

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.Н.ЧЕМОДАНОВ Е.М.ЦАРЕВ С.Е.АНИСИМОВ

ДЕРЕВОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Допущено Министерством образования и науки
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
«Лесоинженерное дело» направления
«Технология лесозаготовительных
и перерабатывающих производств»*

Йошкар-Ола
2006

УДК 630*307(03)+674.05(03)

ББК 43.90

Ч 42

Рецензенты:

кафедра ТОЛП Уральской государственной лесотехнической академии (зав. кафедрой профессор, д-р техн. наук **Н.В.Лифшиц**);

начальник отдела лесозаготовок Департамента промышленного и топливно-энергетического комплекса Республики Марий Эл **А.Н.Лебедев**;

кафедра ДОП Марийского государственного технического университета (канд. техн. наук, доцент **С.В.Иванов**)

Чемоданов А.Н.

Ч 42

Дереворежущий инструмент: Справочные материалы / А.Н. Чемоданов, Е.М. Царев, С.Е. Анисимов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 516 с.

ISBN 5-8158-0270-0

Представлены различные виды деревообрабатывающих инструментов. Рассмотрены условия их эффективной эксплуатации, вопросы ремонта и качественной подготовки к работе.

Для студентов лесотехнических специальностей, инженерно-технических работников лесопромышленного и деревообрабатывающего производств.

УДК 630*307(03)+674.05(03)

ББК 43.90

ISBN 5-8158-0270-0

© Чемоданов А.Н. и др., 2006

© Марийский государственный
технический университет, 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

На лесопромышленных и деревообрабатывающих предприятиях большой объем работ выполняется при первичной обработке и переработке лесоматериалов: поперечное и продольное пиление, строгание, фрезерование, раскалывание, сверление, точение. Качество выпускаемой продукции, производительность труда, эффективность использования дереворежущего оборудования в значительной степени зависят от свойств режущего инструмента, подготовки его к работе и правильной эксплуатации.

Оптимальная конструкция дереворежущего инструмента должна обеспечивать высокое качество и точность обработки, значительную производительность оборудования, износостойкость инструмента и безопасность в работе, простоту и удобство в изготовлении и использовании. Выполнение отмеченных условий главным образом зависит от свойств выбранного материала инструмента и правильной его подготовки, угловых и линейных параметров инструмента, его конструктивной формы.

В процессе использования дереворежущего инструмента решающее значение имеют операции по его подготовке: заточка, развод и плющение зубьев, проковка и вальцовка пил, балансировка и монтаж инструмента, его пайка и термическая обработка. Для этого необходимо хорошо знать сущность этих операций и оборудование для подготовки дереворежущего инструмента, его конструкцию и кинематические схемы, оптимальные режимы работы.

Представленное пособие рассматривает основные виды дереворежущего инструмента, его назначение и геометрические параметры, перечень необходимых операций по подготовке инструмента к работе, применяемое для этих целей оборудование и контрольно-измерительные приборы, наиболее значимые вопросы по организации на предприятии инструментального хозяйства.

В учебных целях предлагаемое пособие может быть использовано студентами лесных специальностей при проведении практических занятий, учебных и производственных практик, курсовом и дипломном проектировании.

На производстве данное пособие окажет значительную помощь при квалифицированной подготовке и эксплуатации современных дереворежущих инструментов.

1. ПОНЯТИЕ О МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Для получения различных по назначению, форме и размерам лесоматериалов их подвергают механической обработке. Теоретические основы механической обработки древесины называют *теорией резания*. Задачами теории резания древесины являются определение усилий, возникающих при резании и потребной мощности на резание, а также нахождение оптимальных параметров режущих инструментов и режимов резания, дающих наибольшую производительность при наименьших затратах энергии и требуемом качестве обрабатываемой поверхности.

Различают следующие основные способы механической обработки древесины: резание, пиление, рубку, раскалывание, фрезерование и др. В основе большинства способов механической обработки лежит процесс резания древесины, т.е. отделение одной части дерева от другой с помощью реза.

Для деления древесины с образованием стружки применяют разнообразные режущие инструменты, основным элементом которых является простой (элементарный резец) резец, представляющий собой клин. Внедряясь в древесину, резец отделяет тонкую стружку постоянной толщины. Резание таким резцом называется *элементарным*.

Простой резец (рис. 1.1) представляет собой клин, у которого различают переднюю грань $AOO'A'$, заднюю грань $BOO'B'$, переднюю (главную) режущую кромку (лезвие) OO' , образованную пересечением передней и задней грани, и боковые грани AOB и $A'O'B'$. Пересечение

передней грани с боковыми дает боковые режущие кромки AO и $A'O'$. Только условно можно принять, что режущие кромки представляют собой прямые линии, в действительности переход от одной плоскости к другой происходит по криволинейной поверхности с некоторым радиусом ρ . Чем меньше ρ , тем острее резец.

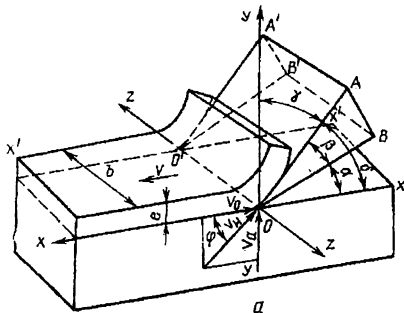


Рис. 1.1. Элементарный резец

Угол β , составленный передней и задней гранями, называется *углом заточки* или *углом заострения реза*. Если передняя режущая кромка составляет прямой угол с боковыми гранями и перпендикулярна направлению движения резания, заточка реза называется *прямой*, в ином случае она будет *косой*.

Плоскость $xxx'x'$, получаемая в результате движения реза в направлении $x - x$, представляет собой плоскость обработки. Угол между передней гранью реза и плоскостью обработки называется *углом резания* δ , а угол между передней гранью и перпендикуляром к плоскости обработки называется *передним углом* γ . Как правило, задняя грань не совпадает с плоскостью обработки и составляет с ней угол, называемый *задним углом* α . Соотношение между углами выражается уравнением:

$$\delta = (\alpha + \beta) \text{ и } \gamma = 90^\circ - (\alpha + \beta) = 90^\circ - \delta. \quad (1.1)$$

В зависимости от положения плоскости резания по отношению к волокнам различают три вида простого резания: в торец, вдоль и поперек волокон.

При резании в торец (рис. 1.2, а) плоскость обработки и направление движения реза перпендикулярны направлению волокон, которые расположены по оси $y - y$, а движение реза по оси $x - x$. В этом случае волокна разрушаются по их длине.

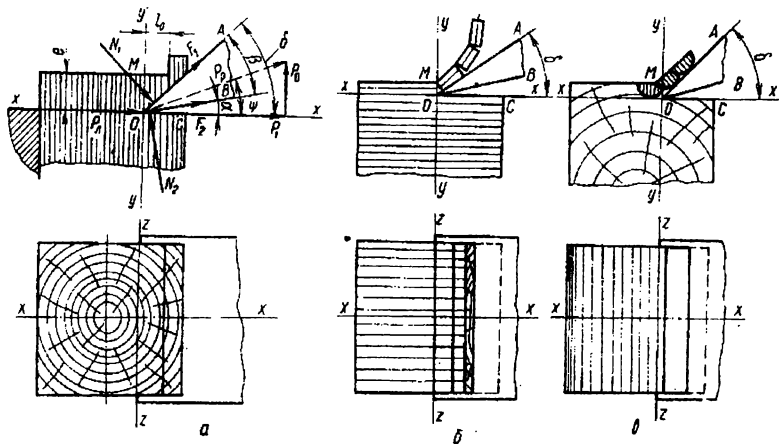


Рис. 1.2. Виды резания по ориентации волокон древесины:
а - в торец; б - вдоль волокон; в - поперек волокон

При резании вдоль волокон (рис. 1.2, б) плоскость резания xOz и направление движения резца совпадают с направлением волокон, идущих по оси $x - x$. Стружка отделяется по плоскости Ox вследствие разрыва связей между волокнами и излома по плоскости OM , проходящей поперек волокон.

При резании поперек волокон (рис. 1.2, в) происходит движение резца поперек волокон в их плоскости. В этом случае волокна древесины лежат в плоскости резания xOz и их направление совпадает с осью $z - z$. Отделение стружки происходит по плоскости Ox и поверхности OM вследствие нарушения связи между волокнами.

Нарушение любого из условий простого резания вызывает появление сложного резания, которое характеризуется одновременной обработкой двух-трех поверхностей, переменной скоростью резца, криволинейной траекторией его движения, переменной толщиной стружки, расположением плоскости резания под разными углами к направлению волокон и т.д.

Скорость движения резца называется скоростью резания v . Для внедрения резца в древесину и отделения от нее стружки к нему должно быть приложено усилие P_p , называемое силой резания. Оно складывается из усилий: на перерезание древесины, деформацию стружки, преодоление трения элементов стружки о резец, резца о древесину и т.д.

При срезе стружки резец контактирует с заготовкой по контуру $akcd$ (рис. 1.3), который называют активным контуром режущего элемента. Активный контур включает в себя часть передней грани (участок ak), контактирующую со срезаемой стружкой, округленную режущую кромку (лезвие kc) и часть задней поверхности (участок cd). Лезвие kc поднимает материал, расположенный ниже плоскости резания kk' , на величину радиуса округления ρ . После прохода лезвия подмятый материал упруго восстанавливается и воздействует на заднюю грань cd .

На всем активном контуре возникают нормальные и касательные нагрузки. Типичное распределение нормальных нагрузок q , действующих на активный контур со стороны обрабатываемого материала, показано на рис. 1.3. Обычно действие распределенных по активному контуру нагрузок заменяют одной сосредоточенной силой P . Это сила взаимодействия резца с материалом, ее часто раскладывают на составляющие P_x и P_z . Касательная сила P_x — это составляющая силы P , направленная вдоль вектора скорости резания \bar{v} . Нормальная сила P_z — это состав-

Чем больше прочность материала, тем больше при прочих равных условиях касательная и нормальная силы. Зная это, можно по известной плотности ориентировочно определить возможные силы резания какого-либо нового материала. При резании всех древесных пород в торец возникают наибольшие, а при резании поперек волокон – наименьшие силы.

Влияние влажности древесины на силу резания связано с уменьшением прочности при увеличении содержания влаги. При наличии в древесине свободной влаги (при влажности более 30%) она выступает в качестве смазки и уменьшает коэффициент трения древесины по резцу, поэтому с ростом влажности сила резания несколько уменьшается.

С ростом температуры древесины сила резания также уменьшается. Уменьшение идет плавно как при отрицательных, так и при положительных температурах. При 0°C сила меняется скачкообразно, что связано с изменением агрегатного состояния влаги. Увеличение переднего и заднего углов резца приводит к уменьшению сил резания.

Острота режущего инструмента, оцениваемая радиусом затупления лезвия ρ , оказывает большое влияние на силу резания. Чем больше радиус ρ , тем больше касательная сила P_x и сила отжима P_z . Касательная сила P_x уменьшается при возрастании скорости резания от малых значений до 40-50 м/с, а при дальнейшем возрастании скорости до 100-120 м/с сила P_x возрастает.

В оборудовании, применяемом на лесозаготовках, в основном используется метод резания со снятием стружки – пиление.

Пилением называют процесс разделения обрабатываемого образца на две или несколько частей при помощи повторного движения резцов в данном сечении. Для этой цели применяют инструменты, имеющие несколько резцов и называемые *пилами*. Процесс пиления значительно более сложен, чем процесс резания элементарным резцом. Каждый зуб пилы имеет несколько режущих кромок (по существу несколько резцов), производящих резание в разных направлениях по отношению к волокнам древесины. Кроме того, при резании зубья пилы работают в закрытом пространстве, называемом *пропил*, что создает специфические условия по сравнению с работой элементарного резца.

Используют следующие виды пиления, отличающиеся направлением пропила по отношению к волокнам древесины:

- поперечное пиление - плоскость пропила перпендикулярна направлению волокон;

- продольное пиление - плоскость пропила параллельна направлению волокон.

Если траектории движения резцов пересекают направление волокон древесины, то процесс резания происходит с образованием опилок. Когда направление волокон и траектории движения резцов совпадают, процесс резания происходит с образованием стружки.

Пилы имеют полотно и зубчатый венец. Их различают по форме и роду движения. По форме пилы разделяют на следующие виды: круглые, ленточные, прямые (рамные) и цепные.

2. КРУГЛЫЕ ПИЛЫ

Круглые пилы - это многолезцовый инструмент, имеющий форму диска, сферы, цилиндра или квадрата. Пиление осуществляется вращательным движением инструмента при поступательном движении обрабатываемого материала или пилы вместе с ее приводом. *Вращательное движение* характеризуется окружной скоростью, которую условно называют скоростью резания, а *поступательное движение* - скоростью подачи. Осуществление процесса пиления возможно только в том случае, если имеются оба движения.

По виду пиления круглые пилы разделяются на пилы для продольной, поперечной и смешанной распиловки древесины и древесных материалов [42, 43, 5, 6, 8, 9, 12, 13]. Они отличаются друг от друга профилем зубьев, углами резания и способом заточки. Классификация круглых пил дана на схеме (рис. 2.1).

Промышленностью выпускаются несколько типов круглых пил, отличающихся различным технологическим назначением. Наиболее распространены пилы с плоским диском (рис. 2.2 а). Они бывают стальными и оснащенными пластинками твердого сплава. В зависимости от профиля зубьев пилы с плоским диском используют для продольной и поперечной распиловки древесины, фанеры, стружечных и волокнистых пил, облицовочных щитов и др.

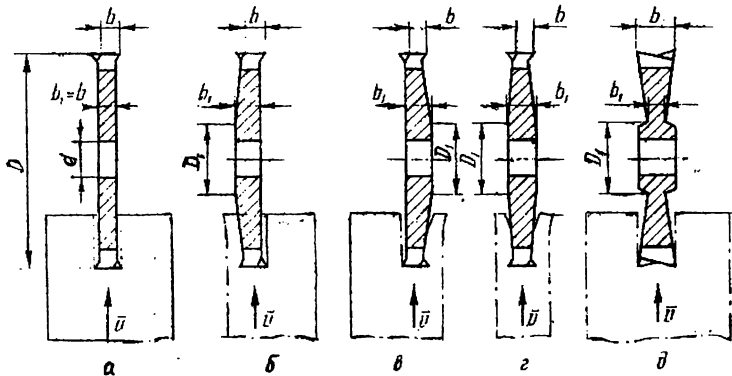


Рис. 2.2. Форма поперечного сечения дисков пилы:
а - плоская; б - коническая левосторонняя; в - коническая правосторонняя;
г - коническая двусторонняя; д - строгальная

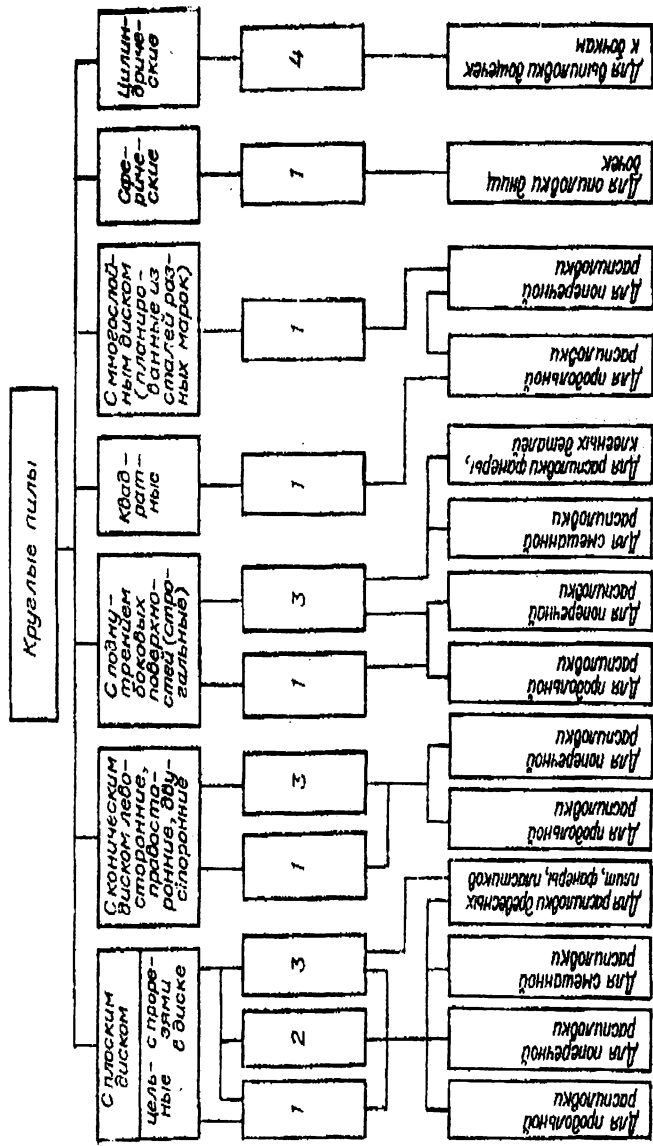


Рис. 2.1. Классификация круглых пил по конструкции пильного диска, режущих зубьев и по назначению:
 1-из цельного пильного диска; 2-со вставленными зубьями; 3-с пластинками из твердого сплава;
 4-из стального листа, согнутого в цилиндр

Пилы с коническим диском бывают лево-, право-, и двусторонние (рис. 2.1 б, в, г). Они применяются для продольной распиловки пиломатериалов на тонкие (до 15...20 мм) дощечки. Левосторонние (конус слева относительно движения подачи) предназначены для отпиливания дощечки с левой стороны доски (рис. 2.1 б), а правосторонние - с правой (рис. 2.1 в).

Двусторонние конические пилы применяют для ребровой распиловки широких досок толщиной до 40 мм (рис. 2.2 г). Ограничения по толщине связаны с тем, что коническая часть пилы должна отогнуть отпиливаемую дощечку. Конические пилы более устойчивы в работе и уменьшают потери древесины в опилки примерно в 2 раза по сравнению с плоскими пилами за счет меньшей толщины периферийной части пилы.

Строгальные пилы (рис. 2.2 д) применяют для чистовой продольной и поперечной распиловки древесины. Свое название они получили в связи с тем, что обеспечивают шероховатость поверхности, как и процесс продольного фрезерования. Высокое качество поверхности объясняется тем, что зубья строгальных пил не разводят и не плюшат. Для уменьшения трения пилы о стенки пропила диск пилы имеет боковое поднутрение под малым углом (около половины градуса). Это пилы с обратным конусом (сужающиеся к центру пилы). Строгальные пилы имеют большую ширину пропила, чем плоские и, тем более, конические пилы. Однако этот недостаток компенсируется тем, что в ряде случаев отпадает необходимость в дальнейшей чистовой обработке поверхностей, полученных пилением.

Круглая пила состоит из корпуса (диска) и режущей части (зубчатого венца). Диск круглой пилы характеризуется наружным диаметром D , диаметром посадочного отверстия d , толщиной периферийной части b . Кроме того, конические и строгальные пилы характеризуют диаметром D_1 и толщиной b_1 опорной центральной части. Основные параметры круглых пил приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные параметры круглых пил

Тип и назначение пил	Размеры диска, мм					Число зубьев z
	D	d	b	D_1	b_1	
Круглые плоские для продольной распиловки древесины	125-1600	32-80	1-5,5	-	-	24; 36; 48; 60; 72
Круглые плоские для поперечной распиловки древесины	125-1600	32-50	1-5,5	-	-	36; 60; 72; 96; 120

Тип и назначение пил	Размеры диска, мм					Число зубьев z
	D	d	b	D_f	b_f	
Дисковые дереворежущие с пластинками из твердого сплава для распиловки плит, фанеры, щитов и т.п.	160-450	32-80	1,8-3,2	-	-	24-96
Строгальные для продольной и поперечной распиловки древесины	160-400	32-50	2,8-3,6	253-300	1,4-1,7	48; 60; 72; 96
Конические для продольной распиловки древесины	500-800	50	1-1,4	160	3,4-4,4	60; 100

Диаметр пилы в процессе ее эксплуатации уменьшается в результате переточек. Начальный диаметр D определяют по формуле:

$$D = D_{min} + 2\Delta, \quad (2.1)$$

где D_{min} – минимально допустимый диаметр пилы, мм для распиловки материала данной толщины H ;

Δ – запас на износ пилы по радиусу (обычно $\Delta = 35 \div 50$ мм)

Минимальный диаметр зависит от толщины распиливаемого материала H . Рационально использовать пилы меньшего диаметра, так как они более устойчивы, имеют меньшую толщину, менее энергоемки и дают меньше отходов древесины в опилки. Можно рекомендовать следующие начальный D и минимальный D_{min} диаметры круглых пил для распиловки заготовок различной толщины:

Таблица 2.2

Рекомендуемые значения начальных D и минимальных D_{min} диаметров круглых пил, мм

Параметр	Значения, мм						
Толщина заготовки, H мм	20	40	60	80	100	120	150
Начальный диаметр D , мм	200	250	315	360	400	450	500
Минимальный диаметр, D_{min} мм	125	160	200	250	315	360	400

После достижения пилой минимального диаметра можно ее использовать на других станках или операциях при распиловке более тонких заготовок. Диаметр посадочного отверстия d выбирают в зависимости от диаметра шпинделя станка.

Толщина диска зависит от его диаметра. Промышленность выпускает пилы, соотношение между толщиной и диаметром которых может быть выражено зависимостью $b = (0,08 \div 0,12) \cdot \sqrt{D}$.

Зубчатый венец круглых пил характеризуют линейные и угловые параметры зуба (рис. 2.3). К *линейным параметрам* зуба относят шаг зубьев t , длину задней грани l , радиус окружности впадин r , высоту зубьев h_3 . Шаг зубьев круглых пил определяется диаметром пилы D и числом зубьев z :

$$t = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right) \approx \frac{\pi \cdot D}{z}. \quad (2.2)$$

Остальные линейные параметры определяют через шаг зубьев:

$$l = (0,3 - 0,5) \cdot t \text{ - у всех типов пил;}$$

$$h_3 = (0,45 - 0,5) \cdot t \text{ - у стальных пил для продольной распиловки;}$$

$$h_3 = (0,6 - 0,9) \cdot t \text{ - у стальных пил для поперечной распиловки;}$$

$$h_3 = (0,35 - 0,95) \cdot t \text{ - у пил с пластинками твердого сплава;}$$

$$r = (0,1 \div 0,2) \cdot t \text{ - у стальных пил;}$$

$$r = (0,15 \div 0,3) \cdot t \text{ - у пил с пластинками твердого сплава.}$$

Угловые параметры зуба характеризуют взаимное положение его поверхностей. Кроме известных уже контурных углов (α, β, γ) , зубья круглой пилы характеризуют углами косо́й заточки (φ_1, φ_2) и углами поднутрения (λ_1, λ_2) .

Угол косо́й заточки по передней грани φ_1 – это угол между передней гранью и нормалью к боковой поверхности пилы. Угол косо́й заточки по задней грани φ_2 – это угол между задней гранью зуба и нормалью к боковой поверхности пилы. Углы косо́й заточки образуются в результате заточки пилы. Углы радиального (λ_1) и тангенциального (λ_2) поднутрения образуются в результате уширения пропила с целью уменьшения трения пилы о стенки пропила. Профиль зубьев пил определяется в основном тем, для какого вида пиления (продольного или поперечного) они предназначены.

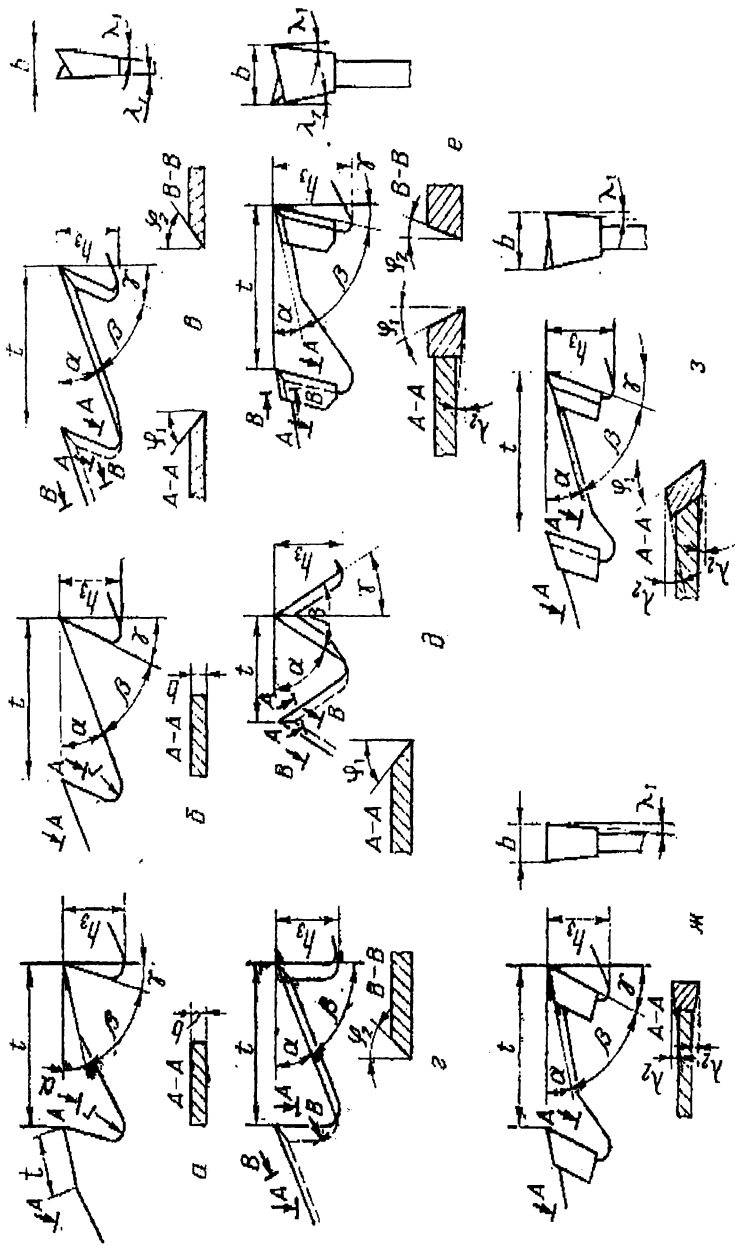


Рис. 2.3. Профили зубьев круглых пил.
 а, б, в - стальных для продольной распиловки древесины; г, д - стальных для поперечной распиловки древесины;
 е, ж, з - с пластинами из твердого сплава для распиловки древесных материалов

При продольном пилении волокна перерезает короткая режущая кромка (рис. 2.4).

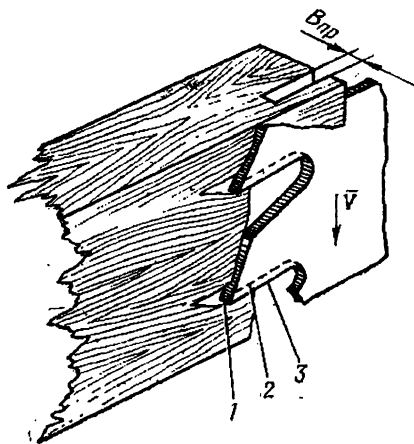


Рис. 2.4. Взаимодействие зуба пилы с древесиной:
1 - главная режущая кромка; 2 и 3 - боковые режущие кромки

Она же формирует дно пропила. Стенки пропила формируют боковые режущие кромки. Это определяет следующие требования к профилю зубьев. Короткая режущая кромка должна перерезать волокна прежде, чем они начнут отделяться передней гранью (иначе передняя грань будет вырывать еще неперерезанные волокна). Поэтому короткую режущую кромку выдвигают вперед по ходу вращения относительно передней грани за счет положительного контурного угла ($\gamma > 0$). При повышенных требованиях к качеству поверхности пропила (например, у строгальных пил) боковые режущие кромки должны иметь положительный передний угол за счет косой заточки по передней грани ($\varphi_1 > 0$). Так как пила формирует две стенки пропила, то косую заточку выполняют через зуб (рис. 2.5 а).

При поперечном пилении перерезают волокна и формируют стенки пропила боковые режущие кромки (рис. 2.5 б). Передняя поверхность скалывает перерезанные волокна и формирует дно пропила. Это определяет следующие требования к профилю зубьев. Боковая режущая кромка должна перерезать волокна прежде, чем в контакт с ними вступит передняя поверхность. Для этого боковую режущую кромку выдвигают вперед относительно короткой режущей кромки за счет нулевого или

отрицательного контурного переднего угла ($\gamma \leq 0$), боковые режущие кромки должны иметь положительный передний угол за счет косой заточки зубьев по передней и задней граням ($\varphi_1 > 0, \varphi_2 > 0$).

