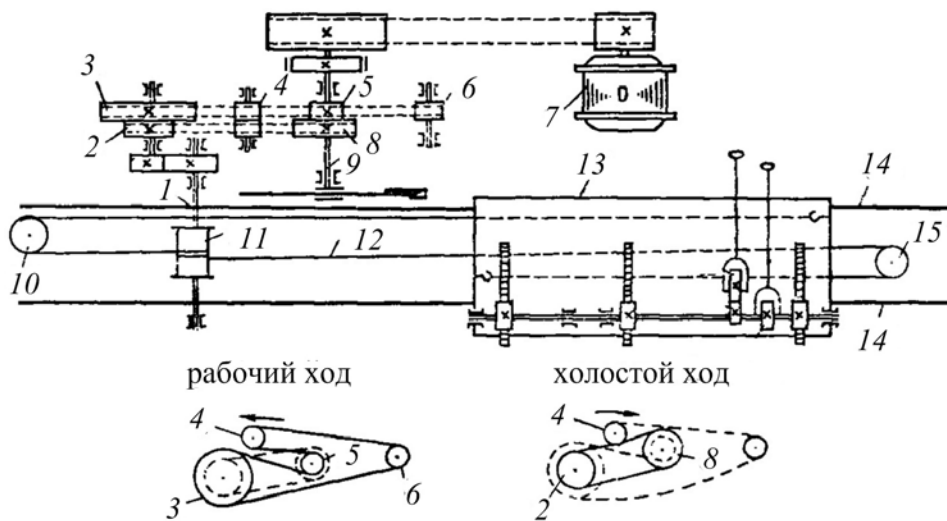


Рис. 3.13. Кинематическая схема шпалопильного станка

Барабан получает вращение от двигателя 7 через пильный вал 9, ременную и зубчатую передачи. Для изменения направления движения тележки имеется реверсивный механизм.

Реверсирование тележки осуществляется двумя ременными передачами следующим образом. От двигателя 7 к барабану вращения передается через ремень, охватывающий шкивы 8 и 2, или через ремень, свободно надетый на шкивы 5, 3 и 6 и леник 4. Поворотом рукоятки

от себя леникс 4 нажимает на ремень, и барабан начинает вращаться, сообщая тележке холостой ход. При повороте рукоятки на себя происходит натяжение ремня, надетого на шкивы 5, 3, 6, и барабан начинает вращаться в обратную сторону, сообщая тележке рабочий ход.

Тележку можно приводить в реверсивное движение индивидуальным двигателем. В этом случае вал барабана 1 соединяют через редуктор с двигателем, который путем переключения полюсов осуществляет реверсивность тележки.

В станках *непрерывного* действия (с непрерывной подачей) распиливаемый материал подается при помощи непрерывно движущейся цепи с упорами (рис. 3.12, *г, д*) или посредством вращающихся вальцов (рис. 3.12, *а, б*), расположенных вертикально или горизонтально. В последнем случае усилие от вальцов к распиливаемому материалу передается за счет их сцепления с древесиной или корой. Поэтому сила прижима вальцов к распиливаемому материалу должна быть такой, чтобы обеспечивалось требуемое усилие подачи, которое практически равно усилию резания. Для увеличения силы трения применяют различные прижимные устройства, сохраняющие в то же время положение материала в процессе его распиловки. К ним относятся скользящие прижимы, гладкие или рифленые прижимные ролики. Горизонтальные вальцы используют обычно при распиловке пиломатериалов по ширине (рис. 3.12, *б*), а вертикальные – по толщине (рис. 3.12, *а*). В последнем случае распиливаемый материал ставят на ребро. Длина вальцов должна быть несколько больше ширины или высоты распиливаемого материала. Поддерживающие и направляющие вальцы делают обычно гладкими, а ведущие – с ребристой поверхностью.

Механизм надвигания может приводиться в движение от пильного вала или от индивидуального двигателя. В первом случае надвигание распиливаемого материала происходит только при вращении пилы, во втором двигатели механизма пиления и надвигания заблокированы, при этом остановка механизма пиления вызывает и остановку механизма надвигания.

Зажимной механизм предназначен для закрепления распиливаемого кряжа на тележке или на подающем столе. Кряж может зажиматься с боковой поверхности и с торцов. Зажим кряжа с боковой поверхности производится при помощи двух крючьев 11 (рис. 3.14, *а*), которые поднимаются и опускаются цепной передачей 9, приводимой в движение от электродвигателя 6 через редуктор 7. Вращение ведущим звездочкам цепей 9 передается через муфту предельного момента, что обеспечивает надежный зажим сбежистых бревен обоими

крючьями. В некоторых станках для подъема и опускания крючьев используют гидро- или пневмоцилиндры. При каждом повороте распиливаемого кряжа зажимные крюки должны подниматься, а затем вновь опускаться, что является недостатком.

Механизмы зажима распиливаемого кряжа с торцов не имеют указанного выше недостатка. Зажим кряжа 3 (рис. 3.14, б) с торцов производится двумя башмаками 2 и 4 с клиновидными шипами. Продольное перемещение зажимного башмака 2 может осуществляться при помощи гидроцилиндра 1 или зубчатой рейки с приводом от электродвигателя через редуктор и ведущую шестерню. Зажимные башмаки должны располагаться в непропиливаемой зоне, что позволяет полностью распиливать кряж, зажатый лишь один раз.

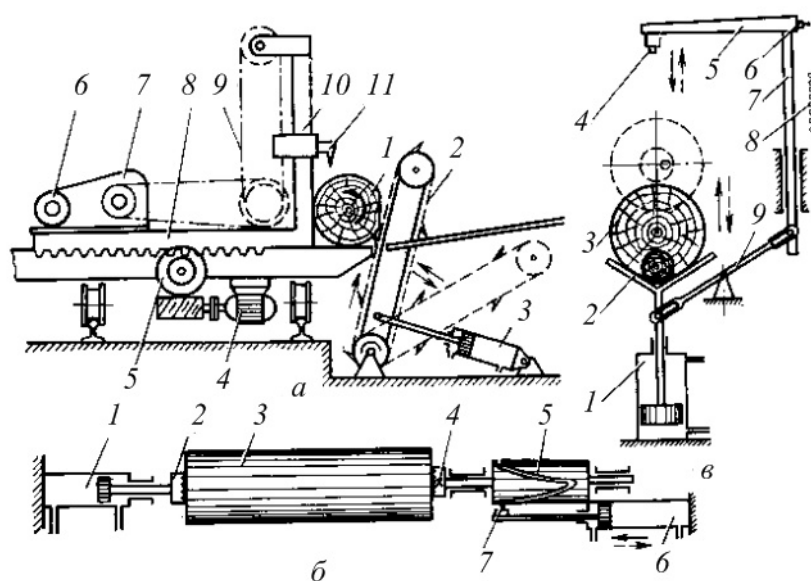


Рис. 3.14. Схемы механизмов бревнопильного станка периодического действия: а – механизмы поворота и поперечного перемещения при боковом зажиме кряжа крючьями; б – механизм поворота при торцовом зажиме; в – механизм центрирования

Поворотный механизм предназначен для поворота несколько раз в процессе распиловки закрепленного на тележке кряжа на 90° вокруг своей оси для получения взаимно перпендикулярных пропилов. Для этого при зажиме кряжа крючьями используют цепные, реечные и сегментные кантователи или вальцы, которые поворачивают кряж при поднятых крючьях. При использовании цепного кантователя (рис. 3.14, а) кряж 1 поворачивается движущейся цепью 2 со специальными зубьями, прикрепленными к ее звеньям. К боковой поверхности кряжа при

помощи гидроцилиндра 3 цепь подводится, и ее зубья, перемещаясь вверх, захватывают кряж и поворачивают его. В речных кантователях поворот кряжа осуществляется рейкой с зубьями. Перемещение рейки производится канатной системой, которая обеспечивает прижим рейки к кряжу или ходовым винтом, вращаемым электродвигателем. После окончания поворота рейка опускается вниз в исходное положение.

При зажиме кряжа с торцов механизм зажима одновременно является и поворотным. Для этого один зажимной башмак свободно насаживается на свою ось, а второй при помощи специального устройства принудительно поворачивается на 90° , одновременно поворачивая и зажатый кряж. Поворотные механизмы обычно оборудуют пространственным кулачком 5 (рис. 3.14, б). Шаг паза на кулачке равен 90° . При перемещении поршня гидроцилиндра 6 из одного крайнего положения в другое палец 7, закрепленный на штоке гидроцилиндра и входящий в паз пространственного кулачка, скользя по пазу, поворачивает кулачок на 90° , а с ним ведущий башмак 4 и кряж 3.

Механизм центрирования применяется на станках, имеющих торцевые зажимы, для центрирования распиливаемого кряжа до его зажима. Центрирование заключается в выведении оси кряжа любого диаметра в определенное положение по отношению к оси зажимов путем поднятия или опускания кряжа специальным механизмом. Рычажный механизм центрирования (рис. 3.14, в) работает следующим образом. С подающего транспортера кряж 3 сбрасывается на подъемные вилки 2 и благодаря их желобчатой форме центрируется в поперечном направлении. После этого гидроцилиндр 1 (может также применяться речный механизм) поднимает вилки и лежащий на них кряж. Шток гидроцилиндра при подъеме через коромысло 9 опускает тягу 7, а с ней и скобу 5 с выключателем 4. Так как коромысло 9 равноплечее, вилки 2 и скоба 5 с выключателем перемещаются на одинаковую величину, двигаясь друг другу навстречу. При нажатии выключателем 4 на поверхность центрируемого кряжа подача жидкости в нижнюю полость гидроцилиндра прекращается, кряж любого диаметра оказывается сцентрированным и закрепляется торцовыми зажимами. После этого жидкость подается в верхнюю полость гидроцилиндра, вилки и скоба возвращаются в исходное положение. В автоматических станках с программным управлением центрирующее устройство используется одновременно и для замера диаметра кряжа. В этом случае на тяге 7 устанавливается щетка 6, скользящая по контактам 8, соответствующим различным диаметрам центрируемого кряжа. Нажим на выключатель 4 при соприкосновении его с поверхностью кряжа ве-

дет не только к прекращению подъема вилок, но и к подаче питания к щетке 6. При этом через нее и соответствующий контакт 8 передается информация о замеренном диаметре.