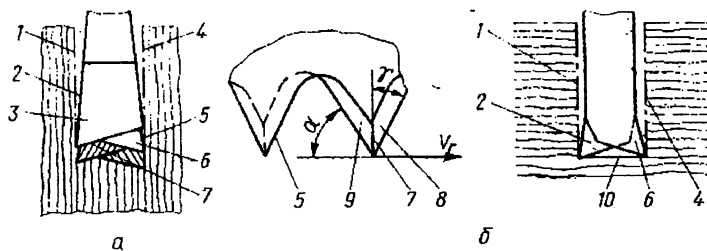


Рис. 2.5. Стружкообразование при пилении:

a - вдоль волокон; *б* - поперек волокон; 1, 4 - стенки пропила; 2, 5 - боковые режущие кромки; 3, 6 - зубья пилы; 7 - короткая режущая кромка; 8 - передняя грань зуба; 9 - задняя грань зуба; 10 - дно пропила

При смешанной распиловке (например, древесностружечных плит, фанеры и других искусственных древесных материалов) пилами, оснащенными пластинками твердого сплава, зуб пилы в пределах одного пропила осуществляет как продольную, так и поперечную распиловку. Поэтому зубья пил для распиловки этих материалов имеют малый передний угол ($\gamma = 0^\circ \div 20^\circ$) и косую заточку по передней или по задней и задней гранями. Стандартные профили зубьев круглых пил приведены на рис. 2.4 и в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Характеристика стандартных профилей зубьев круглых пил

Назначение пилы (при профиле по рис. 6)	Угловые параметры, град					
	γ	α	φ_1	φ_2	λ_1	λ_2
Профильная распиловка древесины твердых пород пилами с плоским диском и коническими пилами (рис. 6, а)	35	15	0	0	3-5	3-5
Продольная распиловка древесины мягких пород пилами с плоским диском (рис. 6, б)	20	30	0	0	3-5	3-5
Продольная распиловка древесины строгальными пилами (рис. 6, в)	20	25	15	15	0,5	0
Поперечная распиловка древесины мягких пород с плоским диском (рис. 6, г)	0	50	40	40	3-5	3-5

Назначение пилы (при профиле по рис. 6)	Угловые параметры, град					
	γ	α	φ_1	φ_2	λ_1	λ_2
Поперечная распиловка древесины твердых пород пилами с плоским диском (рис. 6, д)	-25	65	40	40	3-5	3-5
Чистовая распиловка древесины поперек волокон строгальными пилами (рис. 6, д)	-15	40	20	20	0,5	0
Распиловка древесностружечных и столярных плит, фанеры, облицованных щитов, поперечная распиловка цельной и клееной древесины пилами с пластинками из твердого сплава (рис. 6, е)	0-10	15	15-25	15	1	2,5
Продольная распиловка цельной и клееной древесины, распиловка древесноволокнистых плит пилами с пластинками из твердого сплава (рис. 6, ж)	10-20	15	0	0	1	2,5
Распиловка облицованных щитов поперек волокон при высоких требованиях к качеству обработки пилами с пластинками из твердого сплава (рис. 6, в)	10-20	15	30	0	1	2,5

Пользуясь данными табл. 2.3, следует выбирать профиль и угловые параметры зубьев круглых пил в зависимости от их назначения.

2.1. Пилы круглые плоские

2.1.1. Назначение и типы

Круглые плоские пилы - один из наиболее массовых видов дерево-режущего инструмента. Предназначены для продольного и поперечного пиления древесины на одно- и многопильных станках различного назначения и конструкций. Действующий ГОСТ регламентирует свыше 230 типоразмеров пил и технические требования к качеству их изготовления. Стандартом предусмотрено два типа пил: 1 и 2.

Пилы типа 1 (рис. 2.6) предназначены для продольной распиловки древесины и имеют два исполнения: *исполнение 1* - с ломаной задней поверхностью зубьев, *исполнение 2* - с прямой задней поверхностью зубьев. Пилы типа 1 исполнение 2 диаметром 125...250 мм с увеличенным числом зубьев применяют в основном в деревообрабатывающих бытовых станках, электрифицированном ручном инстру-

менте, а также на фрезерных станках. Пилы типа 2 (рис. 2.6) предназначены для поперечной распиловки и также имеют два исполнения: *исполнение 1* - с передним углом, равным нулю, и *исполнение 2* - с отрицательным передним углом. Пилы исполнения 1 применяются в круглопильных станках с нижним расположением шпинделя, исполнения 2 - в круглопильных станках с верхним расположением шпинделя относительно распиливаемого материала.

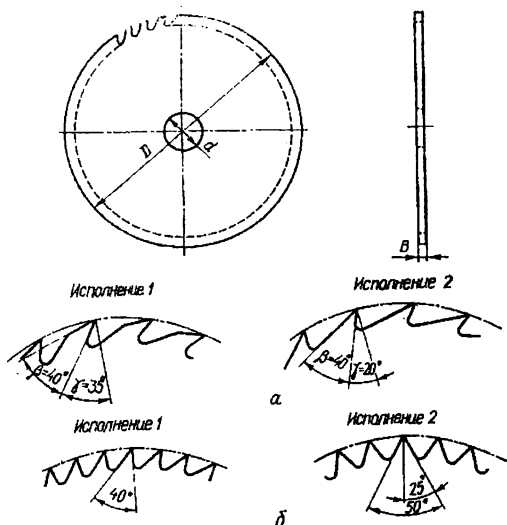


Рис. 2.6. Основные параметры и профиль зубьев круглых плоских пил:
а - тип 1; б - тип 2

2.1.2. Выбор основных параметров пил

Диаметр пил определяется конструкцией станка, толщиной распиливаемого материала, диаметром зажимных фланцев и другими факторами. Желательно применять пилы наименьшего диаметра, так как при этом снижается расход мощности на резание, повышается качество распиловки и устойчивость пил. Минимально допустимый диаметр пил в зависимости от конструктивного исполнения станков может быть определен по следующим формулам.

Дисковые пилы для продольной распиловки с нижним расположением шпинделя станка (рис. 2.7 а):

$$D_{min} = 2 \cdot (H + c + 10). \quad (2.3)$$

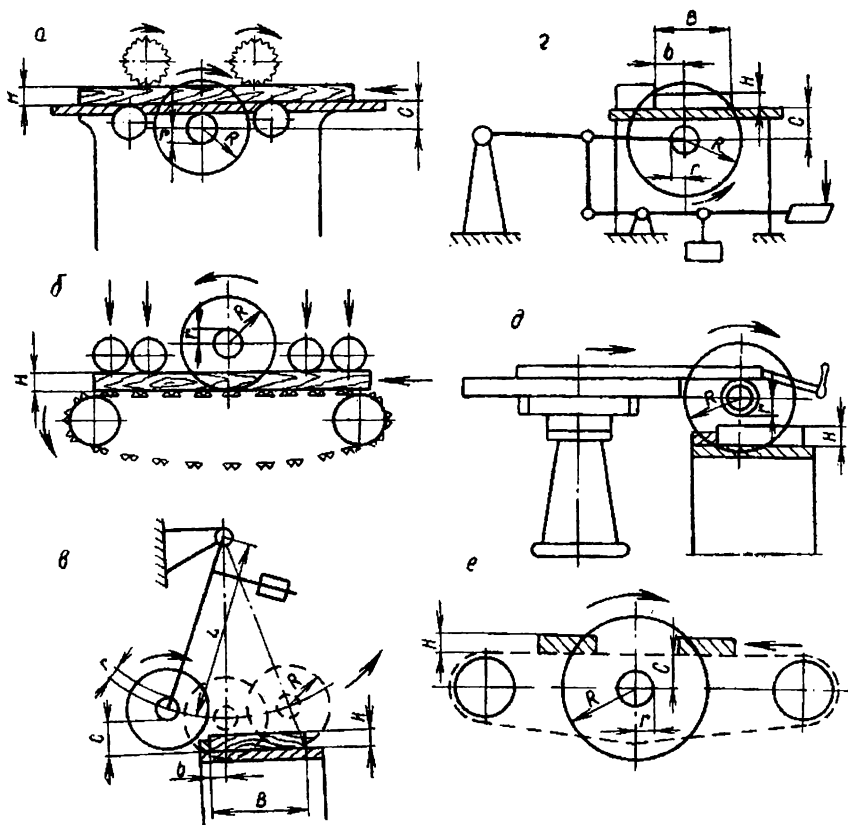


Рис. 2.7. Зависимость диаметра круглых пил от размеров распиливаемого материала и конструкции станка: а - для продольной распиловки с нижним расположением шпинделя станка; б - для продольной распиловки с верхним расположением шпинделя станка; в - дисковые пилы маятниковых торцовых пил; г - дисковые пилы балансирных торцовых пил; д - дисковые пилы торцовых станков с прямолинейным перемещением суппорта; е - дисковые пилы концеваналителей

Дисковые пилы для продольной распиловки с верхним расположением шпинделя станка (рис. 10 б):

$$D_{\min} = 2 \cdot (H + r + 10). \quad (2.4)$$

Дисковые пилы маятниковых торцовых пил (рис. 10 в):

$$D_{min} = 2 \cdot \left[\sqrt{(B-b)^2 + (L+c)^2} - (L-10) \right] \quad (2.5)$$

Дисковые пилы балансирных торцовых пил (рис. 10 г):

$$D_{min} = 2 \cdot \sqrt{(B-b)^2 + (c+H)^2} \quad (2.6)$$

Дисковые пилы торцовых станков с прямолинейным перемещением суппорта (рис. 10 д):

$$D_{min} = 2 \cdot (H+r+10) \quad (2.7)$$

Дисковые пилы торцовых концевых пил (рис. 10 е):

$$D_{min} = 2 \cdot (H+c+10) \quad (2.8)$$

где H – толщина распиливаемого материала, мм; c – высота подъема станка над осью вращения пильного шпинделя, мм; r – радиус зажимных фланцев, мм; B – ширина распиливаемого материала, мм; b – расстояние от опорного бруса до центра пильного шпинделя (для маятниковых станков при вертикальном положении маятника), мм; L – длина маятника, мм.

Рекомендуются следующие значения диаметров пил и зажимных фланцев, представленных в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Значение диаметров пил и фланцев

Наименование параметра	Значения, мм				
	160...360	400...500	560...800	900...1000	1250...1500
Диаметр пилы	160...360	400...500	560...800	900...1000	1250...1500
Диаметр фланца	100	125	160	200	240...300

Основные размеры круглых плоских пил представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Основные размеры круглых пил

Обозначение	D	d	B	z	Обозначение	D	d	B	z
Тип I для продольной распиловки, исполнение I									
3420-0158	250	32	1,4	48	3420-0246	630	80	2,8	60
3420-0159			1,6		3420-0249			2,5	
3420-0160			1,8		3420-0250			2,8	
3420-0164			1,6	60	3420-0251			3,0	
3420-0365			1,8		3420-0252			2,5	
3420-0170	315	50	2,0	48	3420-0253	710	50	2,8	60
3420-0171			2,2		3420-0254			3,0	
3420-0174			2,0	60	3420-0264			2,8	48
3420-0175			2,2		3420-0265			3,2	
3420-0179			360		2,0			3420-0267	2,8

Обозначение	D	d	B	z	Обозначение	D	d	B	z
3420-0180			2,2		3420-0270	800		3,2	48
3420-0181			2,5		3420-0271			3,6	
3420-0183			2,0	60	3420-0273			3,2	60
3420-0184		2,2	3420-0274			3,6			
3420-0185		2,5	3420-0275		900	3,2	48		
3420-0190	400		2,2	48	3420-0276			3,6	
3420-0191			2,5		3420-0277			4,0	
3420-0193			2,0	3420-0278	3,2			72	
3420-0194			2,2	3420-0279	3,6				
3420-0195	450		2,5	48	3420-0280	900	50	4,0	72
3420-0209			2,5		3420-0281	1000		3,6	48
3420-0210			2,8	3420-0282	4,0				
3420-0213			2,5	3420-0283	4,5			72	
3420-0214	2,8	3420-0284	3,6						
3420-3167	500		2,2	48	3420-0285	1250		4,0	48
3420-0226			2,5		3420-0286			4,5	
3420-0227			2,8	3420-0287	4,5			72	
3420-0228			2,2	3420-0288	5,0				48
3420-0229	2,5	3420-0289	4,5	72					
3420-0230	2,8	3420-0290	5,0		48				
3420-0242	560	80	2,5	48		3420-02914			5,0
3420-0243			2,8		3420-0292	5,5			
3420-0245			2,5						
Тип 1 для продольной распиловки, исполнение 2									
3420-0354	125	32	1,2	36	3420-0362	160		1,4	60
3420-0356				48	3420-0366	200			32
3420-0357	160		1,4		3420-0367			1,6	
3420-0358				1,2	60	3420-0371		1,4	60
3420-0361				60	3420-0372		1,6		
Тип 2 для поперечной распиловки, исполнение 1									
3421-0151	360	50	2,0	72	3421-0198	710	50	2,8	120
3421-0152			2,2		3421-0200	800		3,2	72
3421-0153			2,5		3421-0201			3,6	
3421-0160	400		2,0		3421-0203	900		3,2	120
3421-0161		2,2	3421-0205	3,6	72				
3421-0162		2,5	3421-3173	4,0		120			
3421-0167		2,2	3421-0207	3,6					
3421-0168	450	2,5	120	3421-0210	1000	4,0	72		
3421-0170		2,8	72	3421-3175		4,5			
3421-0171		2,5	72	3421-0212		4,0	120		
3421-0176	500	2,5	72	3421-0213	4,5				
3421-0177	500	2,8	72	3421-0214	1250	50	5,0	72	
3421-0182	560	2,5	72	3421-0215					

Обозначение	D	d	B	z	Обозначение	D	d	B	z
3421-0183			2,8		3421-0217			4,5	120
3421-0188	630				3421-0218			5,0	
3421-0189			3,0		3421-0220	1500			72
3421-0190			2,5	120	3421-0221			5,5	
3421-0191			2,8		3421-0223			5,0	
3421-0194	710			72	3421-0224			5,5	120
3421-0195			3,0						
Тип 2 для поперечной распиловки, исполнение 2									
3421-0288	125	32	1,2	60	3421-0322	400	50	2,5	72
3421-0290	160		1,4		3421-0325			2,2	96
3421-0291			1,6		3421-0330	2,5		72	
3421-0292			1,4	3421-0331	2,8				
3421-0295	200		1,6	72	3421-0333	450		2,2	96
3421-0296			1,4	96	3421-0334			2,5	
3421-0297			1,6	72	3421-0339	500		2,8	72
3421-0298			1,8		3421-0340			2,5	
3421-0300	250		1,8		3421-0348	560		2,5	72
3421-0301	315		2,0	3421-0349	2,8				
3421-0306		2,2	3421-0353	2,2	120				
3421-0307	360		3421-0354	2,5					
3421-0312		2,5	72	3421-0357	630	2,8	72		
3421-0313	2,2	3421-0358		3,0					
3421-0321	400		2,2						

При окончательном выборе диаметра пил необходимо учитывать запас на переточку, т.е. $D = D_{min} + 2\Delta$, где Δ – запас на переточку по радиусу пилы. Ориентировочно можно принять:

$\Delta = 25$ мм для пил диаметром до 500 мм;

$\Delta = 50$ мм для пил диаметром 500...1000 мм;

$\Delta = 100$ мм для пил диаметром 1250 и 1500 мм.

Толщина пилы, мм, в общем случае определяет устойчивость полотна и связана с диаметром соотношением $B = (0,08...0,12)\sqrt{D}$.

Действующий ГОСТ для каждого диаметра предусматривает несколько толщин пил. Меньшие значения пил по толщине следует принимать при квалифицированной подготовке пил к работе, применении направляющих, охлаждении и т.п.

Шаг зубьев пил, радиус окружности впадин и высоту зубьев, серийно выпускаемых пил, определяются по следующим формулам:

$$t = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right); \quad (2.9)$$

$$r = (0,15 \dots 0,20) \cdot t; \quad (2.10)$$

$$h = (0,45 \dots 0,50) \cdot t, \quad (2.11)$$

где z – число зубьев.

Число зубьев пилы круглопильных станков определяется по формуле:

$$z = \frac{U \cdot 1000}{3600 \cdot S_z \cdot n}, \quad (2.12)$$

где U – скорость подачи, м/с;

S_z – подача на зуб, мм;

n – частота вращения пилы, с⁻¹.

Допустимая скорость подачи заготовки, м/с:

$$U = \frac{3600 \cdot S_z \cdot n \cdot z}{1000}. \quad (2.13)$$

2.1.3. Технические требования

1. Материал пил - инструментальная легированная сталь марки 9ХФ.
2. На пилах не должно быть трещин, волосовин, расслоений, плен, забоин, выкрошенных мест, поджогов и коррозии. Кромки посадочного отверстия должны быть притуплены. Допускается наличие на пилах диаметром до 500 мм окисной пленки. Допускаются заусенцы высотой не более 0,2 мм по контуру незаточенных зубьев, образующиеся при их штамповке.
3. У пил, имеющих окисную пленку, допускается обезуглероженный слой, глубина которого не должна превышать, мм:

для пил толщиной до 2 мм 0,06

для пил толщиной св 2 мм 0,08

Пилы без окисной пленки не должны иметь обезуглероженного слоя.

4. Твердость пил должна быть HRC₃=40...45, 370...430 НВ, (см. прил. 1.1).

Для пил диаметром до 500 мм, изготовленных из холоднокатанного проката и имеющих окисную пленку, допускается повышенная твердость HRC₃=42...47. Разница в твердости в разных точках одной пилы не должна превышать 4 единиц HRC₃ или 40 единиц НВ.

5. Параметры шероховатости поверхностей пил должны быть, мкм:

торцовых поверхностей прил. 1.2);	$Ra \leq 2,5$ (см.
поверхностей посадочных отверстий прил. 1.2);	$Rz \leq 10$ (см.
передних и задних поверхностей заточенных зубьев прил. 1.2).	$Rz \leq 20$ (см.

6. На торцовых поверхностях пил не допускаются следы от ударов молотком глубиной более, мм:

для пил диаметром до 900 мм	0,06;
для пил диаметром св. 900 мм	0,08.

7. Пилы должны быть выправлены. Допуск прямолинейности торцовых поверхностей пил должен быть не более, мм:

для пил диаметром до 800 мм	0,2;
для пил диаметром св. 800 до 1000 мм	0,3;
для пил диаметром 1250 мм	0,4;
для пил диаметром 1500 мм	0,5.

8. Пилы диаметром от 250 до 1500 мм должны иметь нормированное напряженное состояние, характеризуемое величиной вогнутости, представленной в табл.

Таблица 2.6

Вогнутость круглых плоских пил, мм

Диаметр пилы, мм	Диаметр окружности опор, мм	Вогнутость пил толщиной, мм							
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5
250	224	0,3	0,25	0,2	0,15	-	-	-	-
315	277	-	-	-	-	0,25	0,2	0,15	-
360	318	-	-	-	-	-	0,3	0,2	0,15
400	354	-	-	-	-	-	0,35	0,3	0,2
450	410	-	-	-	-	-	-	0,4	0,3
500	456	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4
560	512	-	-	-	-	-	-	0,55	0,45
630	578	-	-	-	-	-	-	0,75	0,65
710	654	-	-	-	-	-	-	-	0,9
800	738	-	-	-	-	-	-	-	-
900	830	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	924	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	1148	-	-	-	-	-	-	-	-
1500	1402	-	-	-	-	-	-	-	-
250	224	-	-	-	-	-	-	-	-
315	277	-	-	-	-	-	-	-	-
360	318	-	-	-	-	-	-	-	-
400	354	0,15	-	-	-	-	-	-	-
450	410	0,2	-	-	-	-	-	-	-

Диаметр пилы, мм	Диаметр окружности опор, мм	Вогнутость пил толщиной, мм							
		2,8	3,0	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,55
500	456	0,3	-	-	-	-	-	-	-
560	512	0,35	-	-	-	-	-	-	-
630	578	0,55	0,5	-	-	-	-	-	-
710	654	0,8	0,7	0,6	-	-	-	-	-
800	738	1,1	1,0	0,9	0,7	-	-	-	-
900	830	-	-	1,5	1,25	1,0	-	-	-
1000	924	-	-	-	1,8	1,5	1,2	-	-
1250	1148	-	-	-	-	-	2,5	2,1	-
1500	1402	-	-	-	-	-	-	4,5	3,7

Величину вогнутости определяют при горизонтальном расположении пилы на трех равномерно расположенных точечных опорах, находящихся на окружности, диаметр которых указан в табл. 2.6. Измерения производят с обеих сторон на расстоянии 50 мм от ее центра. Данные в таблице установлены для пил, предназначенных для пиления со скоростями 40...60 м/с. При скоростях резания свыше 60 м/с и менее 40 м/с величины вогнутости должны быть соответственно увеличены или уменьшены в 1,5 раза.

Предельные отклонения величин вогнутости пил не должны превышать, мм:

для пил диаметром до 450 мм	$\pm 0,08$;
для пил диаметром св. 450 до 710 мм	+0,2 -0,05
для пил диаметром св. 710 до 1000 мм	+0,35 ; -0,05 ;
для пил диаметром св. 1000 мм	+0,55 -0,05 ;

9. Предельные отклонения размеров пил должны соответствовать полям допусков:

диаметра пил	<i>Js16</i> (см. прил. 1);
толщины пил	<i>Js14</i> ;
диаметра посадочного отверстия	<i>H9</i> (см. прил. 1).

10. Неравномерность толщины в пределах одной пилы не должна превышать, мм:

для пил диаметром до 450 мм	0,05;
для пил диаметром св. 450 до 800 мм	0,08;
для пил диаметром св. 800 до 1000 мм	0,1;

для пил диаметром 1250 мм 0,15;
 для пил диаметром 1500 мм 0,2.

11. Разность двух любых шагов зубьев пилы не должна превышать, мм:

для шагов зубьев до 10 мм 0,4;
 для шагов зубьев св. 10 до 20 мм 0,6;
 для шагов зубьев св. 20 до 40 мм 1,0;
 для шагов зубьев св. 40 до 60 мм 1,5;
 для шагов зубьев св. 60 мм 2,0.

12. Допуск радиального биения вершин зубьев пил относительно оси посадочного отверстия должен быть, мм:

для незаточенных пил:

для пил диаметром до 360 мм 0,5;
 для пил диаметром св. 360 до 630 мм 0,8;
 для пил диаметром св. 630 до 1000 мм 1,2;

для заточенных пил

для пил диаметром до 360 мм 0,3;
 для пил диаметром 1250 и 1500 мм 0,8.

13. Зубья пил должны обладать способностью к разводу или плющению (на сторону) на величину, мм:

для пил толщиной до 1,4 мм 0,6;
 для пил толщиной св. 1,4 до 2,5 мм 1;
 для пил толщиной св. 2,5 до 3,6 мм 1,3;
 для пил толщиной св. 3,6 мм 1,5.

14. Зубья пил, изготовленных для ручного механизированного инструмента, пил диаметром до 360 мм, поступающих в розничную торговую сеть, и пил диаметром 1250 и 1500 мм должны быть заточены и разведены предприятием-изготовителем.

Развод зубьев пил должен быть в соответствии с табл.2.7.

Таблица 2.7

Развод зубьев пил

Диаметр пилы, мм	Развод зубьев, мм при		Высота пропила, мм, не менее при продольной распиловке	Подача на зуб, мм не менее, при	
	продольной распиловке	поперечной распиловке		поперечной распиловке	поперечной распиловке
125-315	0,45	0,3	15-20	0,07	0,03
360-500	0,7	0,4	40	0,2	0,05
560-630	0,8	0,5	70	0,4	0,08
710-900	0,9	0,6	180	0,7	0,1
1000-1250	1,1	0,8	250	1,2	0,12
1500	1,3	0,9	300	-	0,25

При разводе отгибают часть зуба на расстоянии 0,5...0,9 его высоты от вершины при высоте зуба до 15 мм и 0,3...0,5 его высоты при высоте зуба более 15 мм.

Допуск развода зубьев пил диаметром 1250 и 1500 мм должен быть $\pm 0,2$ мм, пил остальных диаметров $\pm 0,15$ мм.

15. Средний \bar{T} и установленный T_y периоды стойкости при условных испытаниях, должны быть:

\bar{T} - не менее 90 мин, T_y - не менее 45 мин при распиловке древесины хвойных и мягких лиственных пород и \bar{T} - не менее 60 мин., T_y - не менее 30 мин - при распиловке древесины твердых лиственных пород.

16. Критерием затупления пил является качество распиловки. Шероховатость поверхности должна быть не более:

при продольной распиловке $R_{z \max} \leq 800$ мкм;

при поперечной распиловке $R_{z \max} \leq 1200$ мкм.

2.2. Пилы круглые строгальные

2.2.1. Назначение и типы

Конструкция и основные требования к пилам регламентированы действующим ГОСТом. Пилы предназначены для распиловки сухой древесины влажностью 20 % при высоких требованиях к качеству поверхности. Конструктивная особенность пил - наличие вспомогательных углов в плане φ (углов поднутрения), в результате чего зубья пил не разводятся и не плющатся.

Производится четыре типа строгальных пил: тип 1-одноконусные для продольной распиловки; тип 2-одноконусные для поперечной распиловки; тип 3-двухконусные для продольной распиловки; тип 4-двухконусные для поперечной распиловки (рис. 2.8).

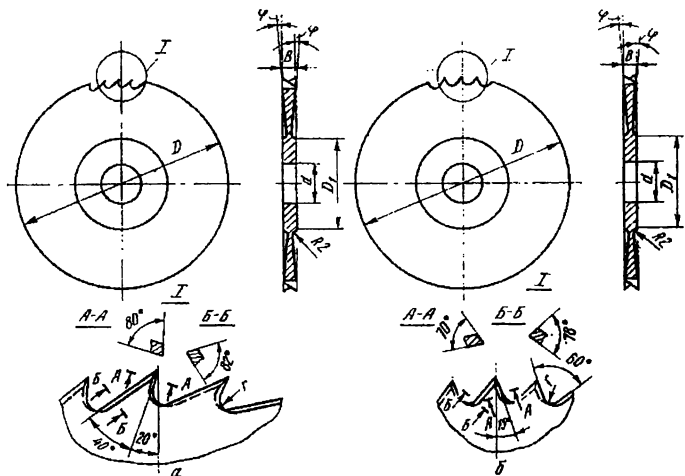


Рис. 2.8. Основные параметры и профиль зубьев круглых строгальных пил:
a - для продольной распиловки; *б* - для поперечной распиловки

2.2.2. Выбор основных параметров пил

Параметры зубьев пил определяются по следующим формулам:

$$\text{шаг зубьев: } t = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right);$$

$$\text{высота зуба: } h = (0,3 \dots 0,7) \cdot t;$$

$$\text{радиус закругления впадины: } r = (0,15 \dots 0,3) \cdot t, \text{ но не менее 2 мм.}$$

Основные параметры круглых строгальных пил показаны (рис. 11) и представлены в табл. 2.8

Таблица 2.8

Основные параметры круглых строгальных пил

Обозначение пил	D , мм	D_1 , мм	d , мм	B , мм	φ , мин	z
Тип 1						
3420-0451	160	60	32	1,2	15	60
3420-0452				1,6	15	48
3420-0453	200	80		1,6	15	60
3420-0454				2,0	20	48
3420-0455	250	100		2,0	20	60
3240-0456				2,4	25	48

Обозначение пил	D , мм	D_1 , мм	d , мм	B , мм	φ , мин	z
3420-0457	315	125	50	2,4	20	72
3420-0458				3,0	25	60
3420-0459	360	160	50	2,8	20	72
3420-0461				3,0	25	60
3420-0462	400		50	3,0	20	96
3420-0463				3,6	25	60
Тип 2						
3421-0531	200	80	32	1,6	15	60
3421-0532				2,0	20	
3421-0533	250	100	32	2,0	20	72
3421-0534				2,4	25	
3421-0535	315	125	50	2,4	20	96
3421-0536				3,0	25	72
3421-0537	400	160	50	3,0	20	96
3421-0538				3,6	25	
Тип 3						
3420-0464	360	253		2,8	1,4	72
3420-0465		238		3,0	1,4	60
3420-0466	400	300		3,0	1,7	96
3420-0467		255		3,6	1,7	60
Тип 4						
3421-0539	360	253		2,8	1,4	96
3421-0541		238		3,0	1,4	72
3421-0542	400	300		3,0	1,7	96
3421-0543		255		3,6	1,7	

2.2.3. Технические требования

1. Пилы должны изготавливаться из стали марки 9ХФ или 9Х5ВФ.
2. Микроструктура стали должна представлять собой троостомартенсит и мелкие равномерно распределенные карбиды.
3. Пилы не должны иметь обезуглероженного слоя.
4. Твердость пил - $HRC_3=50...54$.
5. На пилах не допускаются трещины, волосовины, расслоения, плены, забоины, черновины, выкрошенные места, поджоги и коррозия.

Острые нерабочие кромки должны быть притуплены.

6. Параметры шероховатости поверхностей пил должны быть:

торцовых конических поверхностей	$Ra \leq 1,25$ мкм;
поверхностей дна впадин и поверхности перехода торцевой конической поверхности в плоскую	$Rz \leq 20$ мкм;
остальные поверхности	$Ra \leq 2,5$ мкм.

7. В месте сопряжения двух конических поверхностей у пил типов 3 и 4 не допускается уступ высотой более 0,2 мм.
8. Пилы должны быть выправлены. Отклонения от прямолинейности по образующим конических поверхностей на каждой стороне пилы, находящейся в вертикальном положении, не должны превышать 0,1 мм для поверхностей плоской части - 0,07 мм.

При правке молотком на торцовых поверхностях пил не допускаются следы от ударов глубиной более 0,05 мм.

9. Пилы должны быть заточены. Завалы, выкрошенные места на режущих кромках не допускаются.

10. Предельные отклонения размеров пил не должны быть более:

диаметра	$js17$;
диаметра плоской центральной части	± 2 мм;
толщины	$js14$;
диаметра посадочных отверстий	$H17$;
углов зубьев	$\pm 2^\circ$;
номинальных размеров вспомогательного угла в плане	+3' -5'.

11. Разность двух любых двойных шагов зубьев пилы не должна превышать для шагов:

до 10 мм	0,8 мм;
св. 10 мм	1,0 мм.

12. Радиальное биение вершин зубьев не должно быть более 0,3 мм.

13. Торцовое биение диска пилы в зоне шириной не более 5 мм от окружности дна впадин не должно превышать:

для пил диаметром до 250 мм	0,2 мм;
для пил диаметром св. 250 мм	0,3 мм.

14. Разнотолщинность в плоской центральной части в одной и той же пиле не должна превышать 0,04 мм

Примечание. При измерении толщины и непрямолинейности плоской части вмятины от ударов молотком, получаемые при правке, не учитываются.