Механизм поперечного перемещения кряжа или пилы применяется на станках с подающим механизмом в виде тележки или подвижного стола и предназначен для совмещения плоскости пилы с плоскостью очередного пропила перед каждым пропилом. Как правило, перемещается распиливаемый кряж. При поперечном перемещении кряжа 1, зажатого крючьями 11 (рис. 3.14, а), включением индивидуального реверсивного электродвигателя 4 приводятся во вращение шестерни 5, передвигающие вправо или влево зубчатые рейки 8 и кронштейны 10 с крючьями. Перемещение кряжа, закрепленного торцовыми зажимами, производится таким же способом, разница состоит только в том, что при зажиме крючьями кряж может перемещаться только в одну сторону, при торцовых зажимах – в любом направлении. Перемещение бревна, закрепленного торцовыми зажимами, производится при помощи гидравлики. Величина поперечного перемещения определяется оператором по специальной линейке или устанавливается автоматически.

Производительность круглопильных станков для продольного пиления определяется так же, как и для ленточнопильных станков (подразд. 3.2).

Принципиальные схемы круглопильных станков.

Бревнопильный (шпалопильный) станок **ЦДТ-6-3** предназначен для продольной распиловки кряжей длиной от 1,5 до 6,5 м и диаметром до 0,5 м на шпалы, брусья и доски. Механизм пиления станка состоит из пильного вала с закрепленной на нем пилой диаметром 1,25 м и электродвигателя мощностью 55 кВт. Конструкцией станка предусматривается возможность установки дополнительной навесной пилы диаметром 0,63 м, что позволяет увеличить высоту пропила до 0,74 м.

Механизм подачи состоит из тележки, которая перемещается по рельсовому пути при помощи индивидуального привода, включающего реверсивный электродвигатель, редуктор и канатно-блочную систему. Скорость движения тележки в рабочем направлении до 1,3 м/с, в холостом – до 2 м/с. На тележке смонтированы механизмы зажима и поперечного перемещения кряжа, выполненные по схеме, приведенной на рис. 3.14, а. Привод этих механизмов осуществляется от индивидуальных электродвигателей мощностью по 1,7 кВт каждый. Подача кряжа на тележку производится питателем, представляющим собой двухцепной поперечный транспортер. Поворот кряжей обеспечивает ре-

ечный или сегментный кантователь. Готовая продукция поступает на выносной транспортер. Управление станком дистанционное, осуществляется оператором со специального пульта. Часовая производительность станка по сырью при выпилке шпал около 10 м^3 (около 50 шпал).

Шпалопильный станок ЦДТ-6-4 предназначен для распиловки бревен длиной от 1,8 до 6,5 м и диаметром до 0,8 м на шпалы, брусья и сегменты. Станок имеет две пилы, расположенные в одной плоскости (рис. 3.11, б), тележку с тремя стойками и зажимными крючьями (по два на одну стойку для зажима кряжа сверху и снизу). Зажимной механизм и механизм поперечного перемещения кряжа приводятся от гидроцилиндров. На тележке установлен сегментный кантователь бревен. Диаметр основной пилы 1,25 м, частота вращения пилы 985 об/мин. Скорость подачи (скорость рабочего хода тележки) до 1,3 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 136,2 кВт. Производительность станка до 50 шпал в час.

Автоматизированный бревнопильный станок ЦДТ-7 (рис. 3.15) применяют для продольного распиливания бревен длиной от 2 до 6,5 м и диаметром до 0,8 м на шпалы, брусья и доски. Бревно из накопительного устройства укладывается на механизированную тележку 8, которая перемещается по рельсовому пути 3. На тележке установлены поперечные направляющие 7, на которых смонтированы стойки 6 с крючковыми захватами для крепления распиливаемого материала. Крючья перемещаются при помощи гидроцилиндров. Совместное синхронное поперечное перемещение стоек на размер отпиливаемой доски осуществляется от одного гидроцилиндра. Кроме того, крайние стойки имеют относительное индивидуальное перемещение в пределах 75 мм, что позволяет распиливать бревно по сбегу. При обратном ходе тележки рама со стойками отводится от пилы двумя гидроцилиндрами.

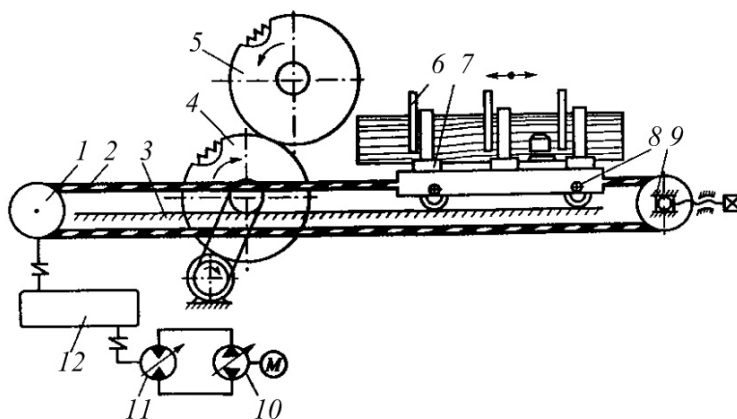


Рис. 3.15. Схема бревнопильного станка ЦДТ-7

Пильный механизм состоит из нижней пилы 4 диаметром 1,25 м и верхней пилы 5 диаметром 1 м. Нижняя пила смонтирована на неподвижной раме, а верхняя установлена на подвижной раме и может опускаться, компенсируя износ пил. Пилы приводятся во вращение от отдельных электродвигателей: нижняя мощностью 55 и верхняя – 30 кВт.

Механизм перемещения тележки состоит из регулируемого гидропривода (насоса 10 и гидромотора 11), цилиндрического зубчатого редуктора 12, приводного 1 и натяжного 9 барабанов, связанных с тележкой 8 стальными канатами 2. Скорость рабочего хода тележки изменяется бесступенчато от 0,2 до 1,3 м/с, скорость холостого хода постоянная – 2 м/с. Поворот кряжа осуществляется цепным кантователем. Производительность станка по сырью составляет около 12 м³/ч.

На ЛЗП находят применение бревнопильные станки **Кара-Мастер**, **Лаймет-120** (Финляндия), **СК-1200М**, **Магистраль СПР-1100**, **ЦДС-1100**, **УП-2Э УСК-1-1** (РФ) и другие с механизмом подачи в виде подвижного стола, приводимого в движение от цепной передачи и гидропривода. Все станки не требуют фундамента и выполнены по одной принципиальной схеме с некоторыми отличиями в конструкции. На стальную станину с направляющими роликами и опорами устанавливается подающий стол, главный пильный вал для нижней пилы с приводным электродвигателем, механическое или автоматическое измерительное устройство, гидромеханическое прижимное устройство в виде рябухи, гидросистема и пульт управления. В комплектации станков может быть гидроподъемник для подачи бревен на стол, верхний пильный блок для распиловки бревен диаметром более 44 см, гидрокантователь бревен, вальцовый поворотный механизм, фреза для снятия коры в месте пропила, автоматический сбрасыватель досок, колесо прижима горбыля и заточной станок, позволяющий затачивать пильный диск, не снимая его со станка. Станки Кара и Лаймет выпускаются и в передвижном варианте на одноосном полуприцепе с приводом от трактора или дизельного двигателя.

Станок **Кара** – однопильный, стационарный и передвижной, выпускается в четырех моделях и предназначен для распиловки бревен длиной от 3 до 7 м и диаметром 6–60 см на брусья, лафеты и доски. Диаметр пилы 0,7–1,0 м. Частота вращения пильного диска 985–1300 об/мин в зависимости от вида привода (электродвигатель, трактор). Подача бревна в распиловку бесступенчатая со скоростью до 1,7 м/с. Мощность электродвигателя пилы 37 кВт, двигателя внутреннего сгорания 50 кВт. Станок гидрофицирован и управляется одним оператором.

Характеристика бревнопильных станков приведена в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Технические характеристики бревнопильных станков

Показатели	Марка станка			
	Лаймет-120	СК-1200М	УСК-1-1	УП-2Э
Диаметр распиливаемых бревен, м	до 0,8	0,1–0,55	0,1–0,42	0,1–0,38
Длина распиливаемых бревен, м	2,0–8,0	2,0–9,0	2,0–6,0	1,0–6,0
Толщина получаемого материала, мм	16–300	16–300	16–300	16–250
Диаметр пильного диска, м				
нижнего	до 1,2	0,9–1,2	0,7–1,0	0,5; 0,63
верхнего	0,7	–	–	0,5
Число оборотов пильного вала, об/мин	до 1300	1030	1056	–
Скорость подачи, м/с	до 1,6	до 1,6	0,2; 0,4	0,2; 0,4; 0,8
Мощность двигателя пилы, кВт	37; 45	45	37	30
Установочная мощность, кВт	–	50,5	45,7	–
Масса станка, кг	–	3500	4000	2500
Производительность по сырью, м ³ /ч	3–5	2–3	1,5–2	2,5

Автоматический угловой бревнопильный станок **БАРС-3** предназначен для распиловки бревен длиной 2,0–6,5 м и диаметром 0,1–0,7 м в автоматическом режиме на обрезные пиломатериалы экспортного качества. Он имеет две независимые пилы, установленные одна к другой под углом 90°. Максимальная глубина пропила 180 мм. Скорость подачи бесступенчатая до 1,5 м/с. Точность распила $\pm 0,5$ мм. Диаметр пильных дисков 0,4–0,6 м. Установочная мощность 37,5–51,5 кВт, масса станка около 4200 кг. Станок **БАРС-3-1000**, в отличие от станка БАРС-3, распиливает бревна диаметром до 1,0 м.