15. Испытания пил должны проводиться на распиловке хвойной древесины не ниже 3-го сорта влажностью не более 12 % при следующих режимах резания:

скорость резания для пил диаметром:	
от 160 до 250 мм	25-35 м/с;
св. 250 мм	40-60 м/с;
подача на зуб (не менее) для пил типов:	
1 и 3	0,05 мм;

2 и 4	0,02 мм;
высота пропила (не менее) для пил диаметром:	
160 мм	15 мм;
св. 160 до 200 мм	20 мм;
св. 200 мм	25 мм.

16. Пилы типов 1 и 3 должны обеспечивать получение пиленой поверхности без прижогов шероховатостью $Rz \leq 100$ мкм, а пилы типов 2 и 4 - $Rz \leq 320$ мкм.

К особенностям эксплуатации строгальных пил относится более тщательное соблюдение требований к прямолинейности образующих торцовых конических поверхностей, радиальному и торцовому биению зубьев, качеству заточки и параметрам точности круглопильных станков.

1. Отклонение от прямолинейности по образующим конических поверхностей на каждой стороне пилы в вертикальной плоскости не должно превышать 0,1 мм.
2. Радиальное биение зубьев не должно быть более 0,3 мм.
3. Торцовое биение для пил диаметром до 250 мм - 0,2 мм, свыше 250 мм - 0,3 мм.
4. Шероховатость заточенных поверхностей должна быть не более $Ra=2,5$ мкм. При этом разность между двумя любыми двойными шагами зубьев не должна превышать при шаге до 10 мм - 0,8 мм, свыше 10 - 1 мм.
5. Отклонение от прямолинейности рабочей поверхности направляющей линейки в станке должно быть не более 0,2 мм на длине 0,2 мм (допускается только вогнутость).
6. Допуск непараллельности плоскости вращения пилы направлению подачи материала не должен превышать 0,1 мм на 1000 мм.

При выполнении перечисленных требований к подготовке строгальных пил к работе получают поверхности распила высокого качества.

Ориентировочные значения подачи на зуб при пилении строгальными пилами приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Рекомендуемые подачи на зуб при пилении
круглыми строгальными пилами, мм

Высота неровностей Rm_{max} , мкм, не более	Продольное пиление	Поперечное пиление
32	0,08/0,05	0,03/0,02
60	0,1/0,08	0,05/0,03
100	0,15/0,1	0,08/0,05
200	0,3/0,2	0,1/0,08

Примечание. В числителе - данные для пиления мягких пород древесины, в знаменателе - твердых.

2.3. Пилы дисковые с пластинками из твердого сплава

2.3.1. Назначение и типы

Пилы дисковые с твердосплавными пластинами предназначены для обработки различных древесных материалов: фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит, древесных слоистых пластиков и других синтетических материалов на основе древесного сырья. Разнообразие древесных материалов, облицовочных покрытий, оборудования для пиления, требований к качеству обработки определяет форму зубьев пил.

На рис. 2.9 (по отечественным и зарубежным источникам) показаны отдельные конструктивные решения зубьев пил с твердосплавными пластинками.

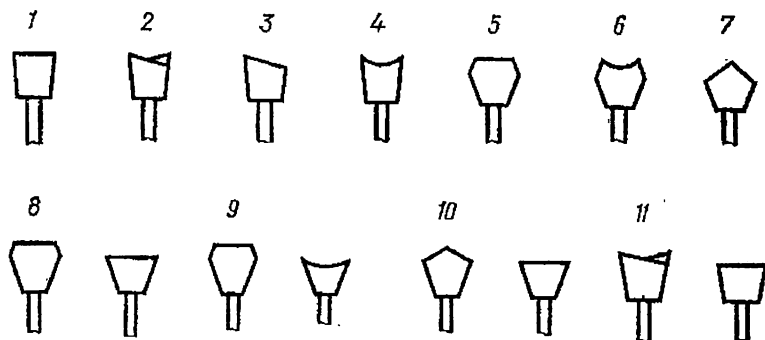


Рис. 2.9. Формы зубьев пил с твердосплавными пластинками:

1 - с прямой режущей кромкой; 2 - с разносторонним наклоном; 3 - с односторонним наклоном; 4 - радиусный; 5 - трапецидальный; 6 - радиусный с фасками; 7 - треугольный; 8, 9, 10, 11 - комбинированные

2.3.2. Выбор основных параметров пил

Основные параметры дисковых пил с твердосплавными пластинами представлены в табл. 2.10, 2.11.

Таблица 2.10

Основные параметры дисковых пил с твердосплавными пластинами типа I

Обозначение	D	d	B	s	s_j	l	$\lambda, \text{град.}$	$\gamma, \text{град.}$	z				
3421-0551	160	32	2,8	2,0	0,4	15	15	-20	24				
3421-0552	200		3,4	2,4	0,5								
3421-0553			80	2,8	2,0					0,4			
3421-0554		3,4		2,4	0,5								
3421-0555	250	50	2,8	2,0	0,4					20	20	10	48
3421-0556			3,4	2,4	0,5								
3421-0557			2,8	2,0	0,4								
3421-0558			3,4	2,4	0,5								
3421-0559			2,8	2,0	0,4								
3421-0561			3,4	2,4	0,5								
3421-0562	315	50	2,8	2,0	0,4	20	20	10	56				
3421-0563			3,4	2,4	0,5								
3421-0564			2,8	2,0	0,4								
3421-0565			3,4	2,4	0,5								
3421-0566			2,8	2,0	0,4								
3421-0567			3,4	2,4	0,5								
3421-0568	355	50	3,4	2,4	0,5	20	20	10	72				
3421-0569			3,2	2,4	0,4								
3421-0571			4,0	2,8	0,6								
3421-0572			0										
3421-0573			10										
3421-0574			0										
3421-0575	10												
3421-0576	400	50	3,2	2,4	0,4	20	20	10	36				
3421-0577			4,0	2,8	0,6								
3421-0578			0										
3421-0579			10										
3421-0580			0										
3421-0581			10										
3421-0582			0										
3421-0583			10										
3421-0584			0										
3421-0585			10										
3421-0586	400	50	4,0	2,8	0,6	20	20	10	56				
3421-0587			4,1	2,8	0,65								
			3,4	2,4	0,5								

Примечание. По требованию потребителя допускается: изготовление пил диаметром D 355 и 400 мм с углом наклона передней поверхности $\lambda = 15^\circ$, изготовление пил диаметром D 160, 200, 250 и 400 мм с односторонней заточкой задней главной поверхности.

Таблица 2.11

Основные параметры дисковых пил с твердосплавными пластинами типа 2

Обозначение	D	d	B	s	s_1	l	$\gamma, \text{град.}$	z	
3420-0471	100	32	2,8	2,0	0,4	15	10	24	
3420-0303	160								
3420-0472	180								
3420-0473	200	32	3,4	2,4	0,5	10	36		
3420-0309			2,8	2,0	0,4				
3420-0474			3,4	2,4	0,5				
3420-0475									
3420-0476		80	2,8	2,0	0,4				
3420-0477	250	32	2,8	2,0	0,4	10	24		
3420-0479						20			
3420-0481						10			
3420-0482		20	3,4	2,4	0,5				
3420-0483		10	2,8	2,0	0,4	10	36		
3420-0484		20							
3420-0485		10							
3420-0486		20							
3420-0487		50	2,8	2,0	0,4	10	56		
3420-0488		3,4	2,4	0,5					
3420-0489	130								
3420-0325	315	50	2,8	2,0	0,4	20	24		
3420-0326	355	50	3,5	2,4	0,55	20	20	36	
3420-0327							10		
3420-0328							20		
3420-0329							10		
3420-0330							20		
3420-0331		10	3,5	2,4	0,55	10	36		
3420-0332		20							
3420-0491		10	2,8	2,0	0,4	10		56	
3420-0492		20							
3420-0333		10							
3420-0334	20								
3420-0337	80	3,5				2,4	0,55		20
3420-0338	36								
3420-0339		56							
3420-0493		50	3,2	2,4	0,4	20	10	24	
3420-0494	20								
3420-0495	10								
3420-0496	20								
3420-0497	10		3,2	2,4	0,4		10		36
3420-0498	20								
3420-0499	10								
3420-0501	20								

Обозначение	D	d	B	s	s_l	l	γ , град.	z						
3420-0502			3,2	2,4	0,4		10	56						
3420-0503							20							
3420-0504							10							
3420-0505			20											
3420-0506			80	3,2	2,4		0,4			24				
3420-0507										36				
3420-0508			400	50	3,4		2,4		0,5		24			
3420-0355											10			
3420-0356											20			
3420-0509					4,0		2,8		0,6			10		
3420-0511	20													
3420-0359	3,4	2,4			0,5			10	36					
3420-0360								20						
3420-0361								10						
3420-0362	4,1	2,8			0,65			20						
3420-0363								10						
3420-0364			20											
3420-0365	3,4	2,4	0,5				10	56						
3420-0366							20							
3420-0367							10							
3420-0368	80						20							
3420-0369							24							
3420-0512	450	50					20	56						
3420-0513							10							
3420-0514							20	56						
3420-0515							10							
3420-0516							80							20
3420-0517														36
3420-0518							56							
							72							

В практике наибольшее распространение получили пилы с зубьями формы 1 и 2: тип 1 - с разносторонними и односторонними углами наклона и задних поверхностей зубьев; тип 2 - без наклона передних и задних поверхностей (рис. 2.10).

2.3.3. Технические требования

1. Режущие пластины зубьев должны быть из твердого сплава марок ВК6, ВК15.
2. Корпуса пил должны быть изготовлены из стали марок 50ХФА или 9ХФ.
3. Пластины из твердого сплава паять припоем марки ПСр-40. Для пил с шагом 17 мм и более допускается применять в каче-

стве припоя латунь марки Л63 или другие сплавы, обеспечивающие эксплуатационную прочность и надежность пил.

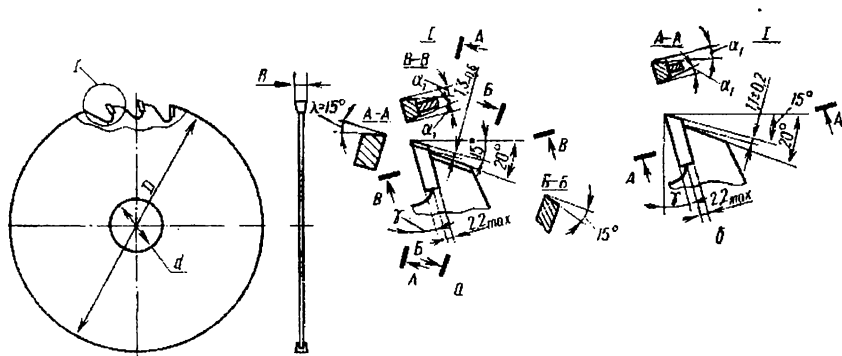


Рис. 2.10. Пилы с пластинками твердого сплава:
1 - тип 1; тип 2

4. Разрыв паяного шва не должен быть более 10 % от общей длины шва.

5. Твердость корпусов пил должна быть HRC=39...44.

В зоне термического влияния от нагрева при пайке допускается твердость:

HRC=20...44 при пайке припоем ПСр-40;

HRC=30...55 при пайке другими припоями.

Зона термического влияния от нагрева при пайке расположена между вершиной зуба и его основанием.

Зона термического влияния не должна образовывать на пиле замкнутого круга.

6. Допускается изготовление пил с компенсаторами, расположенными на двух взаимно перпендикулярных диаметрах.

7. На поверхностях корпусов пил не должно быть трещин, следов коррозии; на режущих кромках зубьев не должно быть сколов и трещин.

8. На торцовых поверхностях корпусов пил не должно быть следов цветов побежалости от нагрева пластин при пайке. Допускаются следы удаления цветов побежалости.

9. Параметры шероховатости поверхностей пил должны быть, мкм:

- передних и задних главных и вспомогательных поверхностей, прилежащих к вспомогательным режущим кромкам зубьев $R_z \leq 1,6$;
- задних вспомогательных поверхностей зубьев, прилежащих к вспомогательным коротким кромкам $R_z \leq 6,3$;
- торцовых поверхностей корпусов пил в зоне удаления цветов побежалости $R_a \leq 3,2$;
- торцевых поверхностей корпусов пил и посадочного отверстия $R_z \leq 6,3$;
- остальных поверхностей $R_z \leq 25$.

10. Пилы должны быть выправлены. При правке молотком на торцах корпусов не допускается наличие следа от ударов глубиной более 0,05 мм.

11. Предельные отклонения углов зубьев не должны быть более:

- переднего угла γ $\pm 1^\circ 30'$;
- главного заднего угла α , углов наклона передней и главной задней поверхности λ и λ_1 по отношению к торцовой поверхности корпуса $\pm 2^\circ$;
- вспомогательных углов в плане φ и задних углов вспомогательных поверхностей $\alpha_1 + 30'$.

12. Предельные отклонения диаметров пил не должны быть более для пил диаметром до 160 мм ± 1 мм, свыше 160 мм ± 2 мм.

13. Предельные отклонения диаметра посадочного отверстия - по Н8.

14. Предельные отклонения толщин корпусов пил - по h12. Предельные отклонения толщин корпусов пил, изготовленных из холоднокатанной тонколистовой стали не должны быть более, мм:

толщина 2 мм	$\pm 0,12$;
толщина 2,4 мм	$\pm 0,14$;
толщины 2,8 мм	$\pm 0,15$.

15. Разность двух любых шагов зубьев пил не должна быть более, мм:

шаг от 10 до 18 мм	0,6;
шаг от 18 до 30 мм	0,7;
шаг св. 30 мм	0,8.

16. Отклонение от плоскостности корпуса на каждой стороне пилы, расположенной в вертикальной плоскости, не должно

быть более 0,1 мм для пил диаметром до 400 мм и 0,15 мм для пил диаметром свыше 400 мм без учета следов правки.

17. Неравномерность толщины корпуса одной и той же пилы не должны быть более 0,05 мм для пил диаметром до 400 мм и 0,07 мм для пил диаметром свыше 400 мм без учета следов правки.

18. Предельные отклонения выступа твердосплавных пластин относительно торца корпуса пилы не должны превышать, мм:

при s_1 до 0,5	+0,15;
при s_1 свыше 0,5	+0,15 -0,1.

19. Торцовое биение вершин зубьев не должно быть более 0,2 мм для пил диаметром до 400 мм и 0,25 для пил диаметром свыше 400 мм.

20. Радиальное биение вершин зубьев не должно быть более 0,15 мм.

21. Пилы должны быть статически уравновешены. Дисбаланс пил не должен быть более, $z \cdot \text{мм}$:

для пил диаметром до 250 мм	250;
для пил диаметром 315 и 355 мм	400;
для пил диаметром 400 мм	500;
для пил диаметром 450 мм	550.

22. Торцовое и радиальное биение зубьев пил и дисков проверяются на пилах, установленных на оправку и закрепленных шайбами и гайками. Диаметр шайб должен быть равным 50 мм для пил диаметром 100 мм, 100 мм для пил диаметром до 315 мм и 125 мм для пил диаметром свыше 315 мм. Торцовое биение шайб не должно превышать 0,02 мм для шайб диаметром до 100 мм и 0,03 мм для шайб диаметром свыше 100 мм.

23. Частота вращения пил в работе должна быть не более указанной в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Частота вращения пил в работе

Диаметр пил, мм	Частота вращения, c^{-1}
100, 160	200
180	133
200	133
250	108
315	83
355	75
400	63
450	58

2.4. Пилы специальные

2.4.1. Пилы конические

Пилы конические предназначены для последовательного отделения тонких досок (толщиной до 20 мм) от заготовок. Отличительной особенностью этих пил является то, что одна торцовая поверхность выполнена конической, за счет чего уменьшается толщина пилы от центра к периферии. При угле конусности $30' \dots 40'$ толщина пилы на периферии равна $1 \dots 1,4$ мм при толщине центральной части, превышающей толщину круглых плоских пил такого же диаметра. Благодаря этому значительно уменьшается ширина пропила при высокой жесткости пилы. Сокращение отходов древесины в опилки делает особенно эффективным применение этих пил в многократной работе при ребровой распиловке пиломатериалов на тонкие заготовки для изготовления музыкальных инструментов, тары, многослойных лыж.

Промышленностью выпускает право- и левоконические пилы (табл. 2.14, рис. 2.11).

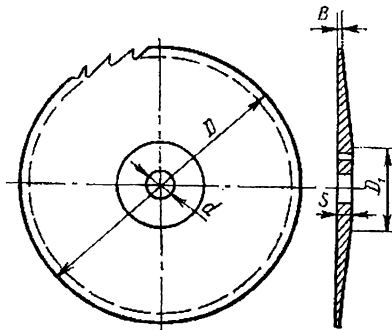


Рис. 2.11. Пила коническая

При выборе пилы учитывается то, что коническая поверхность пилы должна располагаться со стороны направляющей линейки.

Таблица 2.14

Основные параметры конических пил ($z = 100$)

Обозначение	D	d	B	S
Левоконические пилы				
ГМЗ Н-376	500	50	1	3,4
ГМЗ Н-376-01	630		1,2	3,8

Обозначение	D	d	B	S
ГМЗ Н-376-02	710		1,4	4,4
ГМЗ Н-376-03	800		-	-
Правоконические пилы				
ГМЗ Н-377	500	50	1	3,4
ГМЗ Н-377-01	630		1,2	3,8
ГМЗ Н-377-02	710		1,4	4,4
ГМЗ Н-377-03	800		-	-

Примечание. Для всех пил $D_i = 150$ мм.

При большем числе зубьев конических пил возможно вести высокопроизводительную распиловку при подачах на зуб до 0,2-0,4 мм.

Односторонние конические пилы применяют для последовательного отделения от заготовок тонких досок (толщиной до 15 мм), при этом конической стороной они должны устанавливаться в сторону привода пильного вала. Двусторонние конические пилы применяют для распиловки досок на равные по толщине части (деление пиломатериалов пополам).

Расстояние от шпильки до оси вращения пилы 50 мм.

Конические пилы изготавливают как с зубьями с ломаной задней гранью (исполнение 1), так и с зубьями с прямолинейной задней гранью (исполнение 2) с угловыми значениями, представленными в табл. 2.15.

Таблица 2.15

Тип профиля	Угловые параметры конических пил			
	Значения углов, град.			
	γ	β	α	δ
1	20	40	30	70
2	30	40	20	60

Величина шага у всех круглых пил изменяется с изменением диаметра пилы и определяется по формулам, приведенным для круглых пил.

По профилю конической стороны пилы бывают с утолщением пильного диска сразу от вершины зубьев к средней плоской зоне пилы и с утолщением, начинающимся на расстоянии 50-60 мм от основания зубьев. По мере износа и стачивания пилы первого типа быстро утолщаются и для сохранения первоначальной ширины пропила требуют частой перешлифовки конической зоны, а пилы второго типа дольше работают без перешлифовок, сохраняя малую ширину пропила. Однако пилы первого типа проще в изготовлении и эксплуатации и получили наибольшее распространение.

2.4.2. Пилы малоконические

Известны еще так называемые малоконические пилы, имеющие конус с одной или обеих сторон. В отличие от обычных конических малоконические пилы имеют малую величину конуса. Конические пилы лучше сопротивляются воздействию на них боковых сил, возникающих при пилении, поэтому наличие конуса у малоконических пил несколько повышает их устойчивость, а для исключения трения древесины о конические поверхности пил развод зубьев делают таким, чтобы перекрыть толщину того сечения пилы, где проходят поверхности распила и нижние кромки распиливаемого материала. Основные параметры малоконических круглых пил приведены в табл. 2.16.

Таблица 2.16

Основные размеры малоконических круглых пил

Диаметр пилы, мм	Диаметр плоской части, мм	Угол конической части	Толщина пилы у зубчатой кромки, мм, при толщине плоской части, мм						
			2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,8	4,2
500	180	8'40"	1,8	2	2,2	2,4	2,6	-	-
650	250	8'40"	-	1,8	-	-	2,4	-	-
550	250	13'40"	-	-	-	-	2,2	2,6	-
600	250	13'40"	-	-	-	-	2	2,4	-
650	250	13'40"	-	-	-	-	1,8	2,2	2,6
700	280	13'01"	-	-	1,8	-	1,8	2,2	2,6
750	280	13'01"	-	-	1,8	-	-	2	2,4
550	250	9'12"	1,8	2	2,2	2,4	2,6	-	-
600	250	7'56"	1,8	2	2,2	2,4	2,6	-	-

Примечание. Диаметр центрального отверстия - 50 и 80 мм.

Технические требования, которым должны удовлетворять конические и малоконические пилы, почти такие же, как и к пилам с плоским диском.

1. Материал пил - инструментальная легированная сталь марки 9ХФ, 85 ХФ и ШХ-15 твердостью HRC₃=41...46.
2. Поверхности пил должны быть обработаны и иметь шероховатость не ниже 7-го класса.
3. Трещины, царапины, волосовины, плены, черновины, раковины, поджоги, выкрошенные места, заусенцы от штамповки, коррозии, поломанные зубья не допускаются.
4. Отклонение диаметра пилы и диаметра плоской части - не более ± 5 мм.
5. Отклонение толщины пильных дисков $\pm 0,07$ мм.

6. Разнотолщенность в одной и той же пиле на одинаковом расстоянии от центра должна быть не более 0,07 мм, а плоской части у центра - не более 0,05 мм.
7. Равномерность толщины пилы необходимо проверять на одинаковом расстоянии от центра, через 50 мм, по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.
8. Отклонение диаметра центрального отверстия и диаметра отверстия и шпильки не более A_5 расстояния между осями центрального отверстия и шпильки не более $\pm 0,1$ мм.
9. Несовпадение центра отверстия с центром пилы не должно превышать 0,3 мм. Эксцентриситет пилы определяют индикатором или специальным приспособлением при ее проворачивании на специальном контрольном шпинделе.

2.4.3. Пилы сферические

Сферическими называют такие круглые пилы, у которых пильный диск имеет вогнутость в виде сферы (рис. 2.12). Эти пилы применяют в бондарном производстве при изготовлении бочек (для выпиливания днищ бочек различного диаметра на донновырезных станках), они имеют малое распространение.

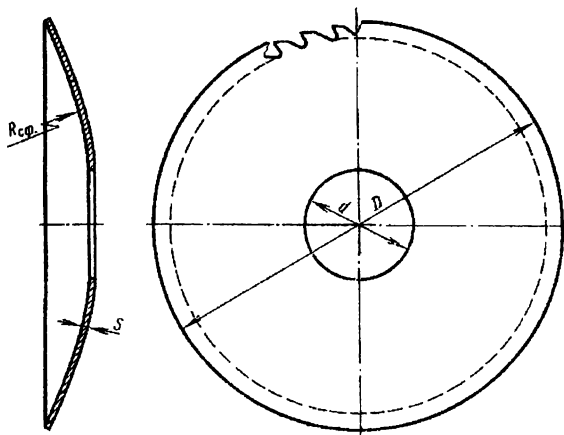


Рис. 2.12. Пила сферическая

Размеры пил приведены в табл. 2.17.

Основные размеры сферических пил, мм

Обозначение пил	D	d	S	$R_{сф}$	z	h_z	Назначение:	
							для вырезки дниц бочек диаметром	
ГМЗ Н-378	280	78	2	320	60	12	266	400
ГМЗ Н-378-01	300	78	2	400	60	14	350	650
ГМЗ Н-378-02	300	78	2	550	60	14	600	850

Материал пил - инструментальная легированная сталь марки 9ХФ, твердость $HRC_3=41...46$.

2.4.4. Пилы комбинированные

Сокращение во времени различных технологических операций и автоматизация производства привели к необходимости создания новых типов дереворежущего инструмента. К их числу относятся комбинированные пилы, оснащенные твердосплавными пластинами (рис. 2.13, а), предназначенные для одновременных обрезки плит в размер и дробления отрезаемой рейки.

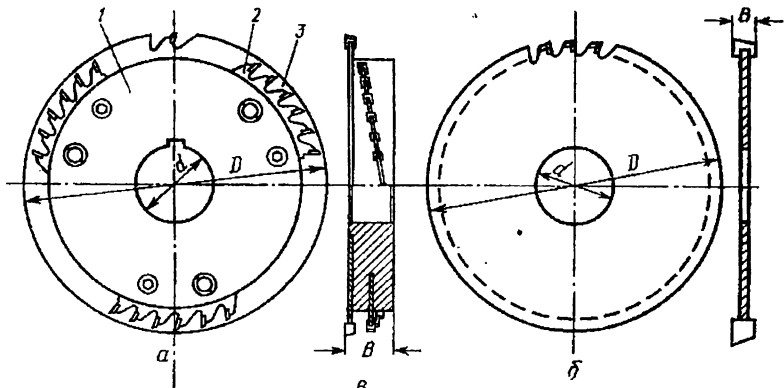


Рис. 2.13. Пилы для линий МФК:
а - комбинированная; б - подрезная

Конструктивно пилы выполнены следующим образом: в наклонных пазах корпуса 1 пилы установлены сегменты 2 с режущими зубьями, оснащенные твердым сплавом и предназначенные для дробления отрезаемой рейки. К торцевой поверхности корпуса крепится пила 3, производящая обрезку плиты.

Основная область применения комбинированных пил - обработка мебельных щитов на автоматических линиях обработки и фрезерования кромок мебельных щитов МФК. Станки для обрезки щитов, входящие в состав линии, выполнены по двухпильной схеме с применением пил для подрезки нижней поверхности щита (рис. 2.13 б). Технологической схемой линии предусмотрено выполнение следующих операций: обрезка щита с четырех сторон в чистовой размер, фанерование кромок, снятие свесов кромочного материала по длине и толщине щита, образование фасок на кромках. Для осуществления этих операций линия комплектуется комбинированными пилами правыми и левыми, пилами для подрезки нижней облицовочной поверхности, пилами для снятия свесов по длине щита (рис. 2.14) (все правого и левого исполнения).

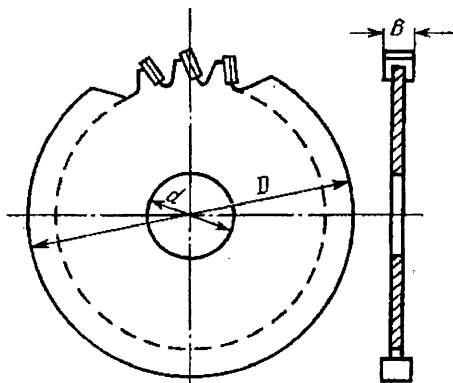


Рис. 2.14. Пилы для линий МФК: для снятия свесов по длине

Основные параметры комплекта пил для линий МФК приведены в табл. 2.18.

Таблица 2.18

Основные параметры комплекта пил для линий МФК, мм

Инструмент	Обозначение	D	d	B	z
Пилы комбинированные с пластинками из твердого сплава	3219-6010	250	40	35	56
	3219-6011 (левые)				
Пилы подрезные с пластинками из твердого сплава	3429-4001	160	32	3	36
	3429-4002 (левые)				
Пилы с пластинками из твердого сплава для снятия свесов по длине	3429-4003	160	32	3	24
	3429-4004 (левые)				

Пилы для снятия свесов по длине щита выполнены с отрицательным передним углом (-20°) для обеспечения направленного подпора со стороны щита срезаемому свесу кромочного материала.

Материал корпусов комбинированных пил - конструкционная сталь 40Х. Материал корпусов пил, входящих в комплект комбинированных пил, подрезных пил, пил для снятия свесов и сегментов, - инструментальная легированная сталь 9ХФ. Материал режущей части пил - пластины твердого сплава ВК6, ВК15.

2.5. Выполнение операций по подготовке полотен круглых пил

Подготовка полотен круглых пил включает в себя следующие операции: оценку плоскостности и напряженного состояния полотна, правку полотна, проковку и вальцевание диска пилы [33...35, 39, 40, 42].

2.5.1. Оценка плоскостности полотен круглых пил

Плоскостность полотна оценивают по двум показателям: по прямолинейности диска в различных сечениях и по торцовому (осевому) биению.

Для определения торцевого биения (рис. 2.15 б) пилу устанавливают на горизонтальный вал прибора ПН и зажимают фланцами, диаметр которых должен соответствовать требованиям, представленных в табл. 2.19.

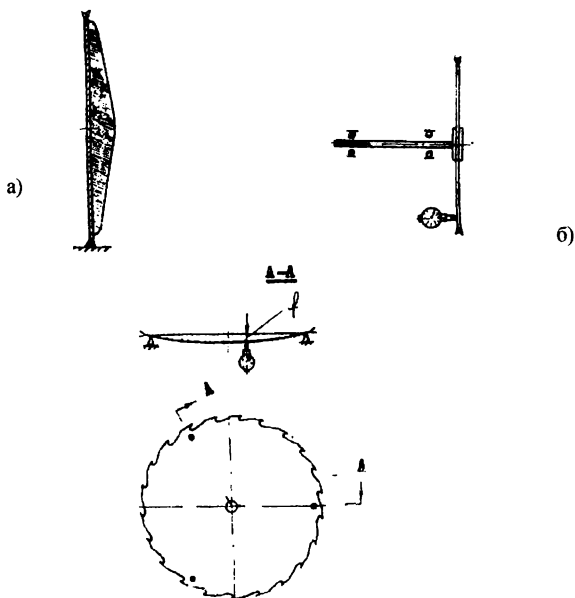


Рис. 2.15. Оценка плоскостности пилы:
а - определение прямолинейности диска; б - определение торцевого биения

Диаметр зажимных фланцев для круглых плоских пил

Диаметр пил, мм	250-315	400-500	630-800
Диаметр фланцев, мм	100	125	160

Для пил диаметром свыше 800 мм диаметр фланцев прибора ПН должен быть равен 200 мм. Величина торцового биения коренного фланца не должна превышать 0,01 мм на радиусе 50 мм.

Торцовое биение пилы измеряют индикатором часового типа при медленном вращении пилы с валом прибора. Измерительный стержень индикатора устанавливают перпендикулярно боковой поверхности диска в зоне, отстоящей на расстоянии 5 мм от окружности впадин зубьев.