Горизонтальный круглопильный станок **Тwin 400** предназначен для распиловки бревен длиной до 6,2 м и диаметром до 0,5 м. Два пильных диска диаметром 0,4 м установлены горизонтально на одном уровне и приводятся во вращение каждый от индивидуального электродвигателя мощностью 5,5 кВт. Бревно зажимается на станине, а перемещается пильный блок со скоростью подачи до 1,0 м/с. Станок оснащен гидравлическим кантователем и зажимным механизмом, а также устройством для загрузки бревен. Высокая частота вращения пил обеспечивает ровный пропил шириной 3,5 мм. Управляет станком один оператор. Масса станка 1350 кг, производительность 6–10 бревен в час. Станок изготавливается в стационарном и мобильном вариантах.

Развальный круглопильный станок **ЦДТ-5-3** (рис. 3.12, в) предназначен для продольной распиловки короткомерных кряжей длиной от

0,5 до 2,1 м и диаметром до 0,38 м на пластины и бруски. Станок имеет один пильный диск 1 диаметром 1,0 м. Частота вращения пильного диска 985 об/мин. Тележка 3 с закрепленным на ней кряжем 2 приводится в движение от гидропривода и перемещается по роликовым шинам. Поперечное перемещение каретки осуществляется от гидропривода, что позволяет достигнуть точности установки кряжа в пропиле до 1–2 мм. Торцовый зажим кряжа и его поворот осуществляются вручную. Наибольшая скорость подачи тележки 1,15 м/с, установочная мощность станка – 36,2 кВт.

Брусующий круглопильный станок предназначен для продольной распиловки бревен (как правило, тонкомерных, в том числе низкокачественных и короткомерных) на брусья определенного сечения. Станки этого типа непрерывного действия с механизмом подачи в виде цепного транспортера с упорами. Пильный механизм одно- двух- или четырехвальный с установкой 2, 4 или 8 пил. Пильные валы могут приводиться от индивидуальных электродвигателей через ременные передачи или муфты, а также два вала могут иметь привод от одного двигателя через ременную передачу. Положение пильных дисков на валу регулируется по толщине выпиливаемого бруса. При установке на станке двух пил получают двухкантный брус и два горбыля, при четырех пилах – дополнительно две подгорбыльные доски.

На ЛЗП находят применение брусующие станки **СБ-1 (РБ)**, **Timbela T-1M** (Литва), **WALTER TD-500, TD-500/2** (Польша), **4ЦБ-260М, СПР-320, Ц-32 (РФ)**, **Kaiser-36S, ТТ2/1000, ТТ4/450** и др.

Брусующий станок **Timbela T-1M** распиливает бревна диаметром до 0,32 м и длиной от 0,8 м. Станок имеет двухскоростной цепной подающий транспортер со скоростью подачи 0,10–0,25 м/с, двухвальный пильный механизм с установкой 4 пил диаметром 0,5 м. Нижний пильный вал приводится от электродвигателя мощностью 30 кВт, верхний – 22 кВт. Масса станка 2100 кг, установочная мощность 54,5 кВт, производительность до 11 м³/ч.

Станок **Ц-32** – двухпильный, предназначен для распиловки кряжей и бревен длиной от 1,2 до 6 м и диаметром 0,10–0,32 м на брусья и сегменты. Наибольший диаметр пил 0,9 м, частота вращения пил 1500 об/мин. При необходимости на пильный вал можно установить 4 пилы. Скорость подачи 0,10–0,35 м/с. Наименьшее расстояние между пилами 60 мм, наибольшее – 200 мм. Суммарная мощность электродвигателей 56 кВт, производительность не менее 4–6 м³/ч.

Станок **СПР-320** обрабатывает бревна диаметром до 0,32 м, длиной 2–6 м на пиломатериалы толщиной 19–250 мм. Станок имеет че-

тырехскоростной цепной подающий транспортер со скоростью подачи 0,06–0,18 м/с, пильный механизм с установкой 2 пил диаметром 0,8 м, каждая из которых приводится от индивидуального электродвигателя мощностью 30 кВт (возможна установка 4 пил). Осевое перемещение пил осуществляется синхронно без их остановки, что позволяет рационально распиливать бревна и уменьшить затраты времени на перенастройку станка. Масса станка 2340 кг, установочная мощность 62,4 кВт.

Станок **Kaiser-36S** обрабатывает бревна диаметром до 0,36 м на брусья толщиной 90–250 мм. Станок имеет четырехвальный пильный механизм с установкой 4 или 8 пил диаметром 0,5 м и частотой вращения 2840 об/мин. Каждый вал приводится от индивидуального электродвигателя мощностью 22 кВт. Скорость подачи бревен до 0,35 м/с, регулируется бесступенчато. Масса станка 3500 кг, установочная мощность 91 кВт, производительность не менее 10 м³/ч.

Характеристика брусующих станков приведена в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Технические характеристики брусующих станков

Показатели	Марка станка			
	СБ-1	4ЦБ-260М	ТД-500	ТТ4/450
Диаметр распиливаемых бревен, м	до 0,37	до 0,32	0,12–0,48	до 0,32
Длина распиливаемых бревен, м	1,2–6,0	3,0–6,5	1,2–6,0	1,5–6,0
Толщина получаемого материала, мм	70–270	22–180	50–270	60–250
Диаметр пильных дисков, м	0,9	0,8	0,5–0,63	0,45
Количество пил, шт.	2 (4)	2 (4)	до 8	до 8
Число оборотов пильного вала, об/мин	1500	1150	2000	3000
Скорость подачи, м/с	0,1; 0,13; 0,18	0,33; 0,58; 0,83	до 0,17	0,08–0,33
Мощность двигателя пилы, кВт	2×18,5 (2×30)	–	2×18 (2×37)	2×55 (2×75)
Установочная мощность, кВт	38,1; 61,1	94	41,1–69,2	–
Масса станка, кг	1900	3700	до 1865	2320
Производительность по сырью, м ³ /ч	2,5–4	–	3–5	–

Многопильный делительный круглопильный станок предназначен для продольного раскроя брусьев толщиной до 20 см на доски. В зависимости от толщины распиливаемого бруса пилы закрепляются на одном или двух (верхнем и нижнем) валах. В последнем случае устанавливают пилы меньшего диаметра, а следовательно, и меньшей толщины, что позволяет уменьшить ширину пропила и увеличить выход пиломатериалов.

В многопильном станке (рис. 3.16) механизм резания включает в себя двухпорный консольный вал 2, смонтированный в подшипниках качения на станине 1 в расточке шарнирно закрепленной опоры, положение которой по высоте можно регулировать с помощью винтов. На консольной части пильного вала на двух направляющих шпонках установлены плавающие пилы 6. Они не имеют фланцевого фиксированного закрепления вдоль вала. Такой метод крепления пил облегчает их настройку на толщину отпиливаемых досок и снижает напряжение в полотне пилы. Расстояние между пилами фиксируется с помощью блока направляющих 7 с текстолитовыми накладками. В регулируемый зазор между направляющими и накладками для охлаждения последних подается под давлением водовоздушная смесь. При смене пил направляющие отводят. За крайними пилами устанавливаются разделительные ножи 5. Пильный вал приводится во вращение от асинхронного электродвигателя через клиноременную передачу.

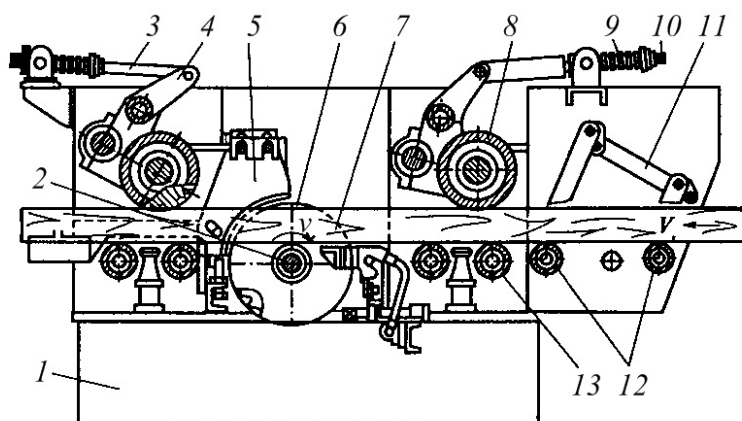


Рис. 3.16. Схема многопильного делительного станка

Механизм подачи состоит из двух опорных 12, четырех нижних 13 и двух верхних 8 приводных рифленых вальцов. Брус базируется на нижние подающие вальцы и прижимается к ним под действием массы верхних вальцов и усилия, создаваемого пружинами 9. Регулирование верхних вальцов на толщину распиливаемого бруса производится вручную с помощью винтов 10 и рычагов 3 и 4. Подающие вальцы приводятся от бесступенчатого регулируемого электродвигателя постоянного тока через цилиндрические редукторы и цепную передачу. Двухрядная когтевая завеса 11 предотвращает выброс бруса и срезков из станка.

В лесопильных и тарных цехах на лесных складах ЛЗП находят применение многопильные делительные станки **М-459 (РБ)**, **Timbela**

DCK-55 (Литва), **WALTER WD-400, WD-250-350** (Польша), **Ц5Д-8, Ц7Д-180, Ц8Д-8М, ЦМР-4М, ЦМ-120, ДК-150, СМ2В-180** (РФ) и др.

Станок **DCK-55** предназначен для распиловки брусьев длиной от 0,8 м, толщиной до 150 мм и шириной до 750 мм на бруски и доски. Станок имеет один вал, на котором установлено до 8 пил диаметром до 0,5 м, приводимых во вращение электродвигателем мощностью 55 кВт. Скорость подачи брусьев в распиловку от 0,10 до 0,35 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 57,5 кВт. Масса станка 2000 кг, производительность около 9 м³/ч.

Станок **ЦМ-120** предназначен для продольного раскроя брусьев и досок длиной от 0,8 до 4 м, толщиной до 120 мм, шириной до 460 мм на обрешечные доски, тарные, строительные и другие заготовки. Расстояние между крайними пилами 190 мм. Толщина выпиливаемых изделий 10–120 мм. Число пил в поставе до 7, максимальный диаметр пил 0,5 м, частота вращения пил 2000 об/мин. Скорость подачи брусьев в распиловку 0,10–0,35 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 31 кВт. Масса станка 1750 кг, производительность 4–6 м³/ч. Станок обслуживают два человека.

Станок **ЦМ-150**, в отличие от ЦМ-120, распиливает брусья толщиной до 150 мм и имеет суммарную мощность 38 кВт.

Круглопильный станок **Ц2М-1М** предназначен для распиловки брусьев длиной от 1,5 до 6,5 м и толщиной 40–1000 мм на пиломатериалы толщиной 6 мм и более. Станок имеет два пильных вала, наибольшее число пил на каждом валу – 12 шт., диаметр пил 0,25 м, частота вращения пил 4055 об/мин. Скорость подачи 0,22 и 0,45 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 76,5 кВт.

Делительный станок **М-459** предназначен для распиловки брусьев длиной от 1,4 м, толщиной до 160 мм и шириной до 300 мм. Станок имеет один вал, на котором установлено до 8 пил диаметром до 0,5 м, приводимых во вращение электродвигателем мощностью 30 кВт. Частота вращения пил 3000 об/мин. Скорость подачи брусьев в распиловку 0,15, 0,20 и 0,30 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 32,2 кВт. Масса станка 920 кг.

Двухвальный многопильный станок **СМ2В-180** предназначен для продольной распиловки брусьев и досок длиной от 1 м, толщиной до 180 мм, шириной до 750 мм на заготовки толщиной 10–580 мм. На каждом валу установлено до 10 пил диаметром 0,35 м. Частота вращения пил 2500 об/мин. Скорость подачи брусьев в распиловку 0,10–0,35 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 76 кВт. Масса станка 3500 кг, производительность 10 м³/ч. Станок обслуживают два человека.

Ребровые станки (рис. 3.12. а) предназначены для деления горбылей на доски. Подача горбыля или доски 1 на пилу 3 осуществляется при помощи вертикальных приводных валцов 2 и 4. Валцы 4 закреплены на суппорте, вместе с которым могут перемещаться в поперечном направлении и регулировать толщину выпиливаемой доски. Валцы 2, установленные на втором суппорте, грузом 5 прижимают распиливаемый материал, а отводятся гидроприводом.

Применяются ребровые станки **Timbela DCKRD-50** (Литва), **WALTER WDPP-410** (Польша), **СГ-1** (РБ), **ЦР-4А**, **ВПГ-20** (РФ) и др.

Ребровый станок **ЦР-4А** – однопильный, предназначен для распиловки горбылей на доски и ребровые элементы толстых обрезных и необрезных досок и брусьев на пиломатериалы. На станке можно распиливать лесоматериалы длиной от 1,25 до 3,50 м, толщиной 16–275 мм, шириной до 300 мм. Диаметр пилы 0,6–0,8 м, частота вращения пилы 1400 и 2000 об/мин. Механизм подачи лесоматериала в распиловку вальцовый, скорость подачи 0,16–0,9 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 32,6 кВт.

Станок для переработки горбыля **DCKRD-50** обрабатывает сырье длиной от 1 м, шириной до 210 мм. Пила диаметром 0,5 м приводится двигателем мощностью 11 или 15 кВт. Механизм подачи (мощность двигателя до 1,5 кВт) лесоматериала в распиловку пневмоколесный, скорость подачи 0,05–0,45 м/с. Масса станка 510 кг, производительность около 1,5 м³/ч.

Станок **СГ-1** обрабатывает сырье длиной от 0,5 м, шириной до 600 мм, толщиной 215 мм. Пила диаметром 0,6 м приводится двигателем мощностью 15 кВт, частота вращения пилы 3000 об/мин. Мощность двигателя механизма подачи 1,5 кВт, скорость подачи 0,2, 0,3 и 0,4 м/с. Масса станка 800 кг.

Станок для переработки горбыля **ВПГ-20** обрабатывает сырье длиной от 0,7 м, шириной до 250 мм. Пила диаметром до 0,6 м имеет частоту вращения 2750 об/мин. Скорость подачи лесоматериалов до 0,2 м/с. Суммарная мощность электродвигателей 11,55 кВт. Масса станка 570 кг, производительность около 2 м³/ч. Станок обслуживают два человека.

Обрезные станки (рис. 3.12. б) предназначены для обрезки кромок у необрезных досок и деления досок по ширине. Станки имеют от 1 до 4 круглых пил (чаще 2). На валу 2 размещены две пилы: неподвижная 1 и передвижная 4. Последняя вручную или гидроприводом может перемещаться вдоль вала 2, устанавливаясь в положение, соответствующее ширине выпиливаемой доски. Подача доски 3 на пилы произ-

водится вальцами: тремя нижними *б* и двумя верхними прижимными *5*. В комплект станков входит впередистаночный механизированный стол для приема и ориентации подаваемых заготовок. Пилы могут устанавливаться на одном валу или иметь отдельные валы.

На ЛЗП применяются обрезные станки **Timbela OB-11** (Литва), **Mebor VR-800** (Словения), **BCO-800/60** (Дания), **Ц2Д-7А**, **Ц2Д-8**, **Ц2Д-У**, **СО-50**, **Ц2-200** (РФ) и др.

Характеристика обрезных станков приведена в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Технические характеристики обрезных станков

Показатели	Марка станка			
	OB-11	Ц2Д-7А	Ц2Д-У	СО-50
Ширина распиливаемых досок, мм	до 425	до 800	до 630	до 500
Толщина распиливаемых досок, мм	до 80	13–60	13–80	12–50
Длина распиливаемых досок, м	–	1,5–6,0	1,5–6,0	2,0–6,5
Диаметр пильных дисков, м	0,4	0,5	0,315	0,4
Количество пил, шт.	2	2 (3)	2	2
Число оборотов пильного вала, об/мин	–	2400	2850	–
Скорость подачи, м/с	0,12–0,45	1,35; 2,0	0,28; 0,5	0,25; 0,35
Установочная мощность, кВт	11,5	36,6 (38,7)	11	13,2
Масса станка, кг	1400	4250	1430	900

Тарно-брусующие станки (рис. 3.12, *з*) используют для распиловки пластин на бруски. Пластины *2* подаются на пилу *1* цепью *4*, снабженной упорами *3*. Толщина выпиливаемых брусков при наладке станка устанавливается упорной линейкой *5*. Такие станки пропускают пластины длиной 0,3–1,2 м, имеют пилу диаметром около 0,7 м, скорость подачи 0,2–1,0 м/с, установочную мощность около 20 кВт.

Тарно-делительные станки (рис. 3.12, *д*) предназначены для распиловки брусков на тарные дощечки. Станки часто делают двухпильными. Бруски *2* подаются на пилы *1* при помощи цепи *3*. При наладке станка на пильные валы устанавливаются шайбы, от размеров которых зависит толщина выпиливаемого материала. Каждая пила диаметром 0,5–0,6 м приводится во вращение от отдельного электродвигателя. Скорость подачи станков 0,3–0,9 м/с, установочная мощность около 15–18 кВт.

Круглопильные станки для поперечной распиловки пиломатериалов. Полученные в результате распиловки бревен, кряжей и брусьев пиломатериалы должны быть оторцованы, прирезаны при необходимости по длине (распилены на заготовки конкретных длин) и из них

удалены пороки (обзолы, гниль и т. п.), снижающие сортность продукции или же недопустимые в продукции. Кроме того, полученные в процессе продольной распиловки горбыли и рейки подлежат в большинстве случаев поперечной распиловке на части (отрезки) для переработки их на короткомерную пилопродукцию. Для этого применяют круглопильные станки для поперечной распиловки, которые в зависимости от способа перемещения пилы и расположения ее относительно распиливаемого материала выпускаются с нижним расположением пилы и вертикальным ее перемещением и с верхним расположением и прямолинейным перемещением или же с шарнирно-маятниковой подвеской пилы, обеспечивающей ее прямолинейное перемещение. По количеству пил они могут быть одно-, двух- и многопильные. По конструктивному признаку – с подвижным и неподвижным суппортом.

Торцовочный шарнирно-маятниковый однопильный станок с прямолинейным перемещением пилы (рис. 3.17) состоит из станины 12, на которой монтируется нижняя часть 10 колонки. На верхней поворотной части 9 колонки установлена шарнирно-рычажная система 7 с моторизованным шпинделем 6 и пильным диском 4. Электродвигатель привода имеет электродинамическое торможение при его выключении. Пила ограждена кожухом с шарнирно подвешенным сектором 5, который закрывает ее переднюю часть. На нижней части колонки закреплен стол 3. Станок оснащен кнопочным 2 и педальным 1 управлением. Горизонтальное перемещение пильного суппорта обеспечивается пневмоприводом, пневмоцилиндр которого установлен на кронштейне 8.

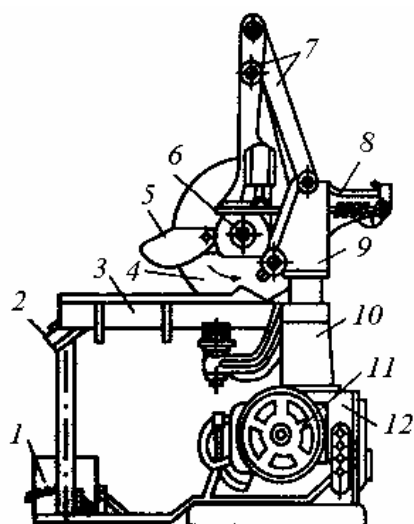


Рис. 3.17. Торцовочный станок

В отдельных конструкциях станков механизм подачи приводится в действие вручную рукояткой.

Менее распространены суппортные станки, в которых электродвигатель с пилой закреплен на конце удлиненного суппорта. Суппорт перемещается в роликоподшипниках направляющих станины с помощью гидроцилиндра. Большая масса перемещаемых элементов является недостатком данной конструкции.

В станках с неподвижным суппортом движение подачи передается заготовке с помощью поперечного цепного конвейера с упорами. Такие станки, как правило, двух- или трехпильные.