Для определения прямолинейности профиля (рис. 2.15 а) пилу устанавливают в вертикальное положение на верстак или другое рабочее место, поддерживая рукой. Пилы большого диаметра для удобства проверки рекомендуется надевать на специальный шпиндель, например прибора ПН. Вертикальность положения диска контролируют маятниковым угломером, а при его отсутствии - визуально. Допускаемое отклонение $\pm 5^\circ$. По диаметрам, радиусам и хордам диска накладывают поверочные линейки. Величину просвета между диском и рабочей кромкой поверочной линейки измеряют при помощи набора щупов. Максимальная величина просвета - показатель прямолинейности профиля диска в контролируемом сечении.

Результаты замеров прямолинейности профиля, торцового биения диска сопоставляют с нормативными значениями, представленными в табл. 2.20.

Таблица 2.20

Предельные отклонения от прямолинейности
и предельные величины торцовых биений

Диаметр пилы, мм	Предельные отклонения от прямолинейности, мм	Предельная величина торцового биения, мм
До 200		0,2
200-360	0,1	0,3
360-500		0,4
500-800	0,2	0,5
800-1000	0,3	
1250	0,4	0,6
1500	0,5	
1600	0,6	

Контроль отклонений от прямолинейности профиля диска пилы включает контроль отклонений от прямолинейности боковых поверхностей зубьев и средней плоской зоны пилы, а также отклонений от прямо-

линейности поднутренных поверхностей пилы. При контроле отклонений от прямолинейности профиля диск пилы устанавливают вертикально на верстак (рис. 2.15 а). Прикладывая к диску пилы длинную линейку таким образом, чтобы она прилегала к кончикам зубьев, находящихся на противоположных концах диаметра пилы, контролируют отклонения от прямолинейности профиля диска по 6-8 диаметрам пилы. Зазор между боковыми поверхностями зубьев и рабочей кромкой линейки или между плоской зоной пилы и рабочей кромкой линейки измеряют щупами.

Контроль изношенной пилы, у которой зубчатая кромка в результате многократных переточек стала тоньше, чем плоская зона диска, осуществляют замером зазора между линейкой и зубьями. Наличие различных зазоров в некоторых положениях линейки свидетельствует об отклонении от прямолинейности профиля диска пилы (рис. 2.16 б).

Контроль отклонений от прямолинейности поднутренных поверхностей диска строгальной пилы осуществляют, прикладывая короткую поверочную линейку по радиусам поднутренных поверхностей (рис. 2.17).

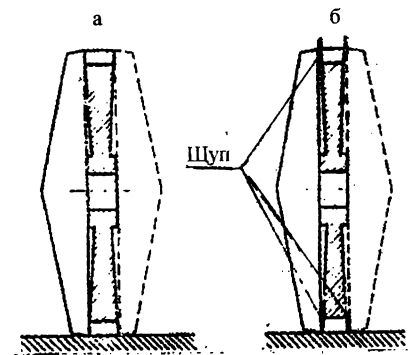


Рис. 2.16. Схема контроля отклонений от прямолинейности профиля диска пил круглых строгальных

Зазор измеряют щупами. Контроль отклонений от прямолинейности профиля диска пилы и поднутренных поверхностей выполняют с обеих сторон.

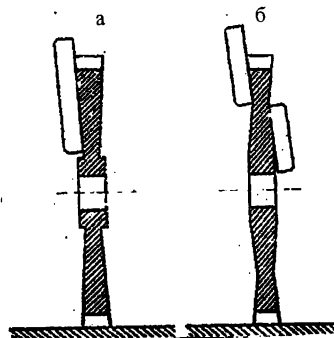


Рис. 2.17. Схема контроля отклонений от прямолинейности поднутренных поверхностей диска пил круглых строгальных

При контроле торцевого биения пилу зажимают во фланцах прибора ПН (рис. 2.18). Торцевое биение диска измеряют индикатором часового типа в зоне, отстоящей от окружности впадин зубьев на 5 мм к центру пилы. Разница между наибольшим и наименьшим показаниями индикатора за один оборот пилы характеризует ее торцевое биение. Допускается биение торцов пилы диаметром до 250 мм - 0,1 мм; для пил диаметром свыше 250 мм - 0,15 мм.

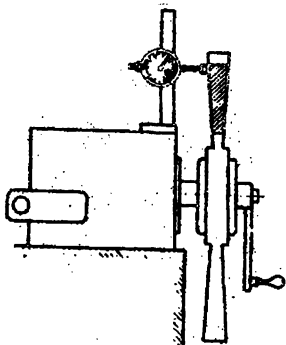


Рис. 2.18. Рекомендуемая схема контроля торцевого биения диска пил круглых строгальных

При контроле прямолинейности профиля пилу с пластинками из твердого сплава устанавливают на верстак или специальное рабочее место вертикально с точностью $\pm 5^\circ$. По диаметрам, радиусам и хордам диска пилы прикладывают пилоправные линейки. Максимальный просвет между диском и кромкой линейки измеряют щупами и принимают

за величину непрямолинейности профиля диска. Допустимая величина непрямолинейности приведена в табл. 2.21.

Таблица 2.21

Допустимая величина непрямолинейности

Диаметр пилы, мм	Предельные отклонение от прямолинейности, мм	Предельная величина торцового биения, мм
До 200	0,1	0,15
Свыше 200 до 360	0,1	0,2
400	0,1	0,25
450	0,15	0,3

При контроле торцового биения пилу зажимают во фланцах на валу прибора ПНТ (рис. 2.19). Диаметр зажимных фланцев 100 мм, торцовое биение коренного фланца не более 0,01 мм. Торцовое биение диска пилы измеряют в зоне, отстоящей от окружности впадин зубьев на 5 мм к центру пилы. Допустимая величина торцового биения представлена в табл. 2.20.

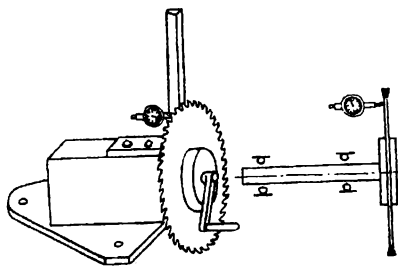


Рис. 2.19. Внешний вид и схема устройства прибора ПНТ для оценки торцового биения

2.5.2. Оценка напряженного состояния

Напряженное состояние диска оценивают по величине прогиба пилы под действием собственного веса. Пила устанавливается в горизонтальное положение на три опоры. Опоры равноотстоят друг от друга и на 5 мм от окружности впадин зубьев. Прогиб пилы измеряют индикатором часового типа (или поверочной линейкой и набором щупов) на окружности радиусом 50 мм.

Чтобы исключить влияние неплоскостности пилы на значения прогибов, в каждой точке определяют среднюю арифметическую величину из двух замеров при положении пилы сначала одной (например, маркированной) стороной вверх, а затем вниз. При перевертывании пилы необходимо строго сохранять прежнее расположение опор относительно диска.

Средняя арифметическая величина по результатам замеров прогибов в трех равноотстоящих точках, расположенных на окружности с радиусом 50 мм, является показателем напряженного состояния диска пилы.

Отношение величины прогиба пилы после проковки (или вальцевания) к расчетной величине прогиба пилы, начальные напряжения которой равно нулю, называется степенью проковки (или вальцевания). Степень проковки (или вальцевания) больше единицы свидетельствует о наличии в периферийной зоне диска напряжений растяжения, повышающих устойчивость пилы при эксплуатации.

Контроль напряженного состояния диска строгальной пилы включает измерение прогиба пилы под действием собственной массы. Для этого пилу устанавливают на три конусные опоры прибора ПСП (рис. 2.20).

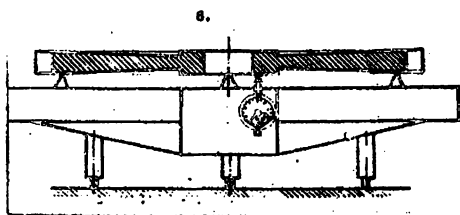


Рис. 2.20. Рекомендуемая схема определения величины прогиба диска пил круглых строгальных

Опоры ровно отстоят друг от друга и по радиусу от центра пилы. Пила при этом прогибается на величину, которую фиксируют индикатором. Отсчет ведут от горизонтальной плоскости, проходящей через опоры прибора. Перед началом контроля индикатор настраивают "на ноль" при помощи контрольного диска, входящего в комплект прибора. Измерение значения прогибов сравнивают с нормативными по табл. 2.21.

Таблица 2.21

Нормативные значения прогибов круглых строгальных пил при контроле напряженного состояния диска пилы

Диаметр пилы, мм	315	500
Прогиб пилы, мм	0,2-0,5	0,3-0,6

Если измеренные значения прогибов не находятся в указанных интервалах, то пила подлежит проковке.

Необходимость измерения напряженного состояния диска с пластинками из твердых сплавов и последующего вальцевания (или проковки) определяется работоспособностью пилы в заданных условиях. Показа-

нием к выполнению этих операций являются криволинейный пропил из-за блуждания пил и систематические зажоги диска.

Напряженное состояние диска оценивается величиной прогиба пилы под действием собственного веса. Пилу устанавливают на три опоры прибора ПСП (рис. 2.21), отстоящие на 5 мм от окружности впадин зубьев. Величину прогиба центральной части диска измеряют на окружности радиусом 50 мм индикатором прибора.

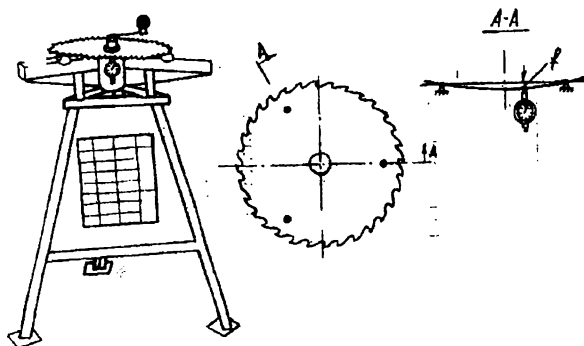


Рис. 2.21. Прибор ПСП для оценки степени проковки или вальцевания пил, схема измерения прогиба пилы

Чтобы исключить влияние неплоскостности диска на результат измерения, в каждой точке определяют среднюю величину прогиба из двух измерений при положении пилы сначала одной стороной вверх, затем другой. Перевертывая пилу, нужно сохранять ее положение относительно опор неизменным.

Показателем напряженного состояния диска пилы является средняя арифметическая величина прогиба в трех равноотстоящих точках на окружности радиусом 50 мм. Измеренную величину прогиба сравнивают с нормативной (табл. 2.22). Если величина прогиба не соответствует нормативному значению, диск пилы вальцуют или проковывают.

**Нормативные значения величин прогиба дисковых пил
с пластинками из твердого сплава**

Диаметр пилы, мм	Толщина пилы, мм	Нормативная величина прогиба, мм	Допустимая величина прогиба, мм
160	2	0,01	0,005-0,015
200	2	0,02	0,01-0,03
250	1,8	0,07	0,04-0,1
	2,4	0,04	0,02-0,06
320	2	0,16	0,1-0,22
	2,2	0,14	0,08-0,2
	2,4	0,12	0,07-0,17
	2,8	0,08	0,05-0,11
360	2,2	0,2	0,12-0,28
	2,4	0,17	0,1-0,24
	2,6	0,14	0,08-0,2
	3,2	0,09	0,05-0,13
400	2,4	0,22	0,13-0,31
	2,6	0,19	0,11-0,27
	2,8	0,16	0,1-0,2
	3,2	0,12	0,07-0,17
450	3	0,2	0,12-0,28

2.5.3. Правка полотен пил

Различают общие (тарельчатость, крыловатость, изгиб по окружности) и местные (слабое место, тугое место, выпучина, изгиб) дефекты.

Причины возникновения дефектов, способы их обнаружения и способы устранения представлены в табл. 2.23.

Правку пилы целесообразно начать с устранения выпучин, изгибов, складок, затрудняющих оценку прямолинейности радиусов, диаметров и всей пилы в целом. Затем приступают к выявлению и устранению слабых, тугих мест, общей покоробленности пилы, крыловатости и других дефектов.

Выпучины, образовавшиеся на пиле "от загогов" при эксплуатации, предварительно очищают. Сначала при помощи металлического скребка снимают основную часть нагара древесины и смолы, затем выполняют чистовую зачистку абразивной шкуркой. Соляной кислотой снимают цвета побежалости с поверхности пилы, обтиркой удаляют кислоту, обработанную поверхность смазывают маслом.

Причины возникновения дефектов, способы их обнаружения и устранения

Причины возникновения дефекта		Способ обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние пилы	Условия возникновения дефекта		
Общие дефекты			
Тарельчатость			
Диск находится в критическом состоянии или потерял устойчивость, приняв форму тарелки вследствие чрезмерных напряжений растяжения на периферии и напряжений сжатия в центральной зоне.	Средняя или центральная зона чрезмерно прокована. При эксплуатации в средней зоне диска образовались зазоры, равномерно распределенные по окружности.	Пилу устанавливают в горизонтальное положение. Если диск находится в критическом, то независимо от положения пилы (маркированной или немаркированной стороной вверх) стрела ее прогиба всегда направлена вниз. При закрыточеском состоянии диска стрела прогиба при перемещении пилы меняет направление.	Проковать или провальцевать периферийную зону пилы с двух сторон и довести напряженное состояние до нормативной величины
Неравномерное распределение напряжений по толщине диска.	Интенсивность проковки с обеих сторон диска различна и не согласована с начальными напряжениями.	При надавливании рукой на центральную зону диска стрела прогиба переводится с одной стороны на другую. Пилу устанавливают в горизонтальное положение. Направление стрелы прогиба различно при положении пилы сначала маркированной, а затем немаркированной стороной вверх. При надавливании рукой на центральную зону диска стрела прогиба переводится с одной стороны на другую.	

Причина возникновения дефекта		Условия возникновения дефекта	Крыловатость	Способ обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние	пилы				
<p>В периферийной зоне диска имеются напряжения сжатия, а в центральной - напряжения растяжения, то есть напряженное состояние противоположно требуемому.</p>		<p>При эксплуатации периферийная зона пилы подвергалась чрезмерному нагреву.</p> <p>Периферийная зона пилы чрезмерно прокована.</p> <p>При обрезке старых и насечке новых зубьев режущий венец пилы чрезмерно вытянулся из-за недостаточной остроты ножей или штампа.</p> <p>При периодической заточке зубьев прокованная зона смещается к периферии. Если среднюю зону своевременно не проковать, то может образоваться крыловатость.</p>	<p>При наложении линейки на диск пилы обнаруживается два взаимно перпендикулярных диаметра, к которым линейка плотно прилегает. При надавливании рукой на центральную зону диска можно установить, что жесткость ее выше, чем периферийная.</p>	<p>Проковать или провальцевать среднюю зону с двух сторон и довести напряженное состояние до нормативной величины.</p>	
<p>Пластический изгиб диска по окружности возле зажимных фланцев.</p>		<p>При обрезке старых и насечке новых зубьев режущий венец пилы отогнулся из-за недостаточной остроты ножей или штампа.</p> <p>При эксплуатации пилы диск изогнулся относительно фланцев из-за перебазирования распиливаемого материала и значительного давления на боковую поверхность пилы (обычно имеет место у многопильных круглопильных станков).</p>	<p>Пилу устанавливают в горизонтальное или вертикальное положение и по радиусам прикладывают поперечную линейку. Максимальная деформация наблюдается в зоне пластического изгиба.</p>	<p>Положить пилу на наковальню выпуклостью вверх и наносить удары молотком преимущественно по окружности изгиба. Рекомендуется между пилой и наковальней вставить прокладку из плотной бумаги или прорезиненного ремня.</p>	

Причина возникновения дефекта		Способ обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние пилы	Условия возникновения дефекта		
Местные дефекты			
Слабое место			
В пределах границ дефектного места имеются напряжения сжатия, в прилегающей зоне - напряжения растяжения. Дефектное место находится в критическом состоянии или потеряло устойчивость упругого равновесия.	Интенсивность обработки отдельных зон диска выше, чем остальной его части. Может возникнуть, например, в результате чрезмерной проковки при исправлении выпучин.	Пилу устанавливают горизонтально. Если дефектное место находится в критическом состоянии, то независимо от положения пилы (маркированной или немаркированной стороной вверх) стрела прогиба дефекта всегда направлена вниз. При закритическом состоянии дефекта стрела прогиба при переворачивании пилы меняет направление. Надавливая на дефектное место рукой, можно перевести его с одной стороны пилы на другую.	Проковать с двух сторон зону, прилегающую к слабому месту. Само слабое место не проковывается.
Тугое место			
В пределах границ дефектного места имеются напряжения растяжения, в прилегающей зоне - напряжения сжатия. Дефектное место находится в критическом состоянии или потеряло устойчивость упругого равновесия.	Значительная неравномерность обработки отдельных зон диска, может возникнуть, например, при правке небольших выпучин и изгибов, расположенных в периферийной зоне диска.	Пилу устанавливают в горизонтальное положение. Стрела прогиба дефектного места независимо от положения пилы (маркированной или немаркированной стороной вверх) всегда направлена вверх. При надавливании на дефект рукой нельзя перевести его с одной стороны пилы на другую.	Проковать с двух сторон тугое место. Силу удара следует уменьшать от центра к периферии тугого места.

Причина возникновения дефекта		Способ обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние пилы	Условия возникновения дефекта		
Выпучина			
Неодинаковые напряжения с одной и другой стороны диска в пределах дефектного места.	Интенсивность проковки зоны диска различна с каждой стороны. При потере пилы устойчивости упругого равновесия, при резонансных колебаниях и т.д. отдельные участки диска трутся о стенки пропила и нагреваются.	Пилу устанавливают в горизонтальное положение, направленные стрелы прогиба дефектного места различно при положении пилы сначала маркированной, а затем немаркированной стороной вверх. При надавливании на дефектное место рукой оно не переводится на другую сторону.	Положить пилу на наковальню выпуклостью вверх и проковать дефектное место до придания ему плоской формы. Силу ударов уменьшать от центра к периферии выпучины. Рекомендуется между пилой и наковальной прокладку из плотной бумаги или прорезиненного ремня.
Изгиб			
Неравномерное распределение напряжений по толщине диска преимущественно в зоне пластического изгиба.	Неравномерная проковка диска пилы по окружности.		Положить пилу на наковальню выпуклостью дефекта вверх и проковать по месту изгиба до придания плоской формы. Рекомендуется между пилой и наковальной вставить прокладку из плотной бумаги или прорезиненного ремня.

При правке выпучин и изгибов лучше пользоваться молотками с перекрестными и косыми бойками. Удары наносят так, чтобы продольная ось бойка совпадала с продольным направлением выпучины или изгиба (рис. 2.22, а). Обработка дефектного места начинается от его внешних границ и заканчивается в центре. Дефектное место обрабатывают с выпуклой стороны. При грубой правке рекомендуется между пилой и наковальней иметь прокладку из плотной бумаги или прорезиненного ремня. Далее правку продолжают без прокладки.

После правки выпучины, расположенной в средней зоне диска (рис. 2.22, б), может образоваться слабое место. Для его исправления наносится несколько ударов молотком с круглым бойком, сначала в центральной зоне диска, а большинство ударов - в периферийной зоне за пределами слабого места (см. рис. 2.22, б). Пила обрабатывается с двух сторон. Само слабое место не обрабатывается.

После правки нескольких небольших выпучин или изгибов, расположенных в периферийной зоне пилы (рис. 2.22, в), может образоваться тугое место. При исправлении тугого места его обрабатывают с двух сторон (рис. 2.22, в). Обычно используют молоток с круглым бойком.

Если диск пилы имеет не местные, а общие дефекты формы - тарельчатость и крыловатость, то сначала определяют, аналогична ли тарельчатость слабому месту или выпучине. В первом случае для исправления тарельчатости обрабатывают периферийную зону пилы с двух сторон молотком с круглым бойком (рис. 2.22, г), во втором - всю поверхность пилы с выпуклой стороны (рис. 2.22, е). Для устранения крыловатости обрабатывают среднюю зону пилы с двух сторон молотком с круглым бойком (рис. 2.22, е).

Проковывают или вальцуют диск пилы с двух сторон.

Если величина прогиба пилы, установленной на три опоры, меньше нормативной (табл. 2.21, 2.22), то обрабатывают среднюю зону, а если больше нормативной, то периферийную зону диска.

На рис. 2.23 показано расположение на наковальне при правке и проковке строгальных круглых пил с односторонним (рис. 2.23, а) и двухсторонним (рис. 2.23, б) конусами.

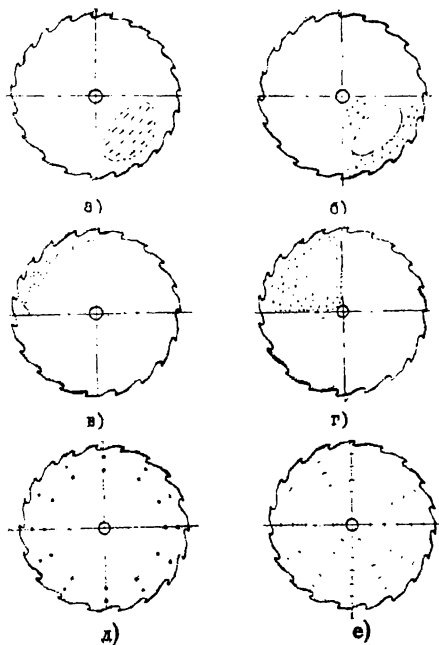


Рис. 2.22. Схема нанесения ударов при правке:
a - выпучин; *б*- слабого места; *в* - тугого места; *г* – тарельчатости, аналогичной слабому месту; *д* – тарельчатости, аналогичной выпучине

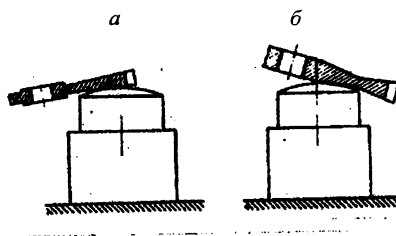


Рис. 2.23. Расположение на наковальне при правке пил круглых строгальных:
a – с односторонним конусом; *б*- с двухсторонним конусом

Для устранения дефектов в зависимости от их вида диск пилы правят молотком правильным с бойком продолговатой или круглой формы.

2.5.4. Проковка полотен круглых пил

При проковке средней зоны диска внешний ее радиус должен составлять $0,7-0,8R$ (где R - радиус пилы без зубьев). Центральную зону пилы, соответствующую площади зажимных фланцев, проковывать не рекомендуется, если это не требуется по условиям правки.

Для правки диска применяется молоток с бойком круглой формы. Допускается применение молотков с перекрестными или косыми бойками. Используя молотки с перекрестными или косыми бойками и располагая продольную ось бойка перпендикулярно к радиусу пилы, можно значительно быстрее достигнуть (при одинаковой силе ударов) нужного напряженного состояния по сравнению с применением молотков с бойками круглой формы. Однако в этом случае есть опасность образования вмятин повышенной глубины из-за трудности правильной ориентации бойка относительно проковываемой пилы.

Порядок нанесения ударов молотком показан на рис. 2.24. Проковку начинают от центра, сначала по радиусу пилы наносят 3-5 ударов, перемещая пилу "на себя", затем ее поворачивают на некоторый угол (обычно $20-30^\circ$) и наносят удары от периферии к центру, перемещая ее "от себя". Этот процесс повторяется до полной обработки всего диска.

Наибольший эффект достигается, если силу ударов увеличивать по мере приближения к внешней окружности зоны проковки. Но обычно силу ударов в пределах всей зоны обработки принимают постоянной.

Если после первой проковки средней зоны диска пилы величина его прогиба на трех опорах меньше нормативной (табл. 2.6, 2.22), то проковку продолжают. Повторные удары нужно располагать между предыдущими. Чрезмерную проковку средней зоны диска исправляют проковкой периферийной зоны.

Среднюю поднутреннюю зону строгальной пилы проковывают молотком с круглым бойком по радиусам в порядке нанесения ударов, показанном на рис. 2.24. Причем, сила удара уменьшается от зубчатой кромки, где пила имеет большую толщину, к центральной зоне, где толщина пилы наименьшая. Необходимо следить за тем, чтобы во время ударов участок пилы, по которому наносится удар, плотно прилегал к наковальне. В противном случае эффект от удара молотком резко снижается, а пила издает резкий дребезжащий звук.

После каждой серии ударов (согласно схеме на рис. 2.24) необходимо тщательно проверить напряженное состояние пилы на величину прогиба центральной части ее диска. Если после проковки последней зоны поднутренной поверхности пилы напряженное состояние диска пилы

меньше нормативного, проковку продолжают. Повторные удары желательны наносить между предыдущими.

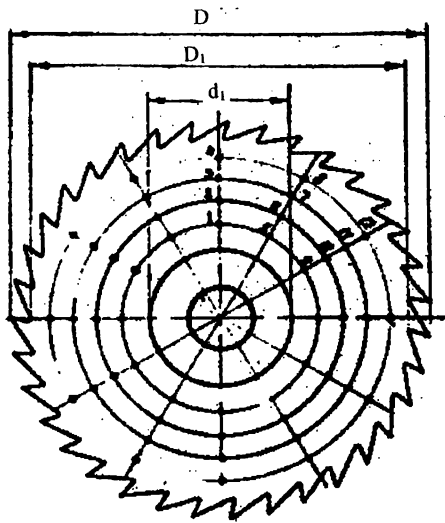


Рис. 2.24.Схема обработки пилы при проковке

2.5.5. Вальцовка полотен круглых пил

Пилу вальцуют по одной окружности. При обработке средней зоны диска радиус вальцевания должен составлять $0,7-0,8R$ (где R - радиус пилы без зубьев).

Величина давления роликов (при диаметре их 70 мм и радиусе кривизны в осевом сечении 35 мм) для новых невальцованных и непрокатанных на заводе-изготовителе пил должна соответствовать значениям, представленным в табл. 2.23.

Таблица 2.23

Давление роликов для новой пилы

Диаметр пил, мм	Толщина пил, мм	Давление роликов, кН
320	1,8	15,5
	2,0	17,7
	2,2	18,4
400	2,0	15,5
	2,2	17
	2,5	19,8

Диаметр пил, мм	Толщина пил, мм	Давление роликов, кН
500	2,2	15,5
	2,5	18,4
	2,8	21,2
630	2,5	17
	2,8	19,8
	3,0	22,6
710	2,8	18,4
	3,0	21,2
	3,2	24
800	3,0	19,8
	3,2	22,6
	3,6	25,4

Для пил, бывших в эксплуатации, начальная величина давления роликов принимается на 10-15% ниже, указанной в табл. 2.23. Если давление роликов оказалось недостаточным, его постепенно увеличивают.

Давление роликов для пил диаметром 900-1600 мм необходимо подбирать опытным путем. Если оно окажется выше максимально возможной величины, предусмотренной технической характеристикой станка, то пилу вальцуют по двум окружностям с радиусами 0,7 и 0,8R.

По одному следу вальцевания делают 3-4 прохода роликов. Если после первых 3-4 проходов величина прогиба пилы на трех опорах оказалась нормативной, пилу вновь вальцуют по прежней окружности, увеличивая количество проходов или силу давления роликов. Количество проходов предпочтительнее увеличивать для незначительного изменения напряженного состояния пилы.

Чрезмерное вальцевание средней зоны исправляют вальцеванием периферийной зоны по окружности, отстоящей от впадин зубьев на 3-7 мм. Давление роликов в зависимости от напряженного состояния пилы должно составлять 0,1-0,3 Н/м².

После окончания проковки или вальцевания оценивают плоскостность и напряженное состояние диска пилы. Если результаты замеров не соответствуют нормативным значениям (табл. 2.20, 2.21), то производят дополнительную правку и проковку (или вальцевание) пилы.

Для твердосплавных пил предпочтительнее вальцевание из-за меньшей опасности порчи диска и отсутствия дополнительных динамических нагрузок на твердосплавные зубья (неизбежных при проковке).

Пилу вальцуют по одной окружности:

- 1) при недостаточном прогибе диска вальцуют среднюю зону пилы. При этом радиус окружности вальцевания должен составлять 0,7-0,8 радиуса пилы без зубьев.

Первоначальное давление роликов (имеется в виду давление в гидроцилиндре вальцовочного станка) для новых невальцованных и непрокованных пил берется равным $300-500 \text{ Н/м}^2$ в зависимости от того, насколько мал прогиб диска по сравнению с нормативной величиной;

2) при чрезмерной величине прогиба диска вальцуют периферийную зону пилы. При этом окружность вальцевания должна отстоять от впадин зубьев на 3-7 мм к центру пилы.

Давление роликов выбирается равным $100-300 \text{ Н/м}^2$ в зависимости от того, насколько прогиб пилы превышает нормативную величину.

По одному следу вальцевания делают 3-4 прохода роликов. Если после этого прогиб не соответствует нормативному, то пилу вальцуют по прежней окружности, увеличивая количество проходов (для небольшого изменения прогиба) или давление роликов (для значительного изменения прогиба).

По достижении нормативной величины прогиба проверяют плоскостность диска пилы.

2.6. Подготовка зубьев пил к работе

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

2.6.1. Обрезка и насечка зубьев круглых пил

Обрезку старых и насечку новых зубьев производят, если в периферийной зоне диска имеется более 3-4 неравномерно распределенных трещин длиной более 30 мм или когда необходимо изменить профиль зуба, если на пиле сломаны три (всего) или два зуба подряд. В периферийной зоне диска допускается не более 3-4 трещин, равномерно распределенных по окружности и ограниченных отверстиями диаметром 4-5 мм.

Для насечки применяют ручные (типа ПШ) или механические (типа ПШП-2) пилоштампы. Периферийная зона пилы после обрезки и насечки зубьев не должна быть вытянута. Во избежание этого необходимо следить, чтобы зазор на одну сторону между пуансоном и матрицей составлял 0,15 мм, а зазор между верхним и нижним ножами - 0,2 мм. Допускаемое отклонение $\pm 0,02$ мм. Угол заточки ножей должен быть равен $80-85^\circ$.

В штампуемом контуре зубьев следует предусматривать припуск 1-1,5 мм относительно требуемого профиля. Окончательная форма зубьев достигается заточкой их на пилоточных станках. При этом стачивается слой металла с дефектами, образующимися при штамповке.

2.6.2. Развод, плющение и формование зубьев круглых пил

Выбирают метод уширения зубчатого венца: развод или плющение, формование зубьев. Зубья пил для поперечной распиловки только разводят, а для продольной распиловки разводят или плющают. Эффективность метода плющения по сравнению с разводом повышается с уменьшением толщины применяемых пил. Метод плющения в первую очередь следует применять для пил, эксплуатируемых на круглопильных и ребровых станках.

Замеряют величину уширения режущего венца. Результаты замеров сопоставляют с нормативными значениями, представленными в табл. 2.24. Если они не соответствуют им, то зубья пилы подлежат разводу или плющению.

Таблица 2.24

Диаметр пилы	Уширение зубьев круглых пил, мм		Древесина твердых лиственных пород
	Древесина хвойных пород влажностью, % до 30 (мерзлая древесина)	больше 30	
125...315	0,4/0,2	0,45/0,3	0,3/0,2
360...500	0,6/0,3	0,7/0,4	0,5/0,3
560...630	0,7/0,4	0,8/0,5	0,6/0,4
710...900	0,8/0,5	0,9/0,6	0,7/0,5
1000...1250	1/0,7	1,1/0,8	0,9/0,6
1500	1,2/0,8	1,3/0,9	1,1/0,7

Примечание. В числителе - величина уширения пил для продольной распиловки, в знаменателе - для поперечной.

При многопильных поставках и продольной распиловке допускается увеличение уширения зубьев на 0,1-0,15 мм по сравнению с табл. 2.24.

Допускаемые величины отклонений уширения режущего венца на одну сторону представлены в табл. 2.25.

Таблица 2.25

Допускаемая величина отклонения уширения режущего венца на одну сторону	
Диаметр пилы, мм	Допускаемая величина отклонения уширения режущего венца на одну сторону, мм
До 710	± 0,05
Свыше 710 до 1600	± 0,1

Оптимальные величины уширения зубчатого венца зависят породы и состояния распиливаемой древесины и лежат в диапазоне от 0,3 (твердые породы) до 1,0-1,3 мм (мягкие породы при высокой влажности).

Величина уширения конических пил при распиловке древесины хвойных пород представлены в табл. 2.26.

**Величина уширения конических пил
при распиловке древесины хвойных пород, мм**

Диаметр пилы, мм	Абсолютная влажность древесины, %			
	до 30		свыше 30	
	на плоскую сторону	на коническую сторону	на плоскую сторону	на коническую сторону
500	0,3	0,4	0,4	0,5
630	0,4	0,4	0,5	0,5
710	0,5	0,5	0,6	0,6
810	0,5	0,5	0,6	0,6

Развод зубьев - наиболее универсальный метод, применяемый для пил продольного и поперечного пиления с прямой и косой заточкой. Развод заключается в отгибании кончиков зубьев поочередно в правую и левую стороны на 0,33 - 0,5 высоты зуба от его вершины. Разводить зубья пил можно как до заточки, так и после нее.

Необходимо, чтобы линия отгиба I - I была перпендикулярна биссектрисе II - II угла заострения (рис. 2.25).

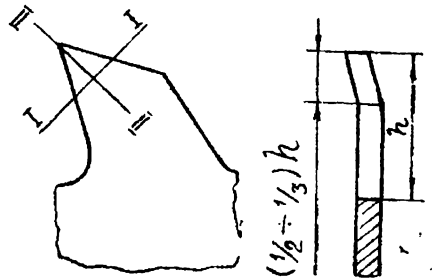


Рис. 2.25. Форма вершины зуба после развода

Величину развода зубьев рекомендуется контролировать перед каждой установкой пилы в круглопильный станок.

Оборудование, приспособления и инструменты для развода зубьев пил: станки РПК8 или РАП8 (диаметр пил до 800 мм), ручные разводки ПИ-39, тиски для зажима пилы при разводе, индикаторный разводомер или шаблоны для контроля точности развода.

Достоинства уширения зубчатого венца разводом - относительная простота и универсальность операции. Недостаток развода - формирование каждой стенки пропила только половиной зубьев, действие на зубья неуравновешенных сил, снижающих устойчивость пилы в пропиле.

Плющение зубьев применяют для уширения зубчатого венца пил при продольной распиловке с прямой заточкой. Сущность плющения состоит в том, что к кончику зуба 1 со стороны задней грани прижимают упор 2 (наковальню), а со стороны передней грани подводят профильный плющильный валик 3 (рис. 2.26). При повороте плющильного валика он внедрится в материал зуба пилы за счет плавного увеличения радиуса его рабочего участка. Внедрение валика вызывает уширение кончика зуба на обе стороны. Затем уширенному кончику зуба придают правильную форму, обжимая его плашками, т.е. формированием (рис. 2.26), и наконец, затачивают. Двустороннее уширение зуба обеспечивает симметричное действие сил при работе пилы, а поверхности пропила создаются каждым зубом.

Плющением подготавливают зубья пил исполнения I типа. Отклонение зубьев (до плющения) от плоскости полотна пилы не должно превышать $\pm 0,05$ мм.

Вновь насеченные зубья перед плющением необходимо заточить, плющают их за два-три прохода. Если после первого прохода в вершинах зубьев появилась трещины, зубья затачивают (до устранения следов плющения по передней грани) и повторяют плющение. Плющение зубьев пил, бывших в эксплуатации, выполняют за один-два прохода.

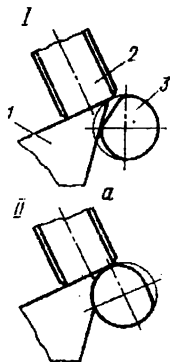


Рис. 2.26. Принципиальная схема плющения зубьев пил (I и II - стадии плющения):
1 - кончик зуба; 2 - упор (наковальня); 3 - профильный плющильный валик

Перед плющением зубья рекомендуется смазать смазкой, состоящей из 50% автола и 50% солидола, или пастой, состоящей из 40% порошка баббита, 40% автола и 20% солидола.

Величина уширения зубьев после плющения должна составлять 0,5-0,6 толщины пилы, но не более 1,3 толщины на сторону (рис. 2.27). Величина расплющенной части зуба (по передней грани) должна составлять 5-7 мм.

Форма вершины зуба после плющения и формирования должна соответствовать рис. 2.27 а, б, в, а после заточки - рис. 2.27 г. Трещины, отгибы, вытягивания в вершине зуба после плющения и формирования не допускаются.

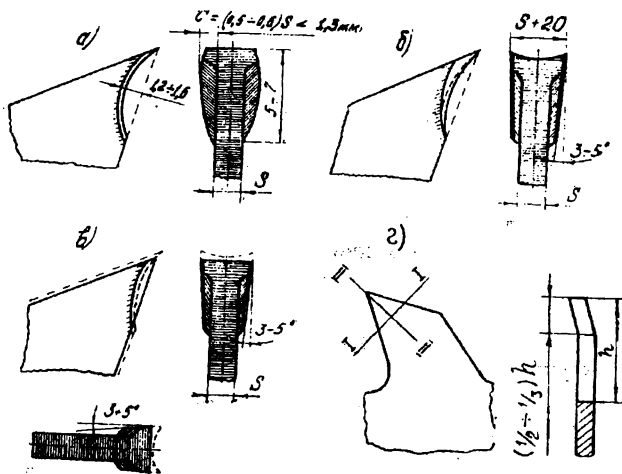


Рис. 2.27. Формы зубьев:
а, б, в - после плющения и формирования; г - развода

Повторное плющение и формирование производят обычно после 4-5 переточек.

Плющение зубьев имеет следующие преимущества перед разводом: выше качество пропила, большая устойчивость пилы в пропиле. Плющенные зубья сохраняют необходимое уширение в течение 3-4 переточек. Пилы с плющенными зубьями 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, чем пилы с разведенными зубьями. У пил с плющенными зубьями число зубьев меньше в 1,5 раза, чем с разведенными.

Оборудование и приспособления для плющения и формирования зубьев круглых плоских пил.

Различают плющильные станки для плющения и формирования зубьев пил в холодном и горячем состоянии.

Полуавтомат для холодного плющения и формирования зубьев ПХФК8 (ПХФД) для диаметров пил до 800 мм; ручная плющилка ПКЦ; ручная формовка ФКЦ; приспособление для установки пилы при плющении и формировании.

При горячем плющении зубья нагревают до 800-900°С. Это обеспечивает лучшее качество подготовки зубьев, но усложняет устройство станка.

2.6.3. Заточка зубьев круглых пил

Заточка зубьев пил заключается в сошлифовывании с граней зубьев слоя металла, толщина которого достаточна для восстановления их остроты и правильной формы. Правильная заточка зубьев пил должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Все зубья после заточки должны иметь одинаковый профиль, т.е. одинаковый шаг, высоту, углы и прочие параметры.

2. Вершины всех зубьев должны быть расположены на одной окружности.

3. Дно впадины между зубьями должно иметь плавное закругление; наличие острых углов - причина образования трещин в полотне и облома зубьев.

4. Зубья пил не должны иметь заворотов, засинения кончиков и других дефектов.

5. Заточенные зубья не должны иметь блеска на уголках, образованных пересечением кромок. Блеск свидетельствует о том, что при заточке с зуба сошлифован недостаточный слой металла.

В зависимости от места сошлифования с зуба металла различают следующие способы заточки: по передней грани, по задней грани, по передней и задней граням. Заточка по передней грани допускает максимальное количество переточек пил, но требует больше времени. Заточка только по задней грани, напротив, неэкономична в отношении расхода пил. Поэтому стальные пилы затачивают по обеим граням. В зубьях с ломаной задней гранью нижнюю часть спинки зуба не шлифуют.

В зависимости от условий распиловки выбирают профиль зубьев, их угловые и линейные параметры, представленные в табл. 2.27.

Таблица 2.27

Зависимость профиля зубьев пилы и ее угловых параметров от породы древесины

Порода древесины	Профиль зубьев	Угловые параметры, град.			
		передний угол	угол заострения	задний угол	угол боковой заточки
Продольная распиловка					
Хвойная	I	35	40	15	90
	II	20	40	30	90
Твердолиственная	I	25	50	15	90
	II	10	50	30	90
Поперечная распиловка					
Хвойная	III	0	40	50	45
	IV	-25	50	65	45
Твердолиственная	III	0	50	40	55
	IV	-25	60	55	55

Примечание. При продольной распиловке мерзлой древесины хвойных пород величины переднего угла зубьев профиля I рекомендуется уменьшить на 10-15°, а профиля II на 5-10°. Угол боковой заточки пил для поперечной распиловки равен 65°.

Для пил продольной распиловки предпочтительнее профиль зубьев I. Зубья профиля III применяются на станках с нижним расположением пильного вала относительно распиливаемого материала, а профиля IV - с верхним расположением пильного вала относительно распиливаемого материала.

Режим заточки должен соответствовать приведенному в табл. 2.28.

Таблица 2.28

Режимы заточки

Операция	Скорость шлифовального круга, м/с	Число двойных ходов шлифовальной головки	Профиль зубьев	Подача на врезание за проход, мм		Число проходов
				по передней грани	по задней грани	
Заточка	20 - 30	30-75	I	0,02	0,06	4-5
			II	0,04	0,03	
			III и IV	0,04	0,09	
Подшлифовка	20 - 30	30-75	I-IV	0	0	3-4

Минимальное число двойных ходов шлифовальной головки принимается при заточке зубьев после насечки и при подшлифовке их. Подшлифовка зубьев осуществляется путем их "выхаживания". В этом случае подача на врезание круга не производится. При заточке зубьев уста-

новленная подача врезания по передней грани не изменяется при изменении числа проходов, в то время как задняя грань, после каждого прохода пилы, отходит от траектории перемещения шлифовального круга и подача на врезание уменьшается. Поэтому необходимо периодически корректировать подачу на врезание по задней грани.

Подачу на врезание шлифовального круга при заточке зубьев после насечки можно увеличить до 0,21 мм. Количество проходов в этом случае не ограничивается, и заточка ведется до образования нужного профиля зубьев. Для уменьшения разношагости зубьев после насечки заточку ведут, подавая пилу во второй зуб от шлифовального круга. В дальнейшем пила подается в первый зуб от шлифовального круга.

Предельные отклонения угловых параметров заточенных зубьев не должны превышать $\pm 1^\circ$. Разность шагов зубьев у одной пилы не должна быть больше величин, указанных в табл. 2.29.

Таблица 2.29

Величины разности шагов зубьев

Шаг зубьев, мм	До 10	10-40	40-50	Свыше 50
Разность шагов зубьев у одной пилы, мм	0,15	0,25	0,4	0,7

Шероховатость передней и задней граней зубьев должна быть не ниже 5-го класса чистоты после заточки и 6-7-го классов после подшлифовки.

Повторная заточка производится по истечении периода времени, указанного в табл. 2.30.

Таблица 2.30

Средняя продолжительность работы пилы между двумя переточками

Порода древесины	Вид распиловки	Средняя продолжительность работы пилы между двумя переточками, станко-смен
Хвойная	продольная	0,5
	поперечная	2-4
Твердолиственная	продольная	0,3
	поперечная	1-2

Фуговка зубьев пил - это процесс сошлифовывания материала с кончиков наиболее выступающих зубьев с целью выравнивания зубчатого венца по высоте и ширине. Это позволяет уменьшить глубину рисков и обеспечить формирование поверхности пропила всеми зубьями пилы.

Толщина пилы выбирается по табл. 2.31. В зависимости от диаметра пилы, числа оборотов пильного вала круглопильного станка и температурного перепада ΔT по радиусу пилы.

Таблица 2.31

Выбор толщины пилы

Диаметр пил, мм	Диаметр зажимных фланцев	Толщина пил, мм	Максимально допустимое рабочее число оборотов, равное 0,85 от минимального критического числа оборотов, об/мин, при $\Delta T^{\circ} C$				
			0		30	50	70
			Пилы непрокованные и непровальцованные		Пилы прокованы и провальцованы согласно требованиям		
315	100	1,8	4650	7750	6700	5900	4950
		2	5400	7900	6900	6100	5250
		2,2	6150	8350	7400	6650	5850
360	100	2	4400	6300	5400	4650	3800
		2,2	5000	6450	5550	4900	4050
		2,5	5750	7000	6000	5600	4900
400	125	2	3450	5300	4300	3450	2300
		2,2	4250	5550	4600	3800	2850
		2,5	4550	6000	5300	4700	3900
450	125	2,2	3000	4000	2950	1950	-
		2,5	3100	4950	4150	3500	2700
		2,8	3600	5500	4800	4250	3650
500	125	2,2	2150	3400	2300	1150	-
		2,5	2450	3800	2850	2000	-
		2,8	2950	4100	3250	2550	1550
630	160	2,5	2150	2300	1250	-	-
		2,8	2350	2600	1760	700	-
		3	2450	2700	1850	950	-
710	160	2,8	1450	1850	550	-	-
		3	1550	1900	650	-	-
		3,2	1750	2000	950	-	-
800	160	3	1100	1300	-	-	-
		3,2	1200	1450	-	-	-
		3,6	1350	1600	-	-	-
900	200	3,2	Исследования не проводились	1150	-	-	-
		3,6		1250	-	-	-
		4		1400	-	-	-
1000	200	3,6		1000	-	-	-
		4		1100	-	-	-
		4,6		1250	-	-	-
1250	240	4		700	-	-	-
		4,5		800	-	-	-
		5	900	-	-	-	
1500	300	4,5	550	-	-	-	
		5	650	-	-	-	
		5,5	700	-	-	-	

Режимы работы шлифовального круга при заточке пил должны соответствовать указанным в табл. 2.32.

Таблица 2.32

Режимы работы шлифовального круга при заточке зубьев круглых строгальных пил

Опера-ция	Окружная скорость шлифовального круга, м/с	Число двойных ходов шлифовального круга в минуту	Тип пилы	Подача на глубину резания за двойной ход, мм		Число проходов
				по передней грани зубьев пил, мм	по задней грани зубьев пил, мм	
Заточка зубьев пил	28-30	30-75	1; 3 2; 4	0,02	0,06	2-4 2-4

После заточки с зубьев пилы шлифовальным бруском снимают заусенцы.

Доводку зубьев пил осуществляют для уменьшения глубины рисок на обработанной поверхности зубьев пил после их заточки, а также для окончательного снятия заусенцев. Доводку выполняют шлифовальным бруском или напильником.

Требования к качеству подготовки зубьев круглых строгальных пил приведены в табл. 2.33.

Таблица 2.33

Требования к качеству подготовки зубьев круглых строгальных пил

Контролируемый параметр	Допускаемое отклонение
Разность высот зубьев пил	0,5
Радиальное биение вершин зубьев, мм	Не более 0,1
Углы пилы, град. Контурных Косой заточки	± 1 $\pm 0,5$
Радиус округления режущих кромок зубьев, мкм	6-8
Шероховатость граней зубьев пилы, Ra мкм	1,25 после заточки 0,63 после доводки
Прижоги, засинения кромок	Не допускаются
Трещины	Допускаются не более трех равномерно расположенных по окружности диска

У пил с пластинками из твердых сплавов фуговка выполняется перед заточкой пил для обеспечения более точного расположения вершин зубьев по наружному диаметру, особенно у пил с чередующейся косой заточкой, а также со сколами вершин, которые должны быть устранены при заточке.

При условии равномерного съема твердого сплава со всех зубьев пилы фуговка может не производиться или производиться через 3-6 переточек.

Фуговка производится с принудительным вращением пилы в приспособлении для круглого шлифования, входящим в комплект универсально-заточного станка (рис. 2.28). Пила располагается вертикально, параллельно продольному ходу стола. Направление вращения пилы и шлифовального круга показано на рис. 2.28 стрелками. Медленной продольной подачей вращающаяся пила вводится в контакт со шлифовальным кругом на необходимую глубину, после чего осуществляется поперечная подача пилы до выхода ее из контакта. Фуговка ведется до появления фугочной фаски на вершинах всех зубьев, подлежащих заточке. Допускается вести фуговку без охлаждения.

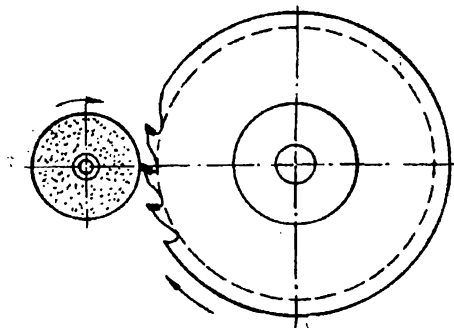


Рис. 2.28. Схема фуговки вершин зубьев

Режим фуговки представлен в табл. 2.34.

Таблица 2.34

Режим фуговки зубьев дисковых пил с пластинками из твердого сплава

Показатель	Значение
Скорость круга, м/с	13-15
Частота вращения пилы, об/мин	150-250
Продольная подача, мм/ мин	30
Поперечная подача, мм/ мин	60

Диаметр зажимных фланцев на шпинделе круглошлифовального приспособления представлен в табл. 2.35.

Таблица 2.35

Диаметр зажимных фланцев

	Диаметр зажимных фланцев	
Диаметр пилы, мм	250-315	400-500
Диаметр фланцев, мм	100	125

Радиальное биение посадочного места на шпинделе круглошлифовального приспособления не должен превышать 0,02 мм.

Заточка зубьев дисковых пил с пластинками из твердого сплава может быть черновой (с обязательной последующей доводкой) и чистовой (без последующей доводки). Чистовая заточка рекомендуется для пиления легкообрабатываемых древесных материалов при невысоких требованиях к чистоте распила.

Рекомендуемые технологические варианты заточки приведены в табл. 2.36, 2.37. Плюс означает, что данная операция выполняется:

Таблица 2.36

Технологические варианты заточки

Операции	Заточной станок	Технологические варианты заточки					
		I	II	III	IV	V	VI
Фуговка	ЗА64Д	-	-	+	+	+	-
Черновая заточка	ТчПТ4	+	-	-	-	-	-
	ЗА64Д	-	-	+	+	-	-
Чистовая заточка	ТчПТ4	-	-	-	-	-	-
	ЗА64Д	-	-	-	-	+	+
Доводка	ТчПТ4	+	-	+	-	-	-
	ЗА64Д	-	-	-	+	-	-

Черновая заточка выполняется алмазным кругом или кругом КЗ (из карбида кремния зеленого), чистовая - только алмазным кругом. Черновая заточка кругом КЗ рекомендуется в случае одновременной обработки твердосплавной и стальной частей зубьев пилы, а также при снятии большого припуска, например, для устранения сколов вершин зубьев.

Таблица 2.37

Условия применения технологических вариантов

Условия	Технологические варианты
Пиление сравнительно легкообрабатываемых материалов, умеренные требования к чистоте распиловки	II, V, VI
Пиление твердых материалов, высокие требования к чистоте распиловки	I, III, IV
Наличие специализированного полуавтомата для заточки твердосплавных пил	I, II, III
При подготовке пил с прямой заточкой и равномерном съеме твердого сплава со всех зубьев	VI

Затачивают сначала переднюю, затем заднюю грани зубьев. Заточка зубьев по обеим граням обеспечивает лучшую режущую способность зубьев и допускает большее количество переточек.

Примечание. С сокращения трудозатрат на переточки допустимо вести чистовую заточку только по задней грани, периодически (через 2-3 переточки), затачивая обе грани; вести черновую заточку только по зад-

ней грани, а доводку - по обоим граням, периодически (через 2-3 переточки), производя черновую заточку обеих граней.

При черновой заточке величина переднего и заднего углов зубьев берется на $2 - 3^\circ$ больше их номинальной величины, при чистовой заточке равна номинальной величине.

Номинальная величина угловых параметров зубьев пил приведена в табл. 2.38.

Таблица 2.38

Номинальные величины угловых параметров зубьев дисковых пил с пластинками из твердого сплава

Угловые параметры зубьев	Величина в град. для пил типа		
	1	2	3
Передний угол γ	0, 10	10, 20	10, 20
Задний угол α	15	15	15
Угол косой заточки φ			
По передней грани	15, 25	0	30
По задней грани	15, 25	0	0

Настройку универсально-заточного станка на величину угловых параметров зубьев выполняют следующим образом.

Наклоняют приспособление ПИЗ2М на угол косой заточки передней (задней) грани. При этом горизонтальная ось поворота приспособления на угол косой заточки должна быть параллельна продольному ходу стола станка.

Механизмом поперечной подачи приводят стол станка с приспособлением ПИЗ2М в такое положение, чтобы расстояние от рабочей поверхности шлифовального круга до центра на торце зажимной гайки приспособления было равно:

при настройке на величину переднего угла (рис. 2.29):

$$A_\gamma = \frac{D}{2} \cdot \sin \gamma \cdot \cos \varphi + c' \cdot \sin \varphi ; \quad (2.14)$$

при настройке на величину заднего угла:

$$A_\alpha = \frac{D}{2} \cdot \sin(90^\circ - \alpha) \cdot \cos \varphi + c' \cdot \sin \varphi , \quad (2.15)$$

где D – диаметр пилы, мм;

φ – угол косой заточки, град;

c' – возвышение верхней плоскости (торца) зажимной гайки приспособления над плоскостью пилы, $c' = 58$ мм.

Пилу устанавливают в приспособлении ПИЗ2М, поворачивают до соприкосновения обрабатываемой грани с рабочей поверхностью шлифовального круга и в этом положении зажимают фланцем.

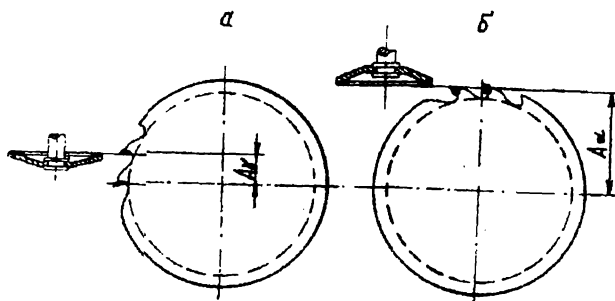


Рис. 2.29. Схема настройки универсально-заточного станка на величину переднего и заднего углов у зубьев пилы

Настроечные размеры A_γ даны в табл. 2.39.

Таблица 2.39

Настроечный размер A_γ

Диаметр пилы, мм	Настроечный размер A_γ (мм) при величине γ							
	0°		10°				29°	
	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 30^\circ$
160	15	24,5	13,9	28,4	37,1	41	27,4	52,7
150	15	24,5	13	27,6	36,3	40,3	25,7	51,3
200	15	24,5	17,4	31,8	40,3	44,1	34,2	58,6
190	15	24,5	16,5	30,9	39,5	43,3	32,5	57,1
250	15	24,5	21,7	36	44,2	47,8	42,8	66,1
240	15	24,5	20,8	35,1	43,3	47	41	64,5
320	15	24,5	27,8	41,9	49,7	53,1	54,7	76,4
310	15	24,5	26,9	41	48,9	52,3	53	74,9
360	15	24,5	26,9	41	48,9	52,3	53	74,9
400	15	24,5	31,3	45,2	52,9	56,1	61,6	82,3
450	-	-	-	-	-	-	77	-

Настроечные размеры A_α даны в табл. 2.40.

Настроечный размер A_α

Диаметр пилы, мм	Настроечный размер A_α (мм) при величине γ			
	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 15^\circ$	$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 30^\circ$
160	77,3	89,7	94,6	95,9
200	96,6	108,3	112	112,7
250	120,7	131,6	133,9	133,5
320	154,5	164,2	164,5	162,8
360	173,9	183	182,1	179,6
400	193,2	201,6	199,6	196,3
450	217,3	-	-	-

При определении размера A_α диаметр пилы измеряют с точностью до 1 мм. На каждый миллиметр уменьшения диаметра по сравнению с номинальным значением размер A_α , указанный в табл. 2.40, уменьшается на 0,5 мм при $\varphi = 0 \div 15^\circ$ и на 0,4 мм при $\varphi = 25 \div 30^\circ$.

Приспособление ПИЗ2М предназначено для пил диаметром 250 мм и более. Данные табл. 2.39, 2.40 справедливы для пил диаметром 160 и 200 мм в том случае, если применяемое приспособление имеет $c' = 58$ мм.

Примечание. Перед настройкой станка делительный диск приспособления ПИЗ2М нужно установить рисккой против фиксатора. Заточку начинать с маркированного зуба.

Режим заточки (без охлаждения) на специализированных станках - полуавтоматах (ТчПТ4) приведен в табл. 2.41.

Таблица 2.41

Режим заточки на специализированных станках-автоматах

Вид заточки	Тип шлифовального круга	Режим заточки		
		Скорость круга, м/с	Подача врезания, мм/дв. ход	Скорость заточки, зуб/мин
Черновая	Алмазный	20-30	0,015-0,025	10-25
	КЗ	14-18	0,02-0,05	10-30
Чистовая	Алмазный	20-30	0,01-0,02	5-20

Режимы заточки на универсально-заточных станках представлены в табл. 2.42.

Режим заточки на универсально-заточных станках

Вид заточки	Тип шлифовального круга	Режим заточки		
		Скорость круга, м/с	Подача врезания, мм/дв. ход	Скорость заточки, зуб/мин
Черновая	Алмазный КЗ	20-30	0,015-0,025	2-3
		14-18	0,02-0,05	3-4
Чистовая	Алмазный	20-30	0,01-0,02	1-2

Примечания:

1. Большую из указанных в табл. 2.41, 2.42 подач врезания применять при заточке тонких пил (до 2,8 мм) с углом косой заточки до 15°.

2. Скорость заточки 20 - 30 зуб/мин допускается для пил с прямой заточкой (тип 2).

3. При углах косой заточки 25-30° скорость заточки не более 10 зуб/мин с реверсированием направления вращения шлифовального круга (если оно предусмотрено конструкцией станка).

Рекомендуется производить заточку с охлаждением, если оно предусмотрено конструкцией станка. Жидкостное охлаждение повышает качество заточки и уменьшает износ алмазных кругов. Подача врезания может быть увеличена в 1,5 раза по сравнению с величиной, указанной в табл. 2.41, 2.42. Алмазными кругами на связке К и М013 можно вести одновременную шлифовку твердосплавной и стальной частей зубьев.

Припуск на заточку зависит от степени затупления зубьев и наличия сколов на них, которые должны быть устранены при переточке. Для пил средней затупленности припуск на заточку (толщина слоя твердого сплава, подлежащая стачиванию) приведена в табл. 2.43.

Таблица 2.43

Припуск на заточку зубьев дисковых пил с пластинками из твердого сплава

Вид заточки	Обрабатываемая грань зубьев	Припуск на заточку, мм
Прямая	Передняя	0,04-0,06
	Задняя	0,08-0,12
Косая	Передняя	0,03-0,04
	Задняя	0,09-0,15

С каждого зуба должен сошлифовываться слой твердого сплава одинаковой толщины, т.е. нужно делать равное число проходов при постоянной подаче врезания.

Если пила профугована, то с передней грани всех зубьев снимается слой одинаковой толщины, а по задней грани заточка продолжается до

исчезновения фуговочной фаски (при чистовой заточке) или сужения ее до минимальной четко различимой величины (при черновой заточке).

При алмазной заточке без охлаждения рекомендуется обрабатывать только пластинку твердого сплава, не касаясь стальной части зубьев, во избежании "засаливания" алмазного круга и его ускоренного износа.

При появлении "засаливания" алмазного круга его чистят пемзой во время вращения с рабочей скоростью.

Доводка зубьев дисковых пил с пластинками из твердого сплава предназначена для предотвращения выкрашивания режущих кромок зубьев при резании твердых материалов и повышения остроты зубьев при высоких требованиях к чистоте распила.