В лесопильно-деревообрабатывающих цехах ЛЗП применяются круглопильные станки для поперечной распиловки **ЦКБ-40-3**, **ЦПА-40**, **ЦМЭ-3А** (РФ), **Timbela DCKLR-40-3** (Литва), **WALTER FDR 3/300**, **FDR 2/250** (Польша), **PF-3000**, **PP-150/700** и др.

Станок **ЦПА-40** – однопильный, с прямолинейным движением суппорта. Пила диаметром 0,4 м установлена на суппорте с гидроприводом. На станке можно распиливать материал шириной до 400 мм и толщиной (высотой) до 100 мм. Общая мощность электродвигателей (2 шт.) 5,4 кВт, в том числе мощность электродвигателя привода пилы 3,2 кВт.

Станок **ЦКБ-40-3** – однопильный, с нижним расположением пилы. Диаметр пилы 0,63 м. Привод механизма подъема и опускания гидравлический. На станке можно распиливать материал шириной до 400 мм при толщине до 100 мм и шириной до 310 мм при толщине 150 мм. Мощность электродвигателя привода пилы 7,5 кВт, электродвигателя привода гидронасоса 2,2 кВт.

Торцовочный станок **ЦМЭ-3А** – однопильный с шарнирно-маятниковой подвеской пилы, предназначен для торцовки и поперечной распиловки пиломатериалов шириной до 500 мм и толщиной до 120 мм как под прямым углом, так и под углом 45° к боковой пласти доски или бруса. Диаметр пилы 0,5 м. Надвигание пилы на распиливаемый материал при помощи пневмопривода или вручную. Мощность электродвигателя механизма пиления 3,2 кВт.

Станки **FDR 2/250**, **PF-3000** – двухпильные, **DCKLR-40-3**, **FDR 3/300** – трехпильные.

Фрезерно-брусующие и фрезерно-пильные агрегаты. Для переработки круглых лесоматериалов диаметром до 22–24 см применяют комбинированные (агрегатные) станки, на которых в процессе переработки лесоматериалов одновременно получают пиломатериалы и технологическую щепу. В качестве режущего инструмента могут быть использованы фрезы (цилиндрические, конические, торцово-конические),

пилы (круглые, ленточные) и их комбинации. Механизмы резания комплектуются в виде конструктивных модулей. В процессе работы на таких станках совмещены два способа механической обработки лесоматериалов: фрезерование, при котором получается простой или ступенчатый (фигурный) четырехкантный брус, и продольное пиление, когда брус распиливается на обрезные пиломатериалы.

Фрезерно-пильный агрегат для переработки тонкомерных бревен, оснащенный торцово-коническими фрезами (рис. 3.18), состоит из подающего цепного конвейера 1 с упорами, первого фрезерного узла с вертикально расположенными торцевыми коническими фрезами 2, второго фрезерного узла с двумя горизонтально установленными коническими фрезами 3, механизма вальцовой подачи 4, пильного механизма 5 с набором пил, распускающих брус на доски, и вытяжных валцов 6 ступенчатой формы, удаляющих пиломатериалы из агрегата. Каждая фреза, как правило, приводится во вращение от индивидуального электродвигателя.

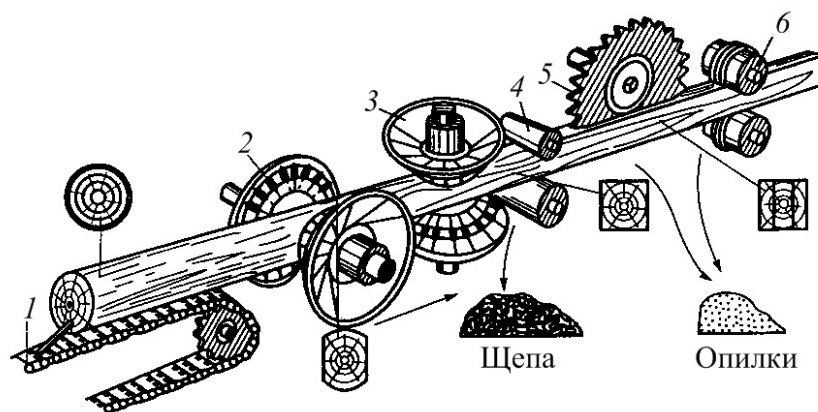


Рис. 3.18. Фрезерно-пильный агрегат

Линию обслуживает один оператор, который находится за пультом управления в звукоизолированной кабине, оснащенной установкой промышленного телевидения. В зависимости от диаметра подаваемых бревен оператор настраивает на необходимую позицию конвейер и все механизмы агрегата. По его команде происходит сброс первого бревна с накопителя и последующая ориентация его на конвейере загрузки. Дальнейший захват, зажим и центрирование бревна по оси поставка агрегата происходят автоматически.

Фрезерно-пильный станок 690С (РФ) предназначен для переработки окоренных бревен диаметром 7–16 см и длиной от 2,0 м на пиломатериалы и щепу. Кривизна заготовки не более 1%. Скорость подачи

0,10 и 0,15 м/с, частота вращения фрез 3000 об/мин, пил – 1500 об/мин. Мощность привода фрез 2×7,5 кВт, пилы – 30, подачи – 1,5 кВт. Удаление щепы и опилок при помощи скребкового транспортера или пневмотранспорта.

Фрезерно-брусующий станок **HewSaw R200** имеет две вертикальные и две горизонтальные фрезы, блок дисковых пил на вертикальных валах, где также установлены фрезы для обрезки кромок (или дополнительный фрезерный блок для обрезки кромок). За один проход на станке можно выпиливать до 6 досок. Максимальный диаметр бревна в комле – 350 мм, ширина пропила составляет 3,6 мм. Скорость подачи 1–2 м/с. Общая мощность двигателей около 600 кВт, годовая производительность 20–60 тыс. м³ пиломатериалов при работе в одну смену.

Фрезерно-пильная установка **ЛАПБ-2** имеет питатель, подающее устройство, фрезерно-пильный агрегат, приемный роликовый транспортер, кабину оператора с пультом управления, а также электропнеumo- и гидрооборудование для привода и управления установкой. На установке за один проход можно выпиливать до 8 досок. Максимальный диаметр бревна в комле – 240 мм. Скорость подачи бревна 0,67, 0,83 и 1,0 м/с. Число пил в поставе – 7, диаметр пил 0,50–0,63 м. Общая мощность двигателей 480 кВт, производительность по сырью составляет 20–28 м³/ч. Выход продукции около 50% пиломатериалов и 33% технологической щепы.

3.4. Техника безопасности при производстве пиломатериалов

К работе на лесопильном оборудовании допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение по специальности и инструктаж по технике безопасности, а также имеющие практические навыки безопасного выполнения работ. Результаты проверки знаний регистрируются в специальном журнале. Каждому рабочему необходимо знать правила техники безопасности и строго выполнять их в процессе работы. Станки должны быть оборудованы защитными устройствами и ограждениями. Механическая подача должна быть заблокирована с пусковым устройством режущего инструмента, чтобы ее включение было невозможно до пуска режущего инструмента. Обрабатываемый материал не должен содержать металлических включений.

При выполнении работ на деревообрабатывающем оборудовании запрещается: работать на станках со снятыми ограждениями; касаться электропроводов и корпусов работающих электродвигателей; работать на неисправном оборудовании и с неподготовленным режущим

инструментом; тормозить режущий инструмент какими-нибудь предметами; допускать посторонних в зону станка при его работе; оставлять станок без присмотра в рабочем состоянии.

Перед началом работы на лесопильном оборудовании необходимо осмотреть станок и околостаночное оборудование, убедиться в исправности пускового устройства и электропроводки, проверить состояние рабочего места, крепление оградительных устройств. Режущий инструмент должен быть заточен и подготовлен к работе. Перед каждым пуском механизма резания необходимо подавать сигнал о запуске станка.

Рабочее место следует содержать в чистоте и не загромождать заготовками и изделиями. Ремонт, смазка и чистка оборудования должны производиться только при полной его остановке и отключении от электросети. При возникновении посторонних стуков и шумов станок немедленно отключают. Наладку и ремонт станка имеет право производить специально обученное лицо, знающее особенности разборки станка при ремонте. По окончании работы необходимо остановить станок, очистить все механизмы и рабочее место.

Контрольные вопросы

1. Назначение и классификация круглопильных станков.
2. Укажите основные преимущества и недостатки круглопильных станков по сравнению с другим лесопильным оборудованием.
3. Основные узлы круглопильных станков.
4. Дайте характеристику режущего инструмента.
5. Назовите типы подающих механизмов.
6. Охарактеризуйте типы круглопильных станков.
7. Устройство и принцип действия круглопильных станков, марки и основные технические характеристики оборудования.
8. Как найти мощность, расходуемую на пиление, и силу резания?
9. Что собой представляют фрезерно-пильные агрегаты?
10. Техника безопасности при работе на лесопильном оборудовании.

4. ПОДГОТОВКА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА К РАБОТЕ

Цель занятия: изучение операций и режимов подготовки дерево-режущего инструмента к работе, ознакомление с вспомогательным оборудованием, приспособлениями и заточным инструментом, а также правилами их эксплуатации.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. ПОДГОТОВКА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА К РАБОТЕ

Структура отчета.

1. Основные операции и режимы при подготовке режущего инструмента к работе.
2. Вспомогательное оборудование и приспособления.
3. Заточный инструмент.
4. Конструкции и технические характеристики станков для подготовки режущего инструмента.

Основные операции и режимы при подготовке режущего инструмента. В процессе заготовки и переработки лесоматериалы подвергаются механической обработке (пилению, строганию, рубке, фрезерованию) с помощью режущего инструмента (пил, ножей, резцов, короснимателей, фрез). Правильно подобранный, подготовленный и установленный режущий инструмент обеспечивает высокую производительность, надежную и бесперебойную работу оборудования. Для подготовки к работе режущего инструмента применяют различные заточные станки и разнообразное вспомогательное оборудование и приспособления, а также заточный инструмент. Их применение способствует повышению скоростей резания и надвигания, улучшению качества обработки, долговечности инструмента, снижению расхода энергии.

Подготовка режущего инструмента к работе – это комплекс технологических процессов, обеспечивающих оптимальные рабочие параметры инструмента при минимальных трудозатратах. При подготовке режущего инструмента к работе выполняется ряд операций, которые определяются конструкцией инструмента и условиями его работы. К таким операциям относятся следующие.

Заточка – основная операция, при которой режущие элементы пилы или ножа приобретают форму и размеры, обеспечивающие наилучшие условия резания древесины в заданных режимах.

Доводка – улучшение качества поверхности режущих граней зубьев пил и ножей после заточки с помощью оселков и брусков.

Фуговка (фугование) – выравнивание по высоте одноименных зубьев пил.

Разводка (развод) – отгибание зубьев пил в соответствующие стороны с целью увеличения ширины пропила.

Плющение – увеличение длины режущей кромки зубьев пилы, выполняемое с той же целью, что и развод зубьев.

Формовка (формование) – выравнивание боковых кромок зубьев пилы после плющения.

Вальцовка – прокатка в валках средней части полотна рамной круглой или ленточной пилы с целью придания ей устойчивости (жесткости) в работе.

Проковка – ослабление средней центральной части круглой пилы, необходимое для того, чтобы зубчатый венец пилы мог свободно натягиваться под действием центробежных сил, возникающих при вращении пилы.

Правка – исправление местных дефектов пилы (выпучин, тугих мест, слабины, крыловатости), образовавшихся при работе пилы в результате нагрева от действия усилий при резании, боковых изгибов, а также возникающих при изготовлении пил из-за неравномерности прокатки стали, термической обработки или шлифования.

Ремонт – восстановление первоначальных форм и размеров зубьев пил и ножей (обрезка старых и штамповка новых зубьев, пайка полотен пил, склепка элементов пильных цепей и др.).

Подготовка рамных пил состоит из следующих операций: выявления и правки дефектов формы полотна; контроля напряженного состояния полотна; вальцевания; заключительного контроля плоскостности и напряженного состояния полотна пилы.

Подготовка полотен ленточных пил включает в себя соединение концов ленты сваркой или пайкой, контроль напряженного состояния полотна, правку дефектов и формы полотна, вальцевание, заключительный контроль напряженного состояния полотна пилы.

Ремонт полотен ленточных пил включает в себя локализацию трещин, вырезку дефектных зон полотна и подготовку отрезков вставок. Локализации подлежат одиночные трещины длиной не более 10–15% ширины пилы, но не более 15 мм. Локализация осуществляется засверливанием отверстий в конце трещины. При наличии одиночных длинных трещин, а также групповых трещин (4–5 на длине 0,4–0,5 м) и выломанных подряд двух зубьев дефектное место вырезают, причем

длина вырезки должна быть не менее 0,5 м во избежание затруднений при правке.

Подготовка круглых пил включает в себя следующие операции: оценку плоскостности и напряженного состояния полотна, правку полотна, проковку и вальцевание диска пилы.

Подготовка окорочного инструмента заключается в выверке, правке тела инструмента, в восстановлении и заточке режущих кромок.

В подготовку зубьев пил к работе входят насечка зубьев, уширение зубчатого венца, заточка, фуговка и доводка зубьев.

Заточку и доводку режущего инструмента можно выполнять следующими способами: абразивным (точильными кругами, брусками, оселками), полуабразивным (химико-механическим) и безабразивным (электроискровым, электроконтактным, напильниками). Для заточки режущего инструмента применяют в основном абразивные (точильные) круги и иногда напильники, а при доводке его – бруски и оселки. В процессе заточки режущего инструмента необходимо соблюдать основные условия: профили у одноименных затачиваемых элементов инструмента должны быть одинаковы; лезвия достаточно остры; одноименные затачиваемые элементы должны располагаться на одной прямой линии или окружности. Кроме того, не должно быть заворотов, надломов, заусенцев и засинения режущих элементов; впадины зубьев пил следует плавно закруглять, а также обеспечивать наименьшую величину стачивания материала инструмента с целью увеличения срока его службы. Продолжительность работы без переточки во многом зависит от правильно выбранных режимов заточки. К основным показателям, определяющим режимы заточки, относятся: окружная скорость абразивного круга, скорость его надвигания на затачиваемый инструмент или инструмента на круг, а также толщина слоя металла, снимаемого за один проход круга.

Необходимым условием при подготовке режущего инструмента является проведение *контроля качества* заточных и доводочных работ. Качество заточных работ обычно проверяют по геометрическим параметрам режущих элементов, чистоте поверхности режущих граней и отсутствию дефектного слоя. Контроль геометрических параметров зубьев, резцов и других элементов проводится с помощью шаблонов, угломеров, индикаторов. Чистота поверхности затачиваемых элементов инструмента может проверяться по эталонам (сравнение с образцами). Ожоги и трещины на шлифованных инструментах определяют визуально с помощью лупы или микроскопа.

Вспомогательное оборудование и приспособления. К вспомогательному оборудованию относят фуганки, разводки, плющилки,

формовки, вальцовочные станки, оборудование для проковки и правки круглых пил, штампы для насечки зубьев, контрольно-измерительный инструмент. Из приспособлений для крепления инструментов используют зажимные тиски, державки напильников, зажимы для заточки ручных пил.

Зубья пил фугуют на заточных станках напильниками, брусками и оселками, закрепленными в специальной металлической или деревянной державке, а также посредством специальных фуговочных приспособлений (фуганков). Такие приспособления (рис. 4.1, *а*) применяются для снижения ограничителей (упоров) универсальных пильных цепей с помощью напильника. Фуговка круглых пил может быть статической и динамической. Статическая фуговка (главным образом пил большого диаметра) выполняется на пилах, еще не установленных на станок, с помощью державки с зажатым в ней напильником или бруском. При динамической фуговке пила остается на валу круглопильного станка. При этом фуговочные бруски устанавливаются в специальном приспособлении (рис. 4.1, *б*), корпус которого крепится на станке. Приспособление имеет рамку и рычаг, на конце которого закреплена вилка для установки брусков. Рычаг соединен с рамкой шарнирно и может поворачиваться вокруг оси с помощью винта. Перемещая этим винтом рычаг с вилкой вправо и влево до касания брусками кончиков зубьев вращающейся пилы, производят боковую фуговку зубьев. Надвигая рычаг с вилкой на пилу в радиальном направлении, выполняют радиальную фуговку.

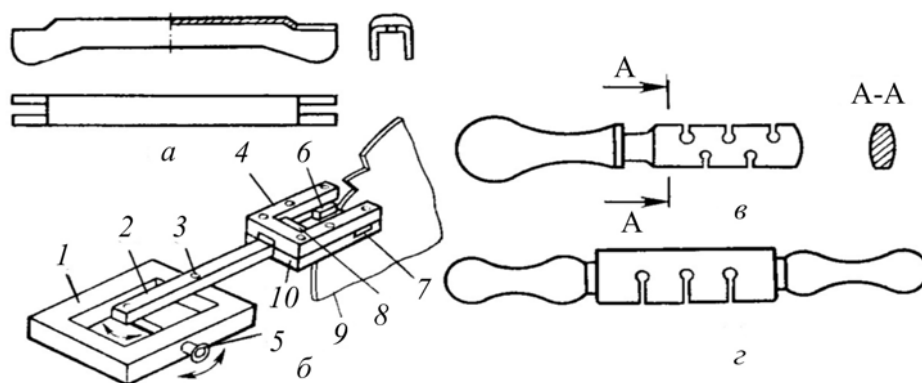


Рис. 4.1. Вспомогательные приспособления для фуговки и разводки зубьев: *а* – фуганок для пильных цепей ПЦУ; *б* – фуговальное приспособление для круглых пил: 1 – рамка; 2 – рычаг; 3 – ось вращения рычага; 4 – вилка для крепления брусков; 5 – винт для поворота рычага; 6, 7 – боковые фуговальные бруски; 8 – центральный фуговальный брусок; 9 – пильный диск; 10 – планка зажима брусков; *в*, *г* – разводки

Развод зубьев выполняется специальными разводками. Обычно разводка (рис. 4.1, в, г) устанавливается на зуб пилы, и после нажима на ее рукоятку вершину зуба отклоняют в сторону на необходимую величину. Развод выполняется поочередно в правую и левую стороны на $1/3$ – $1/2$ высоты зуба от его вершины. Разводить зубья пил можно как до заточки, так и после нее. Для развода зубьев пил применяют станки **РПК8** или **РАП8** (диаметр пил до 0,8 м), ручные разводки **ПИ-39**, тиски для зажима пилы при разводе, индикаторный разводомер или шаблоны для контроля точности развода. Допускается отклонение величины развода или плющения отдельных зубьев пилы $\pm 0,05$ мм.

Плющение зубьев применяют для уширения зубчатого венца пил для продольной распиловки с прямой заточкой. Плющение зубьев имеет следующие преимущества перед разводом: выше качество пропила, большая устойчивость пилы в пропиле, пилы могут быть более тонкими (на 0,2–0,4 мм), допускают большую (на 15–20%) подачу на зуб и меньшее уширение (на 0,1 мм) зубчатого венца. Такие зубья сохраняют необходимое уширение в течение 3–4 переточек. Сущность плющения состоит в том, что к кончику передней грани зуба прижимают упор (наковальню), а со стороны задней грани подводят профильный плющильный валик. При повороте плющильного валика он внедряется в материал зуба пилы за счет плавного увеличения радиуса его рабочего участка и вызывает уширение кончика зуба на обе стороны. Для плющения зубьев пил используют обычно ручные плющилки **ПКЦ**, **ПИ-34**. Для придания всем зубьям одинаковой формы после плющения прибегают к *формованию* их, т. е. выравнивают длину коротких режущих кромок посредством ручных формовок **ФКЦ**, **ПИ-35**. Формовка имеет корпус с прорезью в нижней части. Через эту прорезь формовку надевают на пилу до упора в вершины зубьев. В корпусе формовки установлены обжимные планки, имеющие с обеих сторон скосы. При формовании вершина зуба располагается между скошенными поверхностями плашек и при сдвигании их сжимается одновременно с двух сторон. При наличии большого числа пил для продольной распиловки лесоматериалов целесообразно использовать станки холодного плющения и формования: для круглых пил диаметром до 0,8 м – полуавтомат **ПХФК8**, для рамных при ширине до 200 мм – **ПХФ-Р**, для ленточных при ширине до 350 мм — **ПХФА-2**.