Доводку выполняют мелкозернистым алмазным кругом на тех же станках, что и заточку, при той же установке пилы.

Сначала делают доводку передней грани, затем задней.

Доводке подвергается узкая полоска грани вдоль главной режущей кромки. Ширина доводочной фаски 0,4 - 1 мм.

Режим доводки (без охлаждения):

Скорость круга, м/с	30-40
Подача врезания, мм/дв. ход	0,005-0,01
Число двойных ходов в мин. (на специализированном станке-автомате), зуб/мин	5-10
Продольная подача (на универсально-заточном станке), м/мин	0,25-0,5
Припуск на доводку, мм: после алмазной заточки после заточки кругом КЗ	0,015-0,02 0,03-0,04.

Шлифовка стальной части зубьев по задней грани необходима примерно после 10 переточек, по передней грани - после 15.

Шлифовку производят перед очередной переточкой, после того как возвышение стальной части зубьев над твердосплавной достигнет 0,5 мм.

Углы, под которым шлифуют стальную часть зубьев, выбирают на 5° больше переднего и заднего углов, измеренных по твердосплавной пластинке.

Примечание. При черновой заточке кругом КЗ стальную часть зуба шлифуют одновременно с твердосплавной частью, т.е. передней и задней углы для стальной части зуба не увеличивают.

Режим шлифования (без охлаждения):

Скорость круга, м/с	25-30
Подача врезания, мм/дв. ход	0,06-0,1

Число двойных ходов в мин. (при обработке на пиловочном автомате), зуб/мин 35

Продольная подача (на универсально-заточном станке), м/мин 2-3

Примечание. Переднюю грань следует шлифовать так, чтобы во впадинах не оставалось острых углов и грубых рисок.

2.7. Выполнение операций по ремонту круглых пил

2.7.1. Засверливание трещин

Засверливание трещин препятствует ее дальнейшему распространению. Центр сверления располагается в конце трещины (рис. 2.30 а). Диаметр отверстия 4-5 мм.

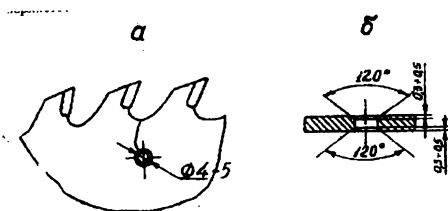


Рис. 2.30. Ограничение трещин во впадинах путем сверления отверстий:
а - расположение отверстия; б - осевое сечение отверстия

При сверлении под диск пилы помещают прокладку, чтобы зубья пилы не соприкасались с поверхностью стола сверлильного станка.

Скорость вращения шпинделя сверлильного станка представлена в табл. 2.44.

Таблица 2.44

Скорость вращения шпинделя сверлильного станка, об/мин.

Марка стали сверла	С охлаждением	Без охлаждения
Сверло из стали Р18	200-300	70-90
Сверло твердосплавное Т15К8	750-1000	250-500

Рекомендуется зенкерование отверстий (рис. 2.30 б). Заусенцы на краях отверстия зачистить шлифовальной шкуркой зернистостью 6-8.

2.7.2. Пайка пластинок из твердого сплава

Отпайку поврежденных пластинок выполняют на установках, предназначенных для напайки пластинок, при тех же режимах и одинаковом креплении пилы.

На установках НпЭ-40 и ТВЧ твердый сплав после расплавления припоя отделяют от корпуса зуба заостренным стержнем с токонепроводящей ручкой.

Примечание. На электроконтактных установках трудно отпаять небольшие остатки пластинок. В этом случае их отделяют зубилом или вышлифовывают при зачистке гнезд.

Зачистка гнезд производится шлифовальным кругом на универсально-заточном станке. У пил, подвергающихся стачиванию стальной части зубьев, гнезда углубляют и удлиняют, чтобы избежать стачивания значительной части пластинок при их черновой обработке после пайки.

Настройка универсально-заточного станка выполняется по настроечному размеру A , определяемому из выражения:

$$A = A_{\gamma} + h, \quad (2.16)$$

где A_{γ} – настроечный размер технологического режима, представленный в табл. 2.39;

h – толщина пластинок твердого сплава, используемых при ремонте зубьев, мм.

После настройки станка пилу устанавливают в приспособление ПИЗ2М, поворачивают до соприкосновения гнезда с рабочей поверхностью шлифовального круга и зажимают фланцем.

Необходимая глубина гнезда определяется по формуле (рис. 2.31, а):

$$g = g_0 + (h - h_0 - 0,3 \text{ мм}), \quad (2.17)$$

где g_0 – глубина гнезд на ремонтируемой пиле, мм;

h – толщина пластинок, применяемых для ремонта, мм;

h_0 – толщина пластинок на ремонтируемой пиле, мм;

$0,3 \text{ мм}$ – припуск на черновую обработку пластинок после пайки.

После сошлифовывания припоя с продольной стенки гнезд снимается слой стали толщиной $(h - h_0 - 0,3 \text{ мм})$.

Режим шлифования:

Скорость круга, м/с	25-30
Подача врезания, мм/дв. ход	0,05-0,1
Продольная подача, м/мин	3-5
Шлифование без охлаждения	

После настройки на глубину гнезда выбирают его на полную длину C , которую определяют из выражения (рис. 2.31, б):

$$C = b = b'' - 0,3 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где b – длина пластинок, применяемых для ремонта, мм;

b' – возвышение твердосплавной вершины зуба над вершиной стальной части у зубьев ремонтируемой пилы; $0,3\text{ мм}$ – припуск на черновую обработку и погрешность длины пластинок.

Гнезда вышлифовывают на полную длину с подачей врезания $0,2-0,5$ мм/дв. ход., подачу врезания осуществляют механизмом продольной подачи станка. Длину гнезда контролируют глубиномером штангенциркуля 0-125.

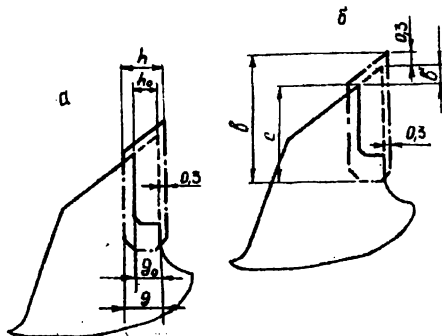


Рис. 2.31. Схема расчета размеров под пластинку при ремонте зубьев:
а - расчет глубины гнезда; б - расчет длины гнезда

Допускаемые отклонения размеров гнезд:

переднего угла	$\pm 3^\circ$
глубины гнезда	$\pm 0,1$ мм
длины гнезда	$-0,2$ мм
стрела вогнутости продольной стенки	$0,15$ мм

Шероховатость поверхности гнезд должна соответствовать 4-6-му классам.

На поверхности гнезда не допускаются окисные пленки и ржавчина. В случае загрязнения гнезд их промывают спиртом, ацетоном или авиационным бензином с помощью кисточки.

Очистка и промывка пластинок производится при вращении их в галтовочном барабане, зажатом в патроне токарного станка, в течении 2 часов со скоростью 80-100 об/мин.

Пластинки в количестве 1-2 кг загружают в барабан вместе с крошкой шлифовального круга КЗ зернистостью не мельче 25. Барабан заполняется не более чем на 0,6 - 0,7 его объема.

Отделенные от абразивной крошки пластинки промывают в одном из органических растворителей (спирте, ацетоне, авиационном бензине) и укладывают в плотно закрывающуюся коробку.

Типоразмер пластинок твердого сплава при пайке и отпуске выбирается согласно табл. 2.45 в зависимости от типа пилы и толщины диска.

Таблица 2.45

Типоразмер пластинок твердого сплава

Тип пилы	Толщина диска, мм	Типоразмер пластинок			
		Форма	Ширина, мм (размер l)	Длина, мм (размер b)	Обозначение
I	1,8	02Д	3	7	3001-0011(0012)
	2-2,2		3,5	7	3001-0013(0014)
	2,4-2,6		3,5	10	3001-0017(0018)
			4	7	3001-0015(0016)
			4	10	3001-0019(0020)
	2,8		4,5	10	3001-0021(0022)
	1,8-2		3,5	10	3001-0002
II	2,2	01Д	4		3001-0003
	2,4-2,6		4,5		3001-0004
	2,8-3		5		3001-0005

Примечание. В скобках указан типоразмер пластинок левого исполнения. При точном базировании пластинок по толщине зуба для пил толщиной 1,8 мм можно применять пластинки шириной 3 мм (3001-0001).

Для пайки применяют припой ПСр-40 и флюс №209 или 284. Рекомендуется припой ПСр-40 в виде полосок толщиной 0,3-0,2 мм, шириной 3 мм или в виде проволоки диаметром 0,6-1 мм.

При ремонте пил с шагом зубьев 30 мм и более допускается пайка припоём Л63 (латунь) с флюсом состава (по весу): обезвоженная бура-70%, обезвоженная борная кислота-20%, фтористый кальций (фтористый натрий, фтористый литий)-10%.

В процессе пайки нужно добиваться равномерного нагрева зоны пайки путем подбора скорости нагрева и регулирования положения зуба относительно электрода (индуктора).

Не допускается высокий нагрев, вызывающий интенсивное испарение (выгорание) низкокипящих составных частей припоя. Продолжительность пайки при правильно выбранной скорости нагрева 5-10 сек.

Последовательность работы при электроконтактной пайке:

- 1) закрепить пилу на оправке;
- 2) отрегулировать положение центра пилы относительно базирующей поверхности для пластинок твердого сплава так, чтобы по-

следняя была параллельна поверхности гнезда на ремонтируемом зубе. Уложить пластинку на базирующую поверхность, откорректировать положение пилы, добиваясь наименьшей величины зазора между пластинкой и гнездом (не более 0,15 мм);

- 3) нанести флюс на выступающие края пластинки (при вертикальном положении пилы) или на боковую поверхность зуба вплотную к пластинке (при горизонтальном положении пилы), включить нагрев;
- 4) при начавшемся плавлении флюса поднести конец полоски припоя вплотную к стыку пластинки с зубом возле уголка гнезда, по мере плавления припоя подавать полоску в зону пайки;
- 5) после расплавления нужного количества припоя выдержать 2-3 с. и выключить ток.

Последовательность работы при пайке ТВЧ:

- 1) закрепить пилу на оправке;
- 2) отрегулировать положение центра пилы относительно базирующей поверхности для пластинок твердого сплава так, чтобы последняя была параллельно поверхности гнезда на ремонтируемом зубе. Уложить пластинку на базирующую поверхность, откорректировать положение пилы, добиваясь наименьшей величины зазора между пластинкой и гнездом (не более 0,15 мм);
- 3) пластинку, уложенную в паз базирующей стойки, посыпать тонким слоем флюса, положить на пластинку зачищенную полоску припоя толщиной 0,2 мм, длиной равной длине гнезда, а шириной несколько большей толщины пилы, слегка посыпать припой флюсом, прижать сверху ремонтируемый зуб;
- 4) включить нагрев, продолжая зуб к пластинке. После расплавления припоя через 2-3 с. Выключить нагрев;
- 5) после отвердения припоя вывести зуб из индуктора.

Если пайка велась медноцинковым припоем, то необходим отпуск стальной части зубьев. Температура отпуска 450-500°, что соответствует началу свечения нагретой стали. Продолжительность отпуска 3-5 с. Как и при пайке, нужно стремиться к равномерному нагреву стальной части зуба, прилежащей к пластинке.

Систематический контроль за качеством пайки состоит в оценке внешнего вида паяного соединения. Пайка хорошего качества характеризуется следующими признаками: зазор между пластинкой и зубом полностью пропаян, припой равномерно распределен по периметру шва в виде галтели и имеет блестящий вид, окалины или нагара нет, зона засинения не выходит с поверхности зуба на диск пилы.

Метод эффективного контроля качества пайки – испытание зуба под нагрузкой заданной величины в специальном приспособлении конструкции ЦНИИМОДа (рис. 2.32).

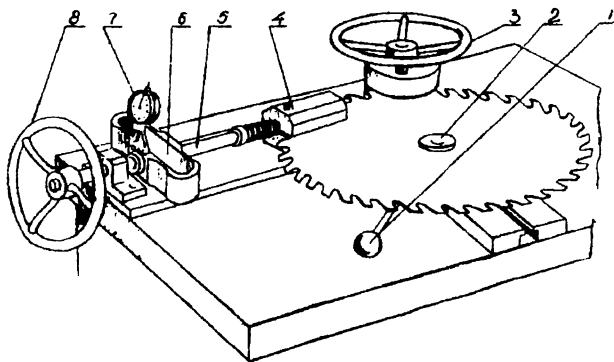


Рис. 2.32. Приспособление для контроля прочности зуба:

- 1 - рукоятка фиксации оправки; 2 - оправка; 3 - маховичок зажима пилы; 4 - направляющая; 5 - нажимной стержень; 6 - динамометр ДОСМ-1; 7 - индикатор динамометра; 8 - маховичок нагружающего механизма

Пилу устанавливают на оправку 2. Положение оправки регулируют так, чтобы вершина испытуемого заходила на 1-2 мм на рабочую поверхность нажимного стержня 5. Радиус пилы, проведенный к вершине испытуемого зуба, должен быть перпендикулярен нажимному стержню, что достигается определенной выставкой стержня из направляющей 4. Зажимают пилу маховичком 3. Вращением маховичка 8 нагружают зуб, следя за показанием индикатора 7 на динамометре 6.

Для предупреждения скалывания твердосплавной режущей кромки между зубом пилы и нажимным стержнем приспособления помещается прокладка из листовой меди, латуни, малоуглеродистой стали толщиной 1-2 мм (2 мм для пил с косой заточкой).

Зубья пил, не работающих в тяжелых условиях резания, должны выдерживать нагрузку 1500 Н без образования трещин в спае.

Рекомендуется периодически проверять качество пайки на пробных круглых пилах путем нагружения оснащенных зубьев до разрушения. При правильной пайке и отпуске разрушение должно происходить по спаю при нагрузке 3000-5000 Н. Излом по стали свидетельствует об отступлении или недостаточности отпуска.

Черновая обработка пластинок после напайки на ремонтируемые зубья включает фуговку вершины зуба и шлифовку передней и задней граней.

При наличии черновой заточки в применяемом технологическом варианте и выполнении ее на универсально-заточном станке черновую обработку ремонтируемых зубьев совмещают с черновой заточкой всей пилы.

Черновую обработку передней грани ремонтируемого зуба ведут до того деления лимба поперечной подачи, на котором закончена черновая заточка предшествующего неремонтируемого зуба.

Черновую обработку задней грани ремонтируемого зуба ведут или до указанного деления лимба или (при наличии фуговки) до сужения фугочной фаски, как на соседних неремонтируемых зубьях.

При отсутствии черновой заточки на универсально-заточном станке в применяемом технологическом варианте нужное деление поперечной подачи находят, касаясь шлифовальным кругом соответствующей грани ближайшего неремонтируемого зуба.

После черновой обработки ремонтируемого зуба два смежных шага по обе стороны от него не должны отличаться больше, чем на 0,3 мм.

Радиальное биение ремонтируемого зуба относительно смежных с ним зубьев не должно превышать 0,05 мм.

Обработка боковых граней производится в такой последовательности:

- 1) закрепить пилу в приспособлении ПИЗ2М так, чтобы обрабатываемая пластинка была параллельна поперечному ходу стола станка;
- 2) наклонить поворотную часть приспособления на угол, равный углу поднутрения зубьев ($\lambda = I^\circ$);
- 3) пользуясь отвесом и штангенциркулем, установить стол станка в продольном направлении так, чтобы расстояние от середины пластинки по толщине ее до нити отвеса, проходящей через ось шлифовального круга, было равно величине

$$a = \frac{D}{2} \cdot \sin(\tau), \quad (2.19)$$

где D – диаметр шлифовального круга, мм;

τ – угол косо́й боковой обточкы, град.

Схема расположения обрабатываемой пластинки относительно шлифовального круга показана на рис. 2.33;

- 4) зафиксировать стол упорами, имеющимися на станке. Повернуть пилу на шаг зубьев, опустить шлифовальный круг до соприкос-

новения с боковой гранью пластинки у зуба соседнего с ремонтируемым зубом. Механизмом поперечного перемещения стола вывести зуб из-под шлифовального круга. Повернуть пилу на шаг зубьев в обратном направлении;

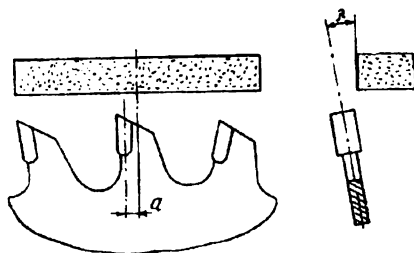


Рис. 2.33. Схема взаимного расположения пилы и шлифовального круга при обработке боковых граней

- 5) перемещая стол станка механизмом поперечной подачи со скоростью 0,5 мм/с, сошлифовать припуск на обработку (скорость круга 20-30 м/с). Ускоренным перемещением вернуть стол в исходное положение, повернуть пилу на 90°, проверить уширение на сторону;
- 6) после обработки всех ремонтируемых зубьев с одной стороны пила переворачивается и операция повторяется.

Наибольшее допустимое отклонение уширения на сторону у отремонтированного зуба по сравнению с соседними зубьями + 0,05 мм.

Шероховатость боковых граней после шлифовки должна соответствовать 9-му классу.

Выбор типа и параметров пилы производится в зависимости от обрабатываемого материала, вида распиловки и требований к качеству обработки согласно табл. 2.45.

Таблица 2.45

Выбор типа и параметров пилы

Обрабатываемый материал	Вид распиловки	Уровень требований к качеству обработки	Тип пилы
Древесностружечные и столярные плиты, фанера, щиты, облицованные волокнистой плитой и листовыми пластинками	Смешанная	Обычный	1
Фанерные щиты	Смешанная	Обычный	1
Фанерные щиты	Поперечная	Высокий	3
Цельная и клееная древесина	Поперечная	Обычный	1
Цельная и клееная древесина	Продольная	Обычный	2
Древесноволокнистые плиты	-	Обычный	2

Примечания: 1. Диаметр пилы должен быть минимально возможным для заданных условий эксплуатации с учетом запаса на последующие переточки. Запас на переточки по диаметру - 15 мм (для новых пил).

Толщину пил выбирают на основании предшествующего производственного опыта применительно к заданным условиям распиловки.

2. Пилы минимальной толщины рекомендуется применять для раскроя материалов, обеспечивая устойчивость диска пилы вальцеванием или проковкой, а также применением направляющих для пилы.

Более толстые пилы используют для форматной обрезки щитов и плит.

3. Число зубьев выбирают, исходя из требований к качеству распиловки. Главную роль в обеспечении заданного качества распиловки играет величина подачи на зуб.

Рекомендуемые величины подачи на зуб приведены в табл. 2.46.

Таблица 2.46

Рекомендуемые величины подачи на зуб

Обрабатываемый материал	Подача на зуб U_z не более, мм
Фанерные щиты (поперечная распиловка): одна лицевая сторона две лицевые стороны	0,04
	0,02
Фанера: продольная распиловка поперечная распиловка	0,08
	0,04
Древесностружечные плиты	0,08
Древесноволокнистые плиты	0,12
Цельная хвойная древесина (продольная распиловка)	0,6
Цельная твердолиственная древесина (продольная распиловка)	0,4

Применять твердосплавные пилы для продольной распиловки влажной древесины мягких хвойных пород не рекомендуется из-за недостаточной величины уширения зубьев на сторону.

Необходимое число зубьев пилы находят по формуле

$$z = \frac{1000 \cdot U}{3600 \cdot n \cdot U_z}, \quad (2.20)$$

где U – скорость подачи на станке, м/с;

n – число оборотов пильного вала, с⁻¹.

Примечание. При невозможности обеспечить качественную распиловку подбором числа зубьев рекомендуется: снижение скорости подачи; увеличение числа оборотов пильного вала (не более чем до 4500

об/мин для существующих отечественных станков); изменение направления вращения пилы для получения попутного резания; применение пил с меньшей величиной переднего угла и большей величиной косо́й заточки (при поперечной распиловке).

2.7.3. Установка круглых пил

При установке пил должно быть обеспечено надежное их закрепление. Пилу устанавливают на пильный вал станка и зажимают между фланцами так, чтобы она не провертывалась на валу. При необходимости контролируют торцовое биение диска и радиальное биение зубьев. Плоскость пилы должна быть строго перпендикулярна оси вала.

Торцовое биение установленной пилы не должно превышать величин, указанных в табл. 2.47. При этом радиальное биение шпинделя станка и торцовое биение опорной поверхности коренных фланцев на радиусе 50 мм не должно превышать 0,03 мм.

Таблица 2.47

Предельная величина торцового биения пилы

Диаметр пилы, мм	125-200	250-360	400-500	560-800	800-1600
Предельная величина торцового биения, мм	0,25	0,4	0,5	0,65	0,9

Радиальное биение зубьев установленной пилы не должно превышать величин, указанных в табл. 2.48. При этом радиальное биение пильного вала не должно превышать 0,05 мм.

Таблица 2.48

Предельная величина радиального биения зубьев

Диаметр пилы, мм	125-315	360-500	560-800	900-1250	1500-1600
Радиальное биение зубьев, мм	0,2	0,3	0,4	0,6	1

Ось вращения пилы должна совпадать с осью вала. Для этого диаметр посадочного отверстия пилы не должен превышать диаметр вала более чем на 0,1-0,2 мм. При большем зазоре надо расточить отверстие и вставить в него втулку. Более рационально применение фланцев с центрирующим штифтом или с центрирующим конусом.

Для обеспечения надежного зажима пилы фланцы контактируют с пилой только наружными ободками шириной 20-25 мм. Диаметр зажимных фланцев выбирают в зависимости от диаметра пилы. Для предотвращения самопроизвольного отворачивания гайки в процессе работы она должна иметь резьбу, обратную направлению вращения вала.

Пилы типа 1 для продольной распиловки должны работать в комплекте с расклинивающими ножами, которые устанавливаются на расстоянии 10...15 мм позади пил в плоскости их вращения. Толщина задней кромки ножей должна быть не менее ширины пропила плюс 0,2 мм.

Для пил диаметром свыше 400 мм должны применяться боковые направляющие, ограничивающие отклонения пилы в осевом направлении (рис. 2.34).

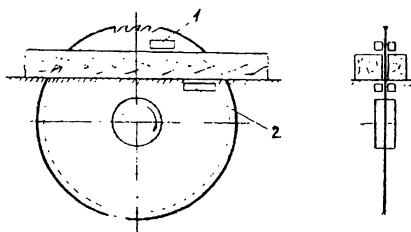


Рис. 2.34. Установка пил на станке (схема установки направляющих диска):
1 - 2 - боковые направляющие

Штифты-направляющие делают из текстолита, второпласта или других антифрикционных материалов. Зазор между направляющими и торцовыми поверхностями пилы при ее проворачивании зависит от диаметра пилы (табл. 2.49).

Таблица 2.49

Значения зазоров между пилой и направляющей, мм

Параметр	Значения, мм					
	Диаметр пилы	125-200	250-300	400-500	560-800	Более 800
Зазор между пилой и направляющими		0,22	0,3	0,35	0,42	0,55

Выступание пилы над распиливаемым материалом должно быть минимально и равно 10...40 мм.

Рекомендуемые параметры круглых пил для продольной распиловки в зависимости от типа станка приведены в табл. 2.50.

Таблица 2.50

Рекомендуемые размеры круглых пил

Станок	Размеры пил, мм	
	диаметр	толщина
Ребровый	630-710	2,2-2,8
Обрезной двухпильный	500-630	2,2-2,5
Круглопильный с автоматической подачей	400-450	2-2,2
Пятипильный с вальцовой подачей	250-320	1,8-2

Станок	Размеры пил, мм	
	диаметр	толщина
Многопильный для распиловки досок на рейки	250-360	1,4-2
Фрезерный	250-320	1,2-1,8
Шпалорезный	630-1500	3-5,5
Слесеры и балансирные пилы	500-1500	2,8-5,5

Показатели качества продольной распиловки в зависимости от подачи на зуб приведены в табл. 2.51.

Таблица 2.51

Состояние поверхности пропила в зависимости от подачи на зуб

Обрабатываемый материал	Состояние материала	Направление пропила		
		продольное	поперечное	под углом
Хвойные породы	Сухой	$\frac{(0,05 - 1,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,4)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,2)}{60 - 800}$
	Сырой	$\frac{(0,5 - 1,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,1 - 0,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,3)}{60 - 800}$
	Мерзлый	$\frac{(0,7 - 1,0)}{60 - 800}$	$\frac{(0,4 - 0,8)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,4)}{60 - 800}$
Твердые лиственные породы	Сухой	$\frac{(0,05 - 1,0)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,2)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,15)}{60 - 800}$
	Сырой	$\frac{(0,5 - 1,0)}{60 - 800}$	$\frac{(0,07 - 0,4)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,2)}{60 - 800}$
	Мерзлый	$\frac{(0,4 - 0,8)}{60 - 800}$	$\frac{(0,1 - 0,4)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,3)}{60 - 800}$
Мягкие лиственные породы	Сухой	$\frac{(0,07 - 1,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,4)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,2)}{60 - 800}$
	Сырой	$\frac{(0,35 - 1,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,4)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,3)}{60 - 800}$
	Мерзлый	$\frac{(0,5 - 1,5)}{60 - 800}$	$\frac{(0,1 - 0,6)}{60 - 800}$	$\frac{(0,01 - 0,5)}{60 - 800}$

Примечание. В числителе дана подача на зуб U_z , мм (подача на зуб при уширении разводом рассчитывается у поверхности пропила), а в знаменателе - высота шероховатостей, мкм (высоты шероховатостей в пределах диапазона принимаются пропорциональными подаче на зуб).

Угловые значения профилей зубьев для поперечной распиловки в зависимости от типа станков приведены в табл. 2.52.

Угловые значения профилей зубьев

Станок	Контурный угол, град.	Угол косой заточки, град.
Торцовочный педальный, концевик, многопильный агрегат с нижним расположением пил (триммер)	40-45	40-45
Циркулярно-маятниковый, универсальный, многопильный агрегат с верхним расположением пил (триммер)	50-55	40-45

У строгальных пил торцовое биение установленной на валу пилы не должно превышать: для пил диаметром до 200 мм – 0,1 мм; для пил диаметром 250-360 мм – 0,15 мм при этом торцовое биение опорной поверхности коренного фланца на радиусе 50 мм не должно превышать 0,03 мм. Величина радиального биения зубьев пилы не более 0,1 мм.

Круглые строгальные пилы типа 1 и 3 устанавливаются на станках для продольной распиловки древесины, конструкцией которых предусмотрены направляющие (расклинивающие) ножи. Указанные ножи устанавливаются на расстоянии 10 мм от вершин зубьев пилы на высоте пилы. Толщина ножей должна быть равной ширине пропила или превышать ее на 0,2 мм.

Для пил с пластинками из твердых сплавов число оборотов пильного вала на круглопильном станке не должно превышать величин, указанных в табл. 2.53.

Таблица 2.53

Число оборотов пильного вала

Диаметр пилы, мм	Диаметр зажимных фланцев, мм	Толщина пил, мм	Максимально допустимое число оборотов в минуту при температурном перепаде в диске пилы	
			0°C	50°C
160	80	2	14000	12000
200	80	2	12000	10000
250	100	1,8	10000	8000
		2,4	12000	10000
320	100	2	6300	4200
		2,2	7000	5100
		2,4	7600	5950
		2,8	8850	7550
360	100	2,2	5400	3450
		2,4	5850	4150
		2,6	6400	4850
		3,2	7850	6700

Диаметр пилы, мм	Диаметр зажимных фланцев, мм	Толщина пил, мм	Максимально допустимое число оборотов в минуту при температурном перепаде в диске пилы	
			0°C	50°C
400	125	2,4	4750	2900
		2,6	5150	3550
		2,8	5500	4100
		3,2	6400	5100
450	125	3	4600	3250

Точность вращения пильного вала круглопильного станка должна удовлетворять следующим требованиям: радиальное биение - не более 0,05 мм, осевое биение опорной поверхности коренного фланца на радиусе 100 мм - не более 0,03 мм.

Пилу устанавливают на пильном валу станка и зажимают фланцами так, чтобы она не проворачивалась на валу. При необходимости контролируют торцовое биение диска и радиальное биение зубьев.

Предельная величина торцового биения диска пилы и радиального биения зубьев приведена в табл. 2.54.

Таблица 2.54

Величины торцового и радиального биений зубьев пилы

Диаметр пилы, мм	160-200	250	320-360	400	450
Предельная величина торцового биения диска, мм	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
Предельная величина радиального биения зубьев, мм	0,25				

На станках для продольной распиловки, конструкцией которых предусмотрены направляющие (расклинивающие) ножи, последние устанавливают на расстоянии 10 мм от вершин зубьев.

Толщина ножей должна быть равна ширине пропила или превышать ее на 0,2 мм.

Для односторонних конических пил при применении одностороннего расклинивающего ножа, плоская сторона которого должна находиться в одной плоскости с плоской поверхностью пилы, нож пил имеет несимметричный угол лезвий и устанавливается таким образом, чтобы с плоской стороны пильного диска приходилась одна четверть угла клина, а со стороны конической - три четверти этого угла (рис. 2.35).

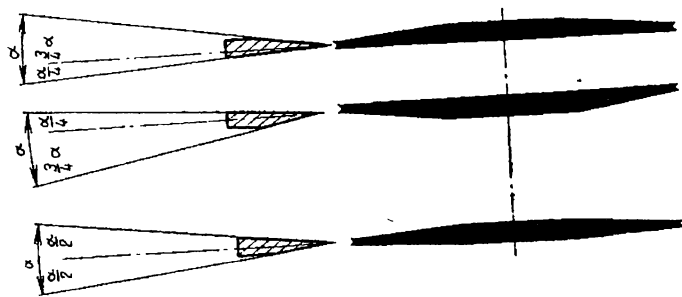


Рис. 2.35. Схема установки расклинивающего ножа

При двусторонних конических пилах расклинивающий нож устанавливается симметрично (рис. 2.35).