Вальцовка рамных, круглых и ленточных пил выполняется на специальных станках. Кинематическая схема вальцовочного станка приведена на рис. 4.2. Этот станок имеет электродвигатель 1, редуктор 2, верхний 8 и нижний 9 вальцовочно-приводные ролики с выпук-

лой поверхностью, между которыми устанавливают полотно пилы 14, гидравлическое устройство, включающее гидроцилиндр 3, поршень 4, ползун 7, рукоятку установки давления 5 и манометр 6, а также устройство для установки зоны вальцовки, состоящее из базирующих роликов 13, направляющих 12, винта 11 и рукоятки 10.

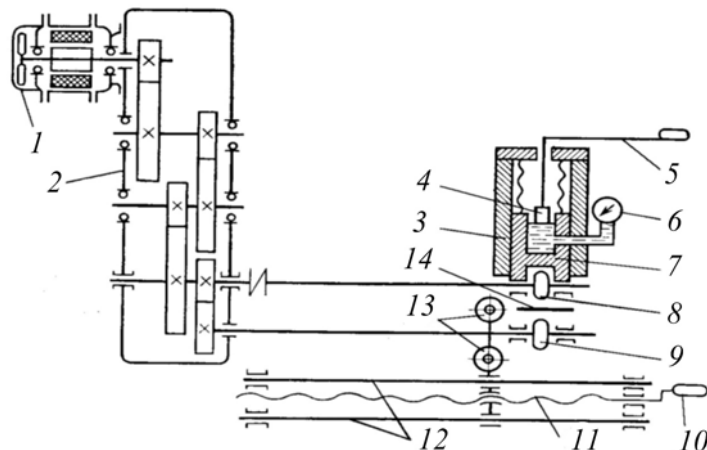


Рис. 4.2. Кинематическая схема вальцовочного станка

В процессе вальцовки пила помещается между верхним и нижним вальцовочными роликами, при этом верхний ролик прижимается ползуном к поверхности пилы. Рамные пилы вальцуют на станках **ПВ-20**, **ПВ-28** и **ПВ-35**. Кинематическая схема станка ПВ-20 изображена на рис. 4.2. Мощность электродвигателя станка ПВ-20 составляет 1 кВт, скорость вальцовки 10 м/мин, максимальное давление ролика 20 кН. Станок ПВ-35, в отличие от станка ПВ-20, имеет приспособления для установки круглых пил диаметром 0,3–0,8 м и ленточных пил. Наибольшее усилие прижима роликов 30 кН, толщина полотна пилы до 3,6 мм, масса станка 300 кг.

Вальцовка рамных и ленточных пил выполняется по длине полотна. Начинают ее с середины полотна, а затем поочередно симметрично по обе стороны от середины пилы по параллельным линиям, расположенным на расстоянии 25–30 мм друг от друга. Кромки пилы на расстоянии 25–30 мм, а также концы пилы на протяжении 120–150 мм не вальцуются. Степень вальцовки пилы проверяют с двух сторон с помощью контрольной линейки. Круглые пилы можно вальцевать на вальцовочном станке ПВ-20 с применением приставки для крепления пилы. Пилу вальцуют по одной окружности, диаметр которой составляет 0,7–0,8 диаметра пилы по впадинам зубьев. Качество вальцовки проверяется с помощью контрольных линеек. После вальцовки проверяют плоскостность и правят полотно пилы.

Проковку и правку круглых и рамных пил производят на стальной наковальне при использовании проковочных и правильных молотков, а также стальных линеек разной длины. У проковочных молотков круглый выпуклый боек. В зависимости от толщины пилы выбирают проковочные молотки определенных размеров и массы. При проковке удары молотком по пиле наносятся от периферии к центру, по намеченным мелом радиусам. Центральная часть пилы, закрываемая шайбами (фланцами), не проковывается. Проковка пилы производится с обеих сторон. Удары при проковке с одной стороны пилы, по возможности, должны совпадать с местами ударов на другой стороне или быть близкими к ним. При проковке рамных пил удары по средней линии следует наносить сильнее, чем по крайним. Концы пил на расстоянии 100–150 мм не проковывают.

Для проверки правильности проковки и правки круглых пил используют контрольные металлические линейки, набор щупов и прибор с часовым индикатором.

В подготовку пил к работе входит *насечка новых зубьев*. Ее делают, когда необходимо изменить профиль зуба, если на пиле сломано всего три зуба или два подряд. Насечку зубьев выполняют на ручных пилоштампах ПШ или механических ПШП-2 и ПШ-6, а также нарезают зубья на заточных станках. Ручной рычажный пилоштамп имеет ножницы для обрезки старых зубьев и пуансон с матрицей для насечки новых зубьев. Он обеспечивает насечку зубьев при толщине полотна пилы до 4 мм. Пилоштамп ПШП-2 позволяет насекать зубья и обрезать пилы толщиной до 5,5 мм с производительностью 50 зубьев в минуту. Наибольшее усилие на пуансоне 300 кН. Пилоштамп ПШ-6 обрабатывает пилы толщиной до 6 мм, производительность – 30 зубьев в минуту.

Выверка и правка короснимателей роторных окорочных станков ОК-40, ОК-63, ОК-80 заключается в проверке соответствия их геометрических параметров. Замер геометрических параметров производится с помощью устройств УПК-40, УПК-63, УПК-80, которыми измеряются длина и высота короснимателей, длина режущей кромки, угол окаривания, угол заострения и радиус заточки. Правка выполняется без термообработки с помощью винтовых струбцин и домкратов. Домкратом исправляют дефекты тела короснимателя, а струбциной – его изогнутость.

Подготовка рабочих кромок короснимателей производится путем их наплавки, напайки пластин из твердых сплавов и последующей заточки.

Заточный инструмент. Процесс заточки заключается в снятии слоя металла абразивным инструментом, напильником и т. д. Точиль-

ный (абразивный) круг состоит из зерен абразивного материала, имеющих высокую твердость и связанных между собой склеивающим материалом. В процессе точки отдельные зерна истираются, теряют связь с другими и выпадают, а в работу вступают новые зерна, вследствие чего такой круг сохраняет свои качества точильного инструмента, т. е. обладает способностью самозатачиваться. Точильные круги различаются по роду абразивного материала, зернистости, твердости, связке, по размерам и геометрической форме.

По *абразивному материалу* различают электрокорундовые, карбидокремниевые, эльборовые и алмазные точильные круги.

Зернистость инструмента определяется номером абразива, из которого он изготовлен. Его делят на следующие группы в зависимости от размеров зерен, мкм: шлифзерно 2000–160, шлифпорошок 125–40, микрошлифпорошок 63–14, тонкие микрошлифпорошки 10–3. Размер шлифматериала характеризуется зернистостью. Зернистость материала оказывает большое влияние на производительность и качество заточки. Крупнозернистые круги ускоряют процесс заточки инструмента, но не дают чистой поверхности. Круги с мелким зерном из-за склонности к засаливанию поверхности при заточке перегревают затачиваемый инструмент, что вызывает засинение резца.

Качество абразивного материала обычно характеризуется его *твердостью* – способностью связки удерживать абразивные зерна от выкрашивания под воздействием внешних сил. Корунд и искусственные материалы по твердости уступают только алмазу, а наждак близок по твердости к самой твердой закаленной стали.

При выборе по твердости необходимо руководствоваться следующими общими правилами: чем меньше твердость обрабатываемого материала, площадь соприкосновения круга с инструментом, частота вращения круга, тем больше должна быть твердость круга. При заточке с охлаждением абразивный круг должен быть более твердым, чем при сухой заточке. Если круг слишком твердый, он быстро засаливается и чрезмерно нагревает обрабатываемую поверхность инструмента и, наоборот, чрезмерно мягкий круг быстро изнашивается и теряет свою первоначальную форму из-за выпадения еще острых зерен.

В качестве *связующего* материала (связки) для зерен абразивного инструмента шлифовальных кругов служат керамическая (К), бакелитовая (Б), вулканитовая (В) связки. Алмазные шлифовальные круги изготавливают на органической бакелитовой (О) или металлической бронзовой (М) связках.

Структура абразивного круга характеризует соотношение между объемом абразивных зерен, связки и пор в теле круга. Ее обозначают номерами от 1 до 18. В структуре № 1 объемное содержание зерен 60%, а № 18 – 26%. Структура каждого последующего номера имеет на 2% меньше содержания зерен, чем предыдущего. Для заточки рекомендуется применять круги со структурой № 5–8, объемное содержание зерен в которых составляет 52–46%. Форму и размеры кругов выбирают в зависимости от конструкции заточного станка и вида затачиваемого инструмента.

Заточные станки. В процессе работы режущие элементы инструмента (зубья пил, лезвия ножей и др.) тупятся. Степень и характер их затупления зависят от материала, из которого изготовлен режущий инструмент, породы и состояния обрабатываемых лесоматериалов, режимов резания, угловых параметров инструмента. На затупление инструмента сильно влияет присутствие песка, особенно при обработке неокоренных лесоматериалов. Заточные станки с абразивными кругами являются основным оборудованием для подготовки режущего инструмента к работе.

Заточные станки классифицируют по способу управления, назначению, специализации.

В зависимости от *способов управления* заточные станки подразделяются на автоматические, полуавтоматические и с ручным управлением. У станков-автоматов все операции по заточке режущего инструмента, кроме установки и снятия его со станка, выполняются автоматически, без участия станочника. У станков с ручным управлением механизировано только вращение абразивного круга. В станках-полуавтоматах основные операции механизированы, а вспомогательные выполняются вручную.

По назначению различают станки для заточки рамных (ТчПР), круглых (ТчПК, ТчПД), ленточных (ТчЛ) пил и ножей.

По специализации станки делятся на универсальные и специализированные. Универсальные станки выполняют заточку пил разных видов, специализированные – одного вида.

В лесопильном и деревообрабатывающих производствах для заточки режущего инструмента применяют специализированные станки **ТчПР-2Г**, **ТчЛ18**, **ТчПК8**, универсальные заточные станки **ТчПА-3**, **ТчПА-5**, **ТчПА-6**, **ТчПН-6** (РФ) и др. Техническая характеристика специализированных станков приведена в таблице.

Универсальный автоматический заточный станок **ТчПА-3** предназначен для заточки рамных пил длиной 1100–1950 мм, шириной 80–

200 мм, круглых пил диаметром 200–1000 мм и ленточных пил шириной 50–175 мм. При косо́й заточке зубьев поперечных пил головка со шлифовальным кругом поворачивается на соответствующий угол. Число затачиваемых зубьев в минуту – 35, 54 и 76. Станок имеет электродвигатель мощностью 0,4 кВт для привода шлифовального круга и электродвигатель мощностью 0,6 кВт для привода механизма подачи и вентилятора. Масса станка 800 кг. Аналогичны по конструкции и назначению станки **ТчПА-5** и **ТчПА-6**.

Универсальный станок **ТчПН-6** затачивает пилы с теми же параметрами, что и станок ТчПА-3, а также ножи длиной до 640 мм, шириной 25–125 мм и толщиной 3–10 мм. Суммарная мощность электродвигателей 1,35 кВт, масса станка 500 кг.

Таблица

Технические характеристики заточных станков

Параметр	Марка станка		
	ТчПР-2Г	ТчЛ18	ТчПК8
Размеры затачиваемых пил, мм: длина (диаметр) ширина толщина	1100–1950 80–200 1,6–2,5	6000–9000 50–180 0,9–1,2	200–800 – 1,0–3,6
Размеры затачиваемых зубьев: шаг, мм высота, мм передний угол, град	18–40 16–26 0–20	30–50 – 0–30	6,5–55 – (–25)–(+35)
Число затачиваемых зубьев в 1 мин	35; 56	35–56	35; 54; 75
Частота вращения шпинделя, об/мин	2660	2660	2440
Диаметр шлифовального круга, мм	250–180	250–180	250–170
Автоматическая подача врезания на проход пилы (двойной ход), мм	0,03–0,36	ручная	0,03–0,21
Потребляемая мощность, кВт	1,27	1,37	1,2
Масса станка, кг	650	660	600

Станок для заточки и развода зубьев рамных пил **ЛЗС-1** затачивает пилы длиной 1250 мм, шириной 80–180 мм и толщиной 2,2 мм. Шаг зубьев пил 22, 26 мм. Диаметр шлифовального круга 200 мм. Производительность станка 30 зубьев в минуту. Максимальная величина развода 0,8 мм. Мощность электродвигателя 0,55 кВт, масса станка – 330 кг. Заточный станок и разводное приспособление установлены на общей раме.

Фирма Timbela (Литва) выпускает серию станков для подготовки дереворежущего инструмента: станок для заточки дисковых и ленточ-

ных пил **OWM-4**, универсальный станок для заточки дисковых, рамных и ленточных пил **OS-2**, многофункциональный заточный станок (пилы, ножи, фрезы) **ONW-3**, приспособления для развода зубьев рамных **R-T**, дисковых **R-CZ** и ленточных **RWM** пил.

Заточный станок **OWM-4** предназначен для заточки ленточных (длиной 2–5 м) и дисковых (диаметр 120–350 мм) пил с шагом зубьев 5–35 мм в полуавтоматическом режиме. В станке предусмотрен насос для охлаждающей жидкости, подаваемой на пилу в процессе заточки. Производительность станка 30–100 зубьев в минуту. Мощность электродвигателя 0,18 кВт (2×0,18 кВт), масса станка – 115 кг.

Станок **OS-2** предназначен для заточки рамных (длиной до 1,8 м), ленточных и дисковых (диаметр 180–800 мм) пил толщиной до 5 мм и шагом зубьев 5–70 мм. Производительность станка до 40 зубьев в минуту. Мощность электродвигателей 1,65 кВт, масса станка – 240 кг.

Фирма WALTER (Польша) выпускает станки для заточки рамных и дисковых пил **OU-1** и станок для заточки ленточных и дисковых пил **OPT 1/2**.

Станок **OU-1** затачивает дисковые пилы диаметром 0,2–0,9 м. Диаметр заточного диска 0,15–0,20 м, частота вращения – 3500 об/мин. Мощность электродвигателя 1,1 кВт, масса станка – 120 кг.

Контрольные вопросы

1. Что такое подготовка режущего инструмента, для чего она необходима?
2. Назовите операции подготовки режущего инструмента.
3. Что включает подготовка рамных, ленточных, круглых пил и окорочного инструмента?
4. В чем заключается подготовка зубьев пил?
5. Назовите вспомогательное оборудование и приспособления для подготовки дереворежущего инструмента.
6. Охарактеризуйте развод и плющение зубьев.
7. Приведите классификацию и характеристику заточного инструмента.
8. Приведите классификацию заточных станков.
9. Марки заточных станков. Укажите их технические характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гороховский, К. Ф. Машины и оборудование лесосечных и лесоскладских работ: учеб. пособие / К. Ф. Гороховский, Н. В. Лившиц. – М.: Экология, 1991. – 528 с.
2. Залегаллер, Б. Г. Технология и оборудование лесных складов: учебник / Б. Г. Залегаллер, П. В. Ласточкин, С. П. Бойков. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 352 с.
3. Матвейко, А. П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства: учебник / А. П. Матвейко. – Минск: Техноперспектива, 2006. – 447 с.
4. Матвейко, А. П. Технология и оборудование лесозаготовительного производства: практикум / А. П. Матвейко, Д. В. Клоков, П. А. Протас. – Минск: БГТУ, 2005. – 160 с.
5. Машины и оборудование лесозаготовок / Е. И. Миронов [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 440 с.
6. Амалицкий, В. В. Деревообрабатывающие станки и инструменты: учебник / В. В. Амалицкий, В. В. Амалицкий. – М.: Академия, 2002. – 400 с.
7. Шелгунов, Ю. В. Лесоэксплуатация и транспорт леса: учебник / Ю. В. Шелгунов, А. К. Горюнов, И. В. Ярцев. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 520 с.
8. Симонов, М. Н. Окорочные станки: устройство и эксплуатация / М. Н. Симонов, Г. И. Торговников. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 184 с.
9. Бессуднов, Б. Ф. Машины и технология лесосечных и лесоскладских работ: методика технологических расчетов: метод. указания / Б. Ф. Бессуднов, Б. Г. Залегаллер. – Л.: ЛТА, 1981. – 54 с.
10. Завойских, Г. И. Лесоскладское оборудование для первичной обработки и сортировки древесного сырья: учеб.-метод. пособие / Г. И. Завойских, П. А. Протас, В. Н. Лой. – Минск: БГТУ, 2007. – 128 с.
11. Заточные станки [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.mnogo-stankov.ru/catalog>. – Дата доступа: 21.01.2009.
12. Статьи о циркулярной технологии [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.piloprav.ru/search/index.php>. – Дата доступа: 15.10.2008.
13. Оборудование для деревообработки [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://3738.ua.all-biz.info>. – Дата доступа: 13.10.2008.
14. Круглопильные станки [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://vigal.ru/catalog/stanki>. – Дата доступа: 04.11.2008.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Окорка древесного сырья.....	4
1.1. Лабораторная работа № 1. Виды и способы окорки древесного сырья. Роторные окорочные станки.....	4
1.1.1. Виды и способы окорки.....	4
1.1.2. Роторные окорочные станки.....	9
Контрольные вопросы.....	27
1.2. Лабораторная работа № 2. Оборудование для ножевой и фрезерной окорки лесоматериалов. Групповая окорка.....	28
1.2.1. Ножевые окорочные станки.....	28
1.2.2. Продольные фрезерные окорочные станки.....	32
1.2.3. Винтовые окорочные станки.....	39
1.2.4. Групповая и гидравлическая окорка лесоматериалов...	41
1.3. Техника безопасности при работе на окорочных станках....	44
Контрольные вопросы.....	45
2. Раскалывание лесоматериалов.....	46
2.1. Лабораторная работа № 3. Дровокольные станки.....	46
2.1.1. Теория раскалывания древесного сырья.....	46
2.1.2. Конструкции станков для раскалывания древесины....	51
2.1.3. Техника безопасности при работе на дровокольных станках.....	60
Контрольные вопросы.....	60
3. Производство пиломатериалов.....	61
3.1. Лабораторная работа № 4. Виды и способы продольной распиловки лесоматериалов. Лесопильные рамы.....	61
3.1.1. Виды и способы продольной распиловки лесоматериалов	61
3.1.2. Лесопильные рамы.....	66
Контрольные вопросы.....	80
3.2. Лабораторная работа № 5. Ленточнопильные станки.....	81
Контрольные вопросы.....	96
3.3. Лабораторная работа № 6. Круглопильные станки.....	97
3.4. Техника безопасности при производстве пиломатериалов.....	118
Контрольные вопросы.....	119
4. Подготовка дереворежущего инструмента к работе.....	120
Лабораторная работа № 7. Подготовка дереворежущего инструмента к работе.....	120
Контрольные вопросы.....	130
Литература.....	131

Учебное издание

Завойских Григорий Илларионович
Протас Павел Александрович
Лой Владимир Николаевич

**ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ
НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Р. М. Рябая*
Компьютерная верстка *П. А. Протас*

Подписано в печать 23.01.2010. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,7. Уч.-изд. л. 8,0.
Тираж 150 экз. Заказ .

Отпечатано в Центре издательско-полиграфических
и информационных технологий учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.