Общая толщина задней части ножа должна быть больше толщины центральной (плоской) части пилы на 3-4 мм.

3. РАМНЫЕ ПИЛЫ

3.1. Общая классификация лесопильных рам

По технологическому признаку лесопильные рамы можно разделить на две группы.

1. Общего назначения. Они предназначены для продольной распиловки бревен и брусьев длиной от 3 до 7,5 м различных диаметров. Эта группа лесопильных рам изготавливается в вертикальном исполнении.

2. Специального назначения:

а) тарные лесопильные (предназначены для продольной распиловки брусьев на дощечки);

б) коротышовые лесопильные рамы (предназначены для распиловки коротких бревен и брусьев);

в) передвижные лесопильные рамы (предназначены для кратковременной работы в разных местах и могут транспортироваться);

г) горизонтальные лесопильные рамы (пилы перемещаются в горизонтальной плоскости, они имеют небольшую производительность и предназначены для индивидуальной распиловки крупномерных бревен ценных пород);

д) лесопильные рамы со съемной пильной рамкой (в настоящее время используются для продольной распиловки клееных блоков (брусков) в лыжном производстве. Они имеют две пильные рамки, одна из которых - внутренняя с пилами - съемная. Причем, на этих лесопильных рамах используют полотна столярных ленточных пил).

По величине хода пильной рамки и по высоте лесопильной рамы условно различают:

1) одноэтажные лесопильные рамы. Используют двухшатунный механизм резания, имеют ход пильной рамки примерно 400 мм и малую высоту;

2) двухэтажные лесопильные рамы. Вертикальные двухэтажные лесопильные рамы имеют одношатунный механизм резания, ход пильной рамки 600... 700 мм и сравнительно большую высоту.

По диаметру распиливаемого сырья все лесопильные рамы можно подразделить:

1) узкопросветные (ширина просвета пильной рамки менее 600 мм);

2) среднепросветные (ширина просвета пильной рамки 600... 800 мм);

3) широкопросветные (ширина просвета пильной рамки свыше 800 мм).

В зависимости от расположения в технологическом потоке различают:

1) лесопильные рамы первого ряда. Они предназначены для распиловки бревен с получением двухкантного бруса, необрезных досок и горбылей.

2) лесопильные рамы второго ряда. На них производится продольная распиловка двухкантного бруса, полученного на раме первого ряда, на обрезные и необрезные доски и горбыли.

Рамы первого и второго ряда отличаются между собой некоторыми конструктивными изменениями, например длиной пильной рамки и, следовательно, высотой лесопильной рамы, конструкцией и размерами подающих вальцов и т.д.

В зависимости от конструкции механизма подачи различают:

1) лесопильные рамы с непрерывной подачей. При непрерывной подаче бревно движется непрерывно с постоянной скоростью подачи U . Отношение $U:V$ в этом случае непостоянно, так как $U = const$, а V – переменна, вследствие чего траектории движения вершин зубьев по отношению к древесине криволинейны и толщина стружки все время меняется.

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;

2) лесопильные рамы с толчковой подачей. При толчковой подаче бревно движется только во время рабочего либо только во время холостого хода рамы. Скорость подачи изменяется по тому же закону, по которому изменяется и скорость резания, т.е. $U:V = const$. Вследствие этого траектории движения зубьев пилы по отношению к древесине являются прямыми линиями, и толщина стружки остается все время постоянной.

Толчковая подача за рабочий ход имеет ряд существенных преимуществ: постоянство толщины стружки, независимость уклона пил от величины посылки (благодаря чему можно менять посылку, 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. 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.

В зависимости от механизма резания по виду привода пильной рамки лесопильные рамы подразделяют:

- 1) одношатунные;
- 2) двухшатунные;
- 3) бесшатунные.

Одношатунные и двухшатунные лесопильные рамы имеют кривошипно-ползунный механизм. У одношатунных механизмов резания верхняя головка шатуна соединена с нижней поперечиной пильной рамки, а у двухшатунных - с верхней поперечиной пильной рамки. В связи с этим одношатунные лесопильные рамы, как правило, имеют большую высоту и более быстроходны, чем двухшатунные.

Бесшатунные механизмы резания применяют в передвижных лесопильных рамах.

Кривошипно-ползунный механизм бывает центральным и внецентренным, у которого продольная ось направляющих пильной рамки смещена относительно оси коленчатого вала.

По способу установки пильной рамки различают механизмы резания:

- 1) в направляющих скольжения;
- 2) на шарнирно-рычажной подвеске;
- 3) в смешанном исполнении.

3.2. Назначение и типы рамных пил

Рамные пилы предназначены для распиловки сырья на одно-, двух-этажных и тарных лесопильных рамах [8, 20, 24, 38]. Конструкция, основные размеры и технические требования к рамным пилам регламентированы действующими госстандартами.

Пилы для вертикальных лесопильных рам. Предназначены для распиловки бревен и брусков на вертикальных лесопильных рамах. Поставляются двух типов: тип 1 - с прикрепленными планками, тип 2 - без планок (рис. 3.1).

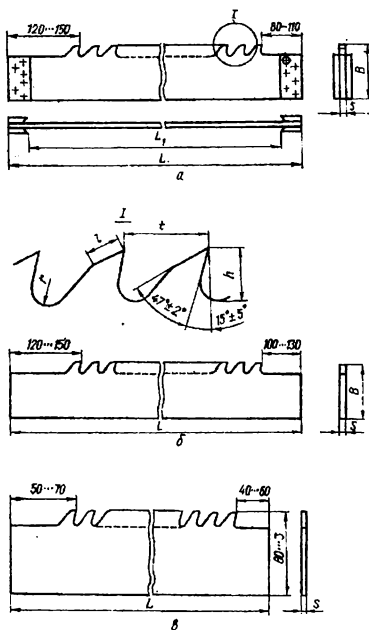


Рис. 3.1. Основные размеры и профили зубьев пил:
 а, б - для вертикальных лесопильных рам, в - для тарных лесопильных рам

3.2.1. Выбор основных размеров пил

При выборе типоразмера пил необходимо руководствоваться параметрами лесопильной рамы, размерами и состоянием сырья, требованиями к качеству распиловки. Основные параметры пил для вертикальных лесопильных рам представлены в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1

Основные параметры пил для вертикальных лесопильных рам (тип 1), мм

Обозначение пил	L	L_1 (пред. откл ± 2)	s		t	h	l	r	
			но-мин.	пред. откл.	пред. откл. $\pm 0,5$			но-мин.	пред. откл.
3400-0021	1250	1190	2	$\pm 0,13$	22	15	10	4	$\pm 0,6$
3400-0022			2,2	$\pm 0,14$	26	18	11,5	5	$\pm 0,7$
3400-0023			2	$\pm 0,13$					
3400-0024			2,2	$\pm 0,14$	32	22	14	6	0,8
3400-0025			1400	1340	2	$\pm 0,13$	22	15	10
3400-0026	2,2	$\pm 0,14$			26	18	11,5	5	$\pm 0,7$
3400-0027	2	$\pm 0,13$							
3400-0028		$\pm 0,14$			32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0029	1500	1440			2,5	$\pm 0,15$	26	18	11,5
3400-0030			2,2	$\pm 0,14$	32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0031			2,5	$\pm 0,15$	32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0032			2,2	$\pm 0,14$					
3400-0033			1600	1540	2,2	$\pm 0,14$	26	18	11,5
3400-0034	2,5	$\pm 0,15$			32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0035	2,2	$\pm 0,14$							
3400-0036	2,5	$\pm 0,15$			40	27,5	17,5	7,5	± 1
3400-0037	2,2	$\pm 0,14$							
3400-0038	1750	1690	2,2	$\pm 0,14$	26	18	11,5	5	$\pm 0,7$
3400-0039			2,5	$\pm 0,15$	32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0040			2,2	$\pm 0,14$	40	27,5	17,5	7,5	± 1
3400-0041			2,5	$\pm 0,15$					
3400-0042			1950	1890	3,2	$\pm 0,18$	26	18	11,5
3400-0043					32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0044					40	27,5	17,5	7,5	± 1
3400-0045					32	22	14	6	$\pm 0,8$
3400-0046					40	27,5	17,5	7,5	± 1
3400-0047									
3400-0048									

Таблица 3.2

Основные параметры пил для вертикальных лесопильных рам (тип 2), мм

Обозначение пил	L	L_1 (пред. откл ± 2).	s		t	h	l	r	
			но-мин.	пред. откл.	пред. откл. $\pm 0,5$			но-мин.	пред. откл.
3400-0051	1100	1040	1,6	$\pm 0,12$	18	12,5	8	3,5	$\pm 0,5$
3400-0052			1,8		22	15	10	4	$\pm 0,6$
3400-0053			1,6						
3400-0054			1,8						
3400-0055	1250	1190	2	$\pm 0,13$	22	15	10	4	$\pm 0,6$

Обозначение пил	L	L_1 (пред. откл. ± 2)	s		t	h	l	r	
			но-мин.	пред. откл.	пред. откл. $\pm 0,5$			но-мин.	пред. откл.
3400-0056					26	18	11,5	5	$\pm 0,7$
3400-0057			2,2	$\pm 0,14$	22	15	10	4	$\pm 0,6$
3400-0058					26	18	11,5	5	$\pm 0,7$

Рамные пилы для получения технологических опилок

Технологические опилки - новый вид продукции, получаемый одновременно с пиломатериалами и характеризуемый постоянством формы, размеров, чистотой поверхности торцовых срезов. Технологические опилки перерабатывают на целлюлозу, используют при гидролизе. Размеры пил, угловые параметры и шаги зубьев указаны в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Параметры зубьев пил для получения пиломатериалов и технологических опилок

Шаг t , мм	Высота h , мм	Радиус закругления впадин r , мм	Толщина S , мм	Площадь впадины F , мм	Передний угол γ , град.	Угол заострения β , град.
32	20-21	7-8	2,2-2,5	420	27-30	45-47
40	23-24	10-11	2,2-2,5	610	30-32	45-47
52	28-30	13-15	2,5	900	30-35	45-47
64	34-36	17-19	2,5-3,2	1350	30-35	45-47

Более толстые пилы применяют на лесопильных рамах первого ряда. Пилы толщиной 3,2 мм применяют только в центре постава на рамах первого ряда, если высота пропила больше хода пильной рамки.

Рекомендации по выбору пил и режима пиления приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Выбор пил и режима пиления

Диаметр бревен, см	Шаг зубьев, мм	Посылка, мм	Подача на зуб, мм
Распиловка бревен			
14-20	32;40	50-56; 45-50	2,7-3; 3-3,3
22	32;40	48-49; 43-45	2,6; 2,9-3
24	32;40	47; 42	2,5; 2,8
26	32; 40	45; 40	2,4; 2,7
28	32; 40	42; 39	2,3; 2,6
30	40 (52)	37	2,4; (3,1)
32	40 (52)	35	2,3 (3,01)
34	40 (52)	34	2,25 (2,9)

Диаметр бревен, см	Шаг зубьев, мм	Посылка, мм	Подача на зуб, мм
36	40 (52; 64)	33	2,2 (2,8; 3,5)
38	40 (52;64)	32	2,15 (2,8; 3,45)
40	40 (52; 64)	31	2 (2,6; 3,2)
Распиловка брусьев			
100-125	32	50-56	2,7-3
150	32	48-49	2,6
175	32; 40	42-43; 42-45	2,2-2,3; 2,8-3
200	40	40-42	2,7-2,8
225	40	36-39	2,4-2,6
275	40	30-33	2-2,2
300	40 (52)	29-30	1,9-2 (2,5-2,6)

Рамные пилы со строгаящими резцами

На лесопильных рамах можно получать грубостроганные брусья и доски. Для этого в средней части полотна вырубает и отгибают два строганных резца. Используют и конструкцию со вставными строгаящими резцами, которые затачивают вручную.

Для получения пиломатериалов с пониженной шероховатостью поверхности пропила применяют рамные пилы с дополнительными зубьями на задней кромке с передним углом $20-25^\circ$, шагом примерно в 1,5-2 раза большим шага зубьев по основной передней кромке, высотой $0,5 \cdot h$. Уширение этих зубьев на 0,1-0,2 мм больше, чем основных. При уширении разводом используют косую заточку передней, а иногда одновременно и задней граней зубьев под углом $10-15^\circ$. Использование рамных строгаящих пил оправданно при отсутствии специального строгального оборудования, особенно для получения грубострогального бруса.

Пилы для тарных лесопильных рам

Предназначены для распиловки бревен и брусьев на тарные дощечки из древесины хвойных и лиственных пород. Выпускаются длиной 600 и 685 мм без планок (рис. 3.1).

Основные параметры для тарных лесопильных рам представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Основные параметры тарных лесопильных рам

Обозначение пил		S	t	h	l	r
L=600 мм	L=685 мм					
3400-0001	3400-0002	1	16	11	7	3
3400-0003	3400-0004	1,2				
3400-0005	3400-0006	1,4				
3400-0007	3400-0008	1,2	22	15	10	4
3400-0011	3400-0012	1,4				

Допускаются отклонения от прямолинейности полотна по длине 0,5 мм ширине 0,1 мм, глубине следов от ударов при правке полотен 0,03 мм, вогнутость задней кромки со стрелой прогиба не более 0,2 мм, разношаговость 0,6 мм. Допускается поставка пил с нерасплюснутыми и незаточенными зубьями. Гарантированная стойкость зубьев между переточками при распиловке хвойной непромерзшей древесины – 3 ч. В зависимости от условий распиловки рекомендуется изменять первоначальный профиль зубьев путем переточки.

Для осины и тополя	$\gamma = 18^\circ$	$\beta = 44^\circ$;
для сосны и ели	$\gamma = 15^\circ$	$\beta = 50^\circ$;
для березы	$\gamma = 12^\circ$	$\beta = 45^\circ$.

Зимой указанные передние углы γ уменьшают на 2-3°, угол заострения β увеличивают на 4-6°. При распиловке промерзшей древесины мягких и твердых пород высоту зубьев уменьшают до 0,5 h . Оптимальный уклон пил $(0,58...0,6) \cdot \Delta$ по высоте хода. Для работы в разных диапазонах посылок рекомендуют три группы уклона пил, представленные в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Группы уклона пил			
Посылка Δ , мм	3,28; 5	6,45; 8,2	9,7; 12,3
Оптимальный уклон U	1,87; 3	3,87; 4,9	5,8; 7,4
Рекомендуемый уклон в захватах U_3	0	+1,4	+2,4

Захваты для парных пил рекомендуется изготавливать из стали 65Г, клинья закаливают до HRC 55...58.

Основные параметры рамных пил выбираются в зависимости от максимальной высоты распиливаемого материала (табл. 3.3).

Под шириной полотна понимается ширина пилы без высоты зубьев. Минимальные размеры сечений и сила натяжения взяты из условия пиления талой древесины хвойных пород при $H=600$ мм. При распиловке мерзлой древесины и ходе пилы $H=700$ мм необходимо применять пилы с большими размерами поперечного сечения. Увеличение силы натяжения нежелательно, так как запас прочности рамных пил при динамических нагрузках незначителен.

Известные средства для определения силы натяжения в производственных условиях не обеспечивают достаточной точности, поэтому напряженное состояние пил можно характеризовать жесткостью. Послед-

няя должна составлять 6000-8000 Н/м, меньшее значения ее рекомендуются при распиловке древесины с малой высотой пропила. При подборе пил в постав для распиловки бревен величина шага зубьев, представленная в табл. 3.5, обязательна для центральных пил, размещенных в пределах 0,7 диаметра бревна. Для остальных пил поставка рекомендуется ближайший меньший шаг зубьев, но не менее 22 мм.

Шаг зубьев и толщину пил выбирают в зависимости от условий работы лесопильной рамы с учетом специализации потоков (табл. 3.6).

В каждом поставе 2-4 крайние пилы (1-2 пилы с каждой стороны) рекомендуются брать с ближайшим меньшим шагом, указанным в табл. 3.7.

Таблица 3.6

Характеристика пил в зависимости от условий работы лесопильной рамы

Условия работы	Пилы с плющеными зубьями		Пилы с разведенными зубьями	
	Толщина S , мм	Шаг зубьев t , мм	Толщина S , мм	Шаг зубьев t , мм
Развал бревен диаметром до 14 см	1,8-2	22	1,8-2	18
Развал бревен диаметром, см:				
15-22	1,8-2	26	2-2,2	18
22-32	1,8-2	32	2-2,2	22
более 32	1,8-2	40	2-2,5	26
Выпиливание бруса при диаметре бревен, см:				
До 22	1,8-2	22	1,8-2	18
23-32	1,8-2	26	2-2,2	18
33-46	1,8-2,2	32	2-2,2	22
более 46	2-2,5	40	2-2,5	26
Развал бруса высотой, см:				
До 16	2-2,2	22	1,8-2	18
17-22	2-2,2	26	1,8-2	22
23-30	2-2,5	32	2-2,2	26

Примечание. При выпиливании одного бруса толщиной меньше половины диаметра бревна или двух брусьев рекомендуется тот же шаг зубьев, что и при распиливании бревен вразвал.

Толщину брусующих пил на лесопильных рамах первого ряда и пил, находящихся против ножей направляющего аппарата лесопильных рам второго ряда, берут по верхнему пределу.

Длину пил, мм, с учетом припуска на их крепление, установку прокладок и зазоры между прокладками и бревном определяют по формуле:

$$L = D + H + (300 \dots 350), \quad (3.1)$$

где D – высота пропила в комле, мм;

H – ход пильной рамки, мм.

Таблица 3.7

Выбор основных параметров рамных пил

Высота пропила, см	Диаметр бревен в вершине при распиловке вразвал или выпилке 2-х брусьев, см	Минимальные размеры сечения полотна пил, мм		Сила натяжения, кН	Оптимальный отцентрованный эксцентриситет линии натяжения	Длина пил при ходе пильной рамки		Свободная длина пил, мм, при ходе пил, мм		Шаг зубьев пил, мм
		Толщина	Ширина полотна			600	700	600	700	
от 10 до 14	св. 10 до 18	2	70	30	0,1	1250	1250	900	1000	22
		2	80	40						
св. 14 до 20	св. 18 до 24	2	90	50	0,15	1400	1400	1000	1100	26
		2,2	80-90							
св. 20 до 24	св. 24 до 32	2,2	100-110	60	0,2	1500	1500	1100	1200	32
		2,5	80-90							
св. 24 до 28	св. 32 до 40	2,2	120-130	60	0,2	1600	1600	1150	1250	40
		2,5	100-110							
св. 36 до 44	св. 40 до 44	2,2	140-150	70	0,2	1950	1950	1200	1300	
		2,5	120-130							
св. 44 до 50	св. 44 до 50	2,2	120-130	70	0,2	1950	1950	1300	1400	
		2,5	140							
св. 50 до 56	св. 50 до 58	2,2	150-160	70	0,2	1950	1950	1400	1500 и выше	
		2,5	140-160							
св. 56 до 60	св. 60 и выше	2,2	140-160	70	0,2	1950	1950	1400 и выше	1500 и выше	
		2,5	140-160							
св. 60 до 66	св. 60 и выше	2,2	140-160	70	0,2	1950	1950	1400 и выше	1500 и выше	
		2,5	140-160							
св. 66 до 72	св. 60 и выше	2,2	140-160	70	0,2	1950	1950	1400 и выше	1500 и выше	
		2,5	140-160							

Полученное значение округляют до ближайшей стандартной длины.

Шаг зубьев, мм исходя из условий распиловки, ориентировочно равен:

$$t = \frac{S_z \cdot H}{\Delta}, \quad (3.2)$$

где S_z – подача на зуб, мм;

Δ – фактическая посылка, мм.

Допустимые значения подачи на зуб приведены в табл. 3.8 (в зависимости от чистоты распиливания и способа уширения брусьев)

Шаг зубьев пил, подвергающихся плющению, выбирается большим, чем шаг пил с разводом. Для тарных лесопильных рам пилы с шагом 16 мм следует принять при разводе зубьев, с шагом 22 мм - при плющении.

Таблица 3.8

Допустимые значения подачи на зуб

Назначение пиломатериалов	Шероховатость $R_{m\ max}$, мкм не более	Подача на зуб пил, мм	
		плющенных	с разводом
Тарная досочка: для пищевой промышленности	500	0,2...0,5	0,15...0,35
для прочей продукции	800	0,6...1	0,4...0,7
Пиломатериалы: нормального качества	1200	1,1...1,9	0,8...1,3
	1600	2...2,4	1,4...1,7

Связь между толщиной пилы и шагом зубьев в зависимости от специализации лесопильного потока приведена в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Характеристика пил при различных условиях работы лесопильной рамы

Условия работы	Пилы с плющенными зубьями, мм		Пилы с разведенными зубьями, мм	
	Толщина	Шаг	Толщина	Шаг
Развал бревен диаметром, см до 14 14...22 22...32 более 32	1,8...2	22	1,8...2	18
	1,8...2	26	2...2,2	18
	1,8...2	26	2...2,2	18
	2...2,5	32	2...2,5	26
Выпиловка бруса при диаметре бревна, см: до 22 22...32 32...46 более 46	1,8...2	22	1,8...2	18
	1,8...2	26	2...2,2	18
	1,8...2,2	32	2...2,2	22
	2...2,5	32	1...2,5	26

Условия работы	Пилы с плоскими зубьями, мм		Пилы с разведенными зубьями, мм	
	Толщина	Шаг	Толщина	Шаг
Развал бруса высотой, см: до 16				
16...22	1,8...2	22	1,8...2	18
16...22	1,8...2,2	26	1,8...2,2	22
22...30	1,8...2,0	32	2...2,2	26

Примечание. При выпиливании одного бруса толщиной меньше половины диаметра бревна или двух брусьев рекомендуется тот же шаг, что и при распиливании бревен в развал.

Для приклепанных захватов ширина новых пил равняется 160, для съемных 180 мм в зависимости от типа лесопильной рамы. Пилы, симметрично расположенные в поставе, должны иметь одинаковую ширину и толщину. Их рекомендуется располагать желобком - крайние по отношению к средним должны выступать вперед на высоту зуба. Брусующие пилы должны быть толщиной не менее 2 мм, шириной не менее 120 мм; ширина пил при развале бруса не должна быть меньше 85 мм.

3.2.2. Технические требования для вертикальных и тарных лесопильных рам

1. Полотна пил должны изготавливаться из стали марки 9ХФ.
2. Микроструктура стали - троостит или троостосорбит с мелкими равномерно распределенными карбидами.
3. В качестве заготовки должна применяться холоднокатанная лента, изготовленная по техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.
4. Глубина обезуглероженного слоя на сторону не должна превышать действующих:

для пил толщиной до 2 мм

0,06 мм;

для пил толщиной свыше 2 мм

0,08 мм.

5. Твердость полотна пилы по всей длине должна быть HRC 42...46. Разница твердости в разных точках у одной и той же пилы не должна превышать 4 единиц HRC.
6. На пилах не должно быть трещин, волосяных, расслоений, плен, забоин, черновин, выкрашенных мест, прижогов и коррозии. Допускаются углубления от срезания зубьев на концах пил и заусенцы по контуру зубьев после их насечки величиной не более 0,2 мм.

7. Планки пил должны быть изготовлены из листовой углеродистой стали марок У6, У7, У8 или марок сталей 45 и 50 и иметь твердость HB 179...241.
8. Шероховатость поверхностей пил не должна быть более:
боковых поверхностей пил Ra 1,25 мкм;
передних и задних поверхностей заточенных зубьев пил Rz 20 мкм.
9. При изготовлении пил из холоднокатанной стальной ленты с применением непрерывной ступенчатой закалки допускается выпуск пил с окисной пленкой, не препятствующей выявлению поверхностных дефектов.
10. Пилы должны быть выправлены. Отклонение от прямолинейности полотна пилы в поперечном направлении по всей ширине полотна пилы не должно превышать 0,15 мм. Отклонение от прямолинейности полотна в продольном направлении на любом участке длиной 500 мм не должно превышать 0,3 мм. При правке на боковых поверхностях пил не допускаются следы от ударов молотком и вальцевания глубиной более 0,05 мм.
11. Пила, изогнутая радиусом 1,75 м, должна иметь с вогнутой стороны равномерную поперечную вогнутость. Величина вогнутости боковых поверхностей пилы на протяжении зубчатой кромки должна быть 0,05...0,3 мм. Допускаемая наибольшая разница в величинах действительных значений вогнутости на длине зубчатой части не должна быть более 0,05 мм.
12. Неравномерность ширины пилы на длине зубчатого венца не должна превышать 1 мм.
Допускается вогнутость задней поверхности пилы со стрелой прогиба не более 0,3 мм на 1 м длины. Выпуклость задней поверхности пилы не допускается.
13. Допускается скругление излома задней поверхности заточенных зубьев на длине не более 4 мм.
14. Планки на обоих концах пил типа 1 должны крепиться заклепками диаметром 8 мм.
15. Прикрепленные к полотну пилы планки должны располагаться перпендикулярно задней поверхности пилы. Кромки опорных скошенных граней двух парных планок должны находиться на одном уровне.
Отклонение планок от перпендикулярности к задней поверхности пилы и несовпадение уровней кромок опорных скошенных граней планок не должны быть более 0,5 мм на 100 мм ширины пилы.

Торцовые поверхности полотен пил должны находиться заподлицо с наружными кромками планок.

16. Заточку, развод или плющение зубьев допускается производить потребителем.

3.2.3. Методы испытания рамных пил

Работоспособность и стойкость пил должны проверяться на вертикальных лесопильных рамах, соответствующих установленным для них нормам точности и жесткости при распиловке сосновых или еловых брусьев из талой древесины влажностью 30% и выше.

Перед испытанием зубья пил должны быть плющены.

Испытание работоспособности и стойкости должно проводиться на тарных лесопильных рамах, соответствующих установленным для них нормам точности при распиловке брусьев из талой древесины хвойных или лиственных пород влажностью 20-80 %.

Режимы резания при испытаниях вертикальных лесопильных рам пил должны быть следующими:

средняя скорость резания	не менее 3,5 м/с;
высота пропила	100...150 мм;

Средняя подача на зуб:

для пил толщиной 1,6-1,8 мм	1 мм;
для пил толщиной свыше 1,6 мм	2 мм.

Режимы резания при испытаниях тарных лесопильных рам пил должны быть следующими:

средняя скорость резания	3,5 ... 5,5 м/с;
высота пропила не менее:	
для пил толщиной 1 и 1,2 мм	100...150 мм,
для пил толщиной 1,4 мм	100 мм.

Продолжительность непрерывной работы пил при испытании на работоспособность - не менее 5 мин. При этом пилы должны обеспечить шероховатость пиленой поверхности не более Rz_{max} 1200.

После испытаний на работоспособность на режущих кромках зубьев пил при визуальном осмотре не должно быть выкрошенных мест и пилы должны быть пригодны для дальнейшей работы.

3.3. Выполнение операций по подготовке полотен рамных пил

3.3.1. Контроль плоскостности и определения дефектов формы и напряженного состояния полотна пилы

Для контроля плоскостности полотна рамную пилу кладут на поворачивную плиту и проводят поворачивной линейкой по всей ее длине, поворачивая линейку в разные направления. Зазор между рабочей кромкой линейки и поверхностью полотна не должен превышать 0,15 мм. Границы участков, на которых неплоскостность превышает допустимую величину, очерчивают мелом.

Полотно рамной пилы может иметь следующие дефекты формы и напряженного состояния (рис. 3.2): выпучину, тугие места, слабины, искривление полотна (крыловатость).



Рис. 3.2. Дефекты полотна рамной пилы:
В - выпучина; Т - тугое место; С - слабина; И - изгиб

Выпучина - результат разности напряжений по толщине полотна. Она проявляется с одной стороны как выпуклость, а с другой - как вогнутость. При изгибе пилы выпучина не переходит с одной стороны на другую.

Тугое место - участок полотна пилы, на котором со стороны прилегающих к его контуру частей действуют силы растяжения. Тугое место обнаруживается с помощью поворачивной линейки и проявляется в виде выпуклости с внутренней стороны изогнутой пилы.

Слабина - участок полотна пилы, испытывающий излишние напряжения сжатия. Слабина может возникнуть, например, в результате чрезмерной проковки при исправлении выпучины. Она проявляется в виде выпуклости при горизонтальном положении пилы. При изгибе пилы участок со слабиной выпучивается наружу. В этом месте с внутренней стороны изогнутого полотна между полотном и приложенной поворачивной линейкой имеется большая световая щель. Если перевернуть пилу и снова проверить ее, то картина повторяется.

Искривление (крывловатость) - выпуклость, расположенная под углом к кромкам пилы. Для обнаружения этого дефекта пилу кладут на

поверочную плиту и поверочной линейкой отыскивают "хребет" пере-
кручивания.

3.3.2. Правка дефектов формы

Выпучину устраняют правкой на стальной наковальне пилоправным молотком с круглым бойком. Чтобы не растянуть металл, между пилой и наковальной прокладывают несколько листов оберточной бумаги или правку производят на торце твердого дерева (дуб, бук). Первые удары, очень мягкие, наносят вокруг выпучины, следующие захватывают края выпучины. Заканчивается правка ударами по центру выпучины. Выпучины удлиненной формы исправляют пилоправочным молотком с продольным бойком. Удары наносят так, чтобы направление продольной оси бойка совпадало с направлением более длинной оси выпучины. На полотне не должно оставаться следов от краев бойка.

Тугое место исправляют путем его удлинения (растяжения). Если тугое место имеет малые размеры, то по участку, где оно обнаружено, наносят удары молотком. Тугое место значительных размеров целесообразно исправлять вальцеванием.

Участок пилы, имеющий тугое место, следует проковать с двух сторон. Сила удара должна уменьшаться от центра тугого места к периферии.

Слабина исправляется удлинением металла вокруг дефектного участка ударами молотка или вальцеванием.

Искривление полотна (крыловатость) устраняют ударами молотка с продольным бойком по "хребту" перекручивания (наиболее выпуклому месту). Если крыловатость явилась следствием потери пилой устойчивости, то при продольном изгибе пилы в поперечном сечении по всей длине пилы образуется выпуклость. Такое полотно исправляют путем интенсивного вальцевания его средней части.

3.3.3. Контроль напряженного состояния полотна пилы

Напряженное состояние полотна рамной пилы оценивается по величине стрелы прогиба поперечного сечения полотна при его изгибе. Для определения напряженного состояния пилу устанавливают в приспособление (рис. 3.3), обеспечивающее продольный изгиб рамных пил по дуге окружности $R=1,75$ м.

Перпендикулярно полотну пилы и продольной оси ее симметрии прикладывают поверочную линейку. Стрела прогиба в этом случае равна величине просвета между рабочей кромкой линейки и пилой по середине ее

длины и ширины. При создании напряженного состояния полотна пилы путем вальцевания стрела прогиба характеризует степень вальцевания.

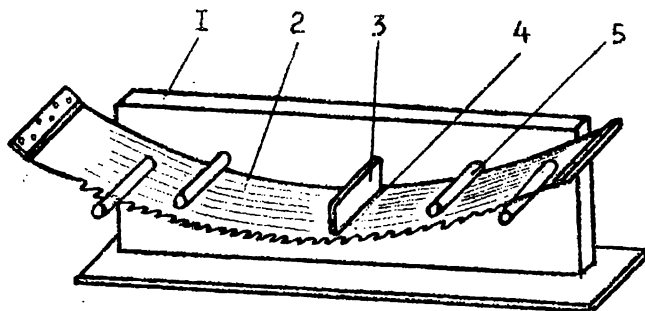


Рис. 3.3. Приспособление для проверки степени вальцевания рамных пил:
1 - основание; 2 - пила; 3 - поверочная линейка; 4 - световая щель; 5 - упоры

Оптимальная величина степени вальцевания зависит от размеров пил и представлена в табл. 3.10.

Таблица 3.10

		Степень вальцевания						
Длина пилы, мм	Толщина пилы, мм	Степень вальцевания, мм						
		Ширина пил без высоты зубьев, мм						
		180	170	160	150	140	130	120-70
1100	1,6	-	-	-	-	0,15	0,1	0,05
	1,8	-	-	-	-	0,2	0,15	
1250	2	-	-	0,2	0,15	0,1	0,08	
	2,2	-	-	0,3	0,22	0,18	0,15	
1400	2	-	-	0,15	0,1	0,08	0,05	
	2,2	-	-	0,25	0,18	0,15	0,1	
1500	2,2	-	-	0,2	0,15	0,1	0,08	
	2,5	-	-	0,3	0,22	0,18	0,15	
1600	2,2	-	-	0,2	0,15	0,1	0,08	
	2,5	-	-	0,3	0,22	0,18	0,18	
1750	2,5	0,35	0,3	0,25	0,18	0,15	0,1	
1950	2,5	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,08	

Предельные отклонения степени вальцевания пил приведены в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Предельные отклонения степени вальцевания пил

Степень вальцевания, мм	0,05-0,1	0,11-0,2	0,21-0,35
Предельные отклонения, мм	-0,03	$\pm 0,03$	$\pm 0,05$

Стрела прогиба поперечного сечения изогнутой пилы может быть замерена с помощью поверочной линейки и шупов или линейкой с индикатором для проверки степени вальцевания (рис. 3.4). Чтобы исключить влияние неплоскостности полотна пилы на точность замеров, напряженное состояние необходимо характеризовать средней арифметической величиной из двух замеров при положении пилы одной стороной сначала вверх, а затем вниз. При перевортывании пилы ее положение относительно опор приспособления для изгиба пилы должно сохраняться. Для этого нужно место касания пилы одной из опор при первом положении пометить мелом и при установке пилы другой стороной эту метку совместить с симметричной опорой.

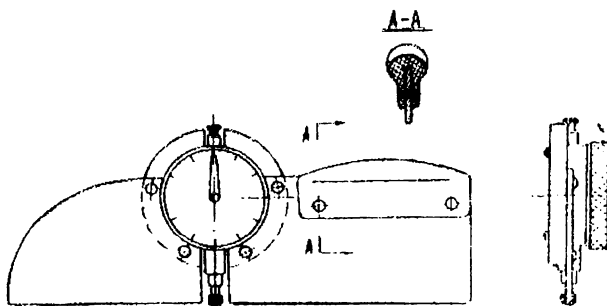


Рис. 3.4. Линейка с индикатором для проверки степени вальцевания рамных пил

3.3.4. Вальцевание полотна пилы

Вальцевание повышает жесткость и устойчивость рамных пил. После вальцевания пила имеет остаточные напряжения, наилучшим образом расположенные по ширине полотна. Кромки пилы имеют напряжения растяжения, а средние зоны - напряжения сжатия. Вальцевание представляет собой прокатку рамной пилы между роликами вальцовочного станка. Вальцуют среднюю зону пилы. Количество, расположение и порядок нанесения следов вальцевания должны соответствовать рис. 3.5 и табл. 3.12 (значения без скобок).

Таблица 3.12

Количество, расположение и порядок нанесения следов вальцевания

Ширина пилы без зубьев, мм	Количество следов вальцевания	Номера следов в порядке их нанесения	Расстояние от задней кромки пилы до первого следа, мм	Расстояние между следами, мм
180	3	2-3-4	75	15
	(4)	1-2-3-4	60	
	(5)	1-2-3-4-5	60	
160	3	2-3-4	65	
	(4)	1-2-3-4	50	
	(5)	1-2-3-4-5	50	
150	3	2-3-4	60	
	(4)	1-2-3-4	45	
140	3	2-3-4	55	
	(4)	1-2-3-4	40	
130	3	2-3-4	50	
	(4)	1-2-3-4	35	
120	3	2-3-4	45	
	(4)	1-2-3-4	30	
110	3	2-3-4	40	
100			35	
90			30	
80			25	
70	1	3	35	
	(2)	2-3	20	

Давление роликов принимается постоянным при нанесении всех следов вальцевания, оно представлено в табл. 3.13.

Давление роликов при вальцевании

Длина пилы, мм	Толщина пилы, мм	Давление роликов	
		кН	МПа (по показанию манометра станка)
1100	1,6	9,6	3,4
	1,8	12	4,3
1250	2	12,8	4,5
	2,2	20	7,1
1400	2	11,2	4,0
	2,2	17,6	6,2
1500	2,2	16	5,7
	2,5	20	7,1
1600	2,2	16	5,7
	2,5	20	7,1
1750	2,5	20	7,1
1950	2,5	18,4	6,5

Находящиеся в эксплуатации пилы вальцуют по 1-2 следам (№ 3 и № 2) с давлением роликов по табл. 3.13.

В средней части полотна давление должно быть больше, чем по краям (табл. 3.14)

Таблица 3.14

Давление вальцов в зависимости от толщины пилы

Толщина пилы, мм	Давление вальцов, кН, на пилу		
	в средней части	в промежуточной части	по краям
2,2-2,5	20	15	12
1,8-2	16	12	10

Правильность вальцевания определяют линейкой, которую прикладывают поперек полотна изогнутой пилы (радиус изгиба 1,5-1,75 м). Если между линейкой и полотном пилы полной ширины образуется просвет, который равномерно увеличивается к средней части полотна, пила будет устойчива в работе. Просвет зависит от толщины пилы, представленной в табл. 3.15.

Таблица 3.15

Просвет пилы в зависимости от толщины пилы, мм

Толщина пилы, мм	1,8	2	2,2	2,5
Просвет, мм	0,2	0,15	0,12	0,1

После вальцевания контролируют плоскостность и напряженное состояние полотна пилы. Если обнаружены местные дефекты (отклонение от плоскостности больше 0,15 мм) и напряженное состояние не соответствует нормативным значениям, то дополнительно правят и вальцуют

пилу. Дополнительные следы при вальцевании наносят так, как указано в скобках в табл. 3.11 и на рис. 3.5. При этом общее количество следов для новых пил не должно превышать 5.

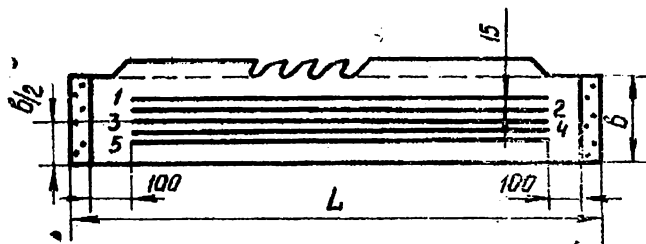


Рис. 3.5. Расположение и порядок следов вальцевания по полотне рамной пилы

При потере пилой плоской формы (искривление ее кромок) за счет чрезмерного вальцевания средней зоны пилу вальцуют по двум следам на расстоянии 10 мм соответственно от задней кромки и линии впадин зубьев. Давление роликов необходимо уменьшить по сравнению с указанным для данной пилы в табл. 3.13, примерно на 30%.

3.4. Подготовка зубьев рамных пил

3.4.1. Площение и формование зубьев

Замеряется величина уширения зубьев. Результаты замеров сравнивают с минимальной величиной уширения зубьев на сторону по табл. 3.16.

Таблица 3.16

Минимальная величина уширения зубьев рамных пил на сторону

Древесина хвойных пород с абсолютной влажностью			Древесина твердых пород (дуб, бук и др.) при любой влажности
до 30% в любое время года	свыше 30% зимой	свыше 30% летом	
0,5	0,5	0,6	0,4

Зубья рамных пил, имеющие уширение на сторону меньше, чем указано в табл. 3.16, подлежат площению.

При площении и формовании могут появиться различные дефекты (табл. 3.17, 3.18).

Причины возникновения дефектов плющения и способы их устранения

Дефекты	Причины образования	Способы предупреждения или устранения
Одностороннее расплющение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Косая расточка граней. 2. Отгиб и выверт зуба на сторону. 3. Косая заточка передней или задней грани зуба. 4. Износ поверхности валика. 5. Перекос валика из-за слабину или разработки втулок или гнезд в корпусе. 6. Износ поверхности наковаленки. 7. Скашивание поверхности наковаленки. 8. Неравномерный износ упоров или несоответствие радиусов кольцевых выступов на правом и левом упорах. 9. Поломка одного из упоров. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выверить пилоточный станок - плоскость вращения круга должна быть перпендикулярна плоскости пилы. 2. Осмотреть пилу и устранить отгиб зубьев. 3. Устранить неперпендикулярность передней и задней граней боковым поверхностям пилы выверкой заточного станка. 4. Передвинуть валик или заменить его новым. 5. Сменить втулку, расточить гнезда в корпусе и вставить втулки. 6. Подшлифовать поверхности наковаленки; перевернуть ее другой стороной. 7. Сточить и подшлифовать поверхность под прямым углом. 8. Заменить упоры плоскоилки. 9. То же.
Заворот кончика зуба вверх	Неплотное прилегание наковаленки к задней грани у кончика зуба.	Наладить плоскоилку; опустить опорную планку и развернуть корпус вправо (вперед) до полного прилегания наковаленки; наладить точильный автомат.
Загиб кончика зуба вниз	<ol style="list-style-type: none"> 1. Искажение заднего угла у зубьев. 2. Неплотное прилегание наковаленки к грани зуба у заднего скоса. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наладить плоскоилку. 2. Поднять заднюю опорную планку и развернуть корпус влево (назад).

Дефекты	Причины образования	Способы предупреждения или устранения
Укороченная лопаточка и неглубокое уширение кончика зуба.	Излишнее снятие скоса наковаленки.	Заправить наковаленку в соответствии с углом заострения зуба; развернуть валик влево, передвинуть передний ограничитель.
Укороченная лопаточка.	Излишнее опущение наковаленки.	Поднять наковаленку; проверить правильность смещения скоса; не допускать изменения профиля валиков
Нерасплощивание кончика зуба.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заправка скоса наковаленки без учета глубины плоскости. 2. Высоко поднятая наковаленка. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заправить наковаленку в соответствии с глубиной плоскости. 2. Упорным винтом опустить наковаленку до касания с валиком, когда он повернут к ней цилиндрической стороной.
Образование поперечных и продольных трещин.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Образование задиров на рабочей поверхности валика. 2. Отсутствие смазки передней грани зуба и валика. 3. Искажение профиля валика в результате неправильной заправки. 4. Плохо отшлифованная поверхность валика. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сдвинуть валик в осевом направлении, сменить валик. 2. Смазать зубья и валик перед плоскостью. 3. Не допускать ручной заправки валика. 4. Отшлифовать поверхность валика оселком, не искажая его профиля.

Таблица 3.18

Причины возникновения дефектов формирования и способы их устранения

Дефекты	Причины образования	Способы предупреждения или устранения
Несимметричность	Смещение формующих плашек	Проверить настройку формовки, формующего узла
Непостоянство углов бокового зазора	Неправильная заправка скосов формующих плашек	Заправить плашки по шаблону; отрегулировать положение упора у формовки, формовочного устройства
Малая ширина отформованных плочадек	Неправильное положение вершин зубьев относительно плашек	Сместить базирующий упор. Отрегулировать положение формующего узла
Непостоянство ширины отформованных лопаточек	Недостаточное уширение зубьев после плющения; неплотная посадка формовки относительно передней грани зубьев	Настроить плющильный станок; прижать при работе упор формовки к передним граням зубьев

Вершины зубьев расплющивают эксцентриковым валиком на полуавтомате ПХФ или специальными ручными плюшилками ПР-2. При повороте валика его эксцентриковая часть надавливает на переднюю грань, расплющивая ее и вытягивая кончик зуба (рис. 3.6, а).

Вновь насеченные зубья перед плющением следует заточить. Отклонение зубьев (до плющения) от плоскости полотна пилы не должно превышать $\pm 0,05$ мм. Зубья новых пил рекомендуется расплющивать в два или три приема. Повторное плющение выполняется через 3-4 заточки (в зависимости от величины начального уширения).

Форма и размеры вершин зубьев после плющения и формования должны соответствовать указанным на рис. 3.6, б. Уширение зубьев после плющения (до формования) должно равняться 0,5-0,6 толщины пилы, но не более 1,3 мм на сторону. Расплющенный и отформованный зуб не должен иметь трещин и выкрошин. Последние определяются с помощью лупы. Если после первого прохода в вершинах зубьев появились трещины, зубья затачивают до устранения следов плющения по передней грани и плющение повторяют. Величина уширения должна быть такой, чтобы после формования и заточки уширение зубьев на сторону соответствовало данным, приведенным в табл. 3.19.

Таблица 3.19

Уширение зубьев на сторону после формования и заточки

Древесина хвойных пород с абсолютной влажностью			Древесина твердых пород (дуб, бук и др.) при любой влажности
до 30% в любое время года	свыше 30% зимой	свыше 30% летом	
$0,65 \pm 0,05$	$0,75 \pm 0,05$	$0,85 \pm 0,05$	$0,55 \pm 0,05$

Величина поднутрения зубьев в направлении от вершины зуба к впадине и от передней грани к задней должна быть равной $4 \pm 1^\circ$.

Для уменьшения износа плюшильных валиков и трещинообразования зубьев перед плющением их рекомендуется смазывать пастой, состоящей из 40% порошка баббита, 40% автола и 20% солидола.

Развод рамных пил осуществляется аналогично разводу круглых плоских пил.

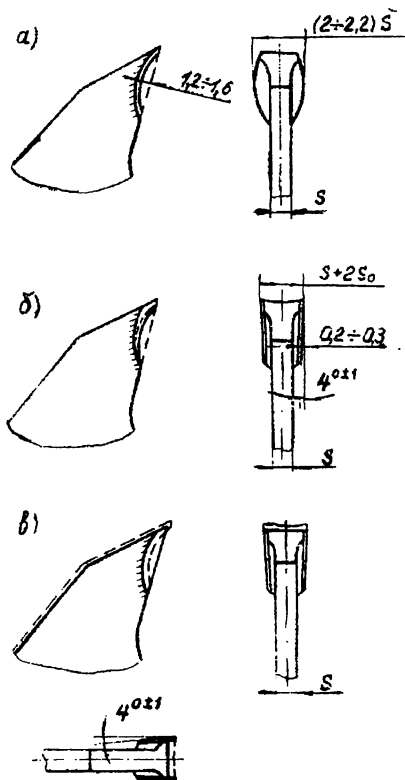


Рис. 3.6. Форма и размеры вершин зубьев рамных пил:
 а - после плюшения; б - после плюшения и формования;
 в - после плюшения, формования и заточки

3.4.2. Заточка зубьев

Они затачиваются на специализированном полуавтомате ТчПР-2 или на универсальных заточных станках ТчПА-3, ТчПА-5 и ТчП.

Правильная заточка должна обеспечить требуемую остроту режущих кромок и установленный стандартом профиль зуба. Профиль зуба харак-

теризуется шагом и высотой, передним углом и углом заострения, радиусом закругления впадины и длиной задней грани.

При настройке заточного станка должны быть выдержаны параметры, указанные в табл. 3.20.

Таблица 3.20

Параметры заточки зубьев рамных пил

Шаг зубьев, мм	Ход собачки, мм	Высота зубьев, мм	Ход шлифовальной головки, мм	Радиус профиля шлифовального круга, мм	Передний угол, град.
22	23-26	18	27	2	15 + 2°
26	27-30	20	30	2	
32	33-36	22	34,5	3	
40	41-44	26	39	4	

В летний период передний угол должен быть увеличен до 17°, при распиловке зимой уменьшен до 13°.

Толщина шлифовального круга зависит от шага затачиваемых зубьев и принимается равной $(0,3 - 0,4) \cdot t$.

Заточка должна производиться преимущественно за счет сошлифования металла с задней грани, что позволяет увеличить срок службы лопаточек плющенных зубьев.

Число проходов пилы при заточке зависит от степени затупления пилы и толщины слоев, снимаемых с передней и задней граней за один проход. Режим заточки должен соответствовать приведенному в табл. 3.21.

Таблица 3.21

Режим заточки зубьев рамных пил

Операция	Окружная скорость круга, м/с	Число дв. ходов/мин.	Толщина сошлифовываемого слоя за проход, мм		Количество проходов
			Передняя грань	Задняя грань	
Профилировка	25-35	35	0,09	0,18	До образования требуемого профиля
Заточка после плющения	25-35	35	0,06	0,09	3-4
Заточка	25-35	35,56	0,03	0,06	3-4
Подшлифовка	25-35	35,56	0	0	2-3

Первую заточку (для получения заданного специализированного профиля и устранения затупления штампованных зубьев) выполняют в случае поставки пил с нерасплюснутыми и неразведенными зубьями. Вторая заточка происходит после плющения и формования зубьев. Пилы затачивают за пять, девять проходов, из которых последние два - три подчистные. Режимы заточки и подчистки рамных пил представлены в табл. 3.22.

Таблица 3.22

Режимы заточки и подчистки рамных пил

Параметры	Заточка	Подчистка
Окружная скорость круга, м/с	20-25	20-25
Толщина снимаемого за один проход слоя, мм	0,03-0,05	0,005-0,01
Число проходов	3-6	2-3

При заточке зубьев пил после насечки для уменьшения разношагости подачу пил ведут во второй зуб от шлифовального круга. В дальнейшем пила подается в первый зуб от шлифовального круга.

Радиус профиля круга выбирается в зависимости от шага зубьев в соответствии с табл. 3.19.

После заточки и подшлифовки зубьев с них снимаются заусенцы шлифовальным бруском или напильником.

3.4.3. Контроль качества подготовки зубьев

Высота и шаг зубьев рамных пил могут контролироваться штангенциркулем (рис. 3.7). Допускаемое отклонение размеров шага и высота зубьев от номинальных размеров $\pm 0,2$ мм.

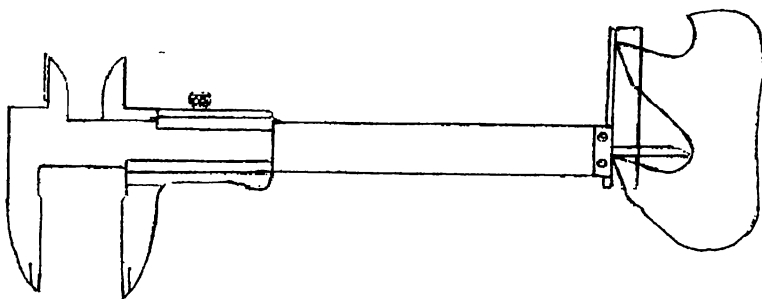


Рис. 3.7. Измерение высоты зуба

Радиус закругления впадины контролируется с помощью радиусных шаблонов. Допускаемое увеличение радиуса закругления впадины против нормативной - 0,5 мм.

Угловые параметры заточенных зубьев могут быть проверены универсальным угломером, как показано на рис. 3.8, 3.9.

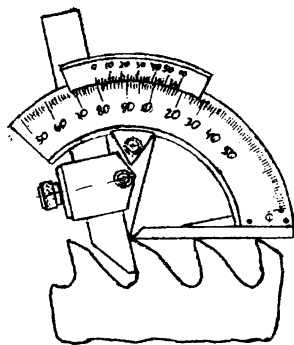


Рис. 3.8. Измерение переднего угла зубьев рамных пил

Предельные отклонения угловых параметров заточенных пил не должны превышать $\pm 1^\circ$.

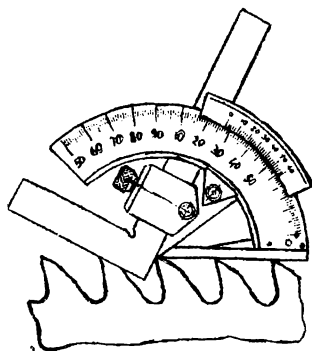


Рис. 3.9. Измерение заднего угла зубьев рамных пил

Угол поднутрения зубьев рамных пил контролируется универсальным угломером (рис. 3.10). Номинальная величина угла поднутрения 4° .

Допускается отклонение угла поднутрения от номинального значения $\pm 1^\circ$.

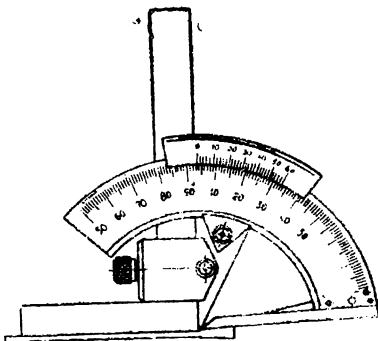


Рис. 3.10. Измерение угла поднутрения зубьев рамных пил универсальным угломером

Уширение зубьев на сторону может быть замерено разводомером Синцова или индикаторным разводомером (рис. 3.11). Величина уширения зубьев зависит от породы древесины и ее гидротермического состояния. Величины уширения зубьев на сторону после плющения и первой заточки приведены в табл. 3.19. Допускаемое отклонение величины уширения от нормативных значений $\pm 0,05$ мм.

Уширение - важный параметр зубьев пил. При малой величине его полотно нагревается от трения стенки пропила. Это приводит к уменьшению устойчивости пилы и точности пиления. При большом уширении зубьев пиление сопровождается большим расходом древесины в опилки, увеличением сил резания и потребляемой мощности. Поэтому строго следует придерживаться нормативных величин уширения зубьев.

Острота зубьев проверяется с помощью лупы с десятикратным увеличением. Контролируемые зубья сравниваются с эталонными образцами правильно заточенных зубьев. Зубья пил не должны иметь заворотов, надломов и засинения кончиков. Заточенные зубья не должны блестеть на уголках, образуемых пересечением кромок. Блеск свидетельствует о непроточенных участках.

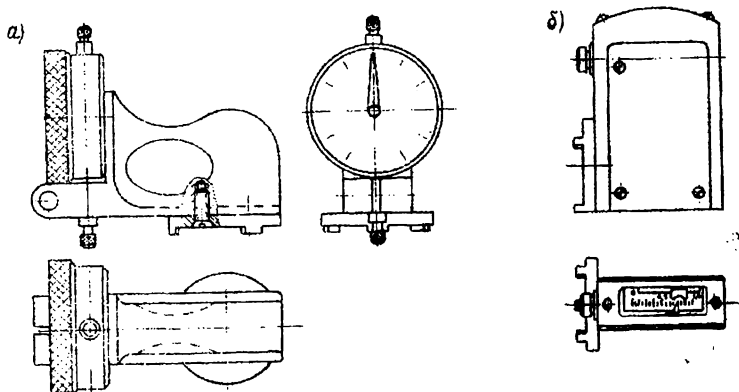


Рис. 3.11. Приборы для измерения уширения зубьев дереворежущих пил:
а - индикаторный разводмер; *б* - развод конструкции Синцова

Шероховатость передней и задней граней зубьев определяется путем сравнения с эталонами шероховатости. Она должна быть не ниже 5-го класса чистоты и 6-7 классов после подшлифовки.

Отклонение от прямолинейности линий вершин зубьев и задней кромки пилы проверяется с помощью поверочной линейки, калиброванных плиток и набора щупов (рис. 3.12). Допускается отклонение линии вершин зубьев от прямолинейности $\pm 0,2$ мм на длине 1000 мм. Вогнутость задней кромки со стрелой прогиба более 0,3 мм на 1000 мм длины не допускается. Выпуклость задней кромки не допускается.

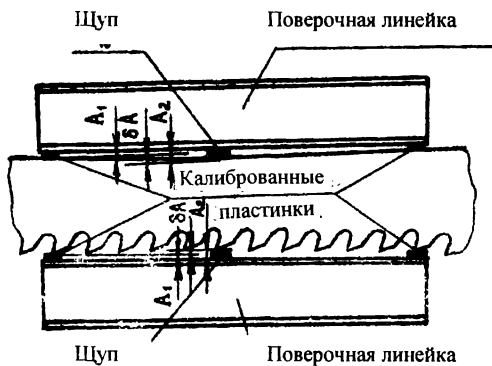


Рис. 3.12. Определение величины отклонения линии вершин зубьев и задней кромки пилы от прямолинейности

3.5. Установка рамных пил и контроль правильности установки

Установка рамных пил в лесопильную раму оказывает большое влияние на качество пиломатериалов и производительность лесопильной рамы. Чтобы правильно установить пилы в лесопильную раму, необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) формировать постав в соответствии с планом раскроя сырья;
- 2) полотна пил должны быть параллельны направлению движения бревна (рельсовым путям) и направляющим пильной рамки;
- 3) уклон режущей кромки должен соответствовать величине посылки;
- 4) для придания наибольших напряжений режущей кромке пилы должны быть установлены с эксцентриситетом;
- 5) пилы должны быть натянуты для обеспечения необходимой устойчивости и жесткости;
- 6) пилы должны отстоять друг от друга на расстояниях, соответствующих толщинам выпиливаемых лесоматериалов с учетом уширения зубьев пил и припусков на усушку;
- 7) пилы должны быть подобраны в постав и обжаты с боков.

3.5.1. Формирование постава пил

Постав пил формируется в соответствии с планом раскроя сырья. Согласно плану подбирают межпильные прокладки и пилы. Верхние и нижние прокладки подбирают попарно, начиная со средних и кончая распорными (крайними). Подобранные прокладки укладываются в ящик и за 10-15 мин. до начала смены подносятся к лесопильной раме.

При подборе пил в постав необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) минимальные размеры пил должны быть приняты согласно табл. 3.7;
- 2) для уменьшения «засора» пилы в поставе необходимо устанавливать "желобком", то есть более узкие пилы должны находиться в середине постава;
- 3) пилы, симметрично расположенные в поставе, подбираются с одинаковой шириной, толщиной и шагом зубьев;
- 4) пилы, выпиливающие брус, должны быть на 0,2 мм толще остальных.

3.5.2. Выполнение операций по установке рамных пил

Установка пил производится в определенной последовательности:

- 1) ставят в пильную рамку захваты в количестве, равном числу пил в поставе;
- 2) верхние струбицы поднимают или опускают на такую высоту, при которой свободная длина пил минимальна при заданной наибольшей высоте пропила. При этом нижние струбицы должны крепиться на 50-60 мм ниже верха нижних подающих вальцов при верхнем положении пильной рамки;
- 3) пилы вставляют в захваты так, чтобы относительный эксцентриситет линии натяжения пилы на середине свободной длины соответствовал величине, приведенной в табл. 3.7;
- 4) распорки и прокладки в верхней и нижней частях постава устанавливают, начиная с левой стороны и затем слегка обжимают правыми струбцинами;
- 5) легким подколачиваем клиньев у эксцентриковых захватов пилам придают предварительное натяжение;
- 6) пилам придается уклон и проверяется с помощью пилоуклономера;
- 7) выверяется положение пил в пильной рамке;
- 8) постав обжимается правыми струбцинами;
- 9) окончательно подтягиваются пилы;
- 10) контролируется жесткость.

При установке пил выполняются следующие требования:

- 1) опорные поверхности планок коренных (обычно левых) струбцин устанавливаются в одной вертикальной плоскости;
- 2) середина постава пил должна совпадать с центром пильной рамки, допускаемое отклонение равно 2 мм;
- 3) смежные прокладки устанавливаются на одной высоте.

Правильно установленные пилы должны иметь требуемый уклон линии вершин зубьев, необходимое напряженное состояние и их полотна должны быть параллельны рельсовому пути к направляющим пильной рамки.

3.5.3. Крепление и натяжение рамных пил

Крепление и натяжение рамных пил осуществляется с помощью клиновых, винтовых и эксцентриковых захватов. Наибольшее распространение получили эксцентриковые захваты, так как они обеспечивают быстроту и равномерность натяжения, безопасны в работе. Кроме того, эксцентриковые захваты обеспечивают нормальную установку пил на

расстоянии 18-22 мм друг от друга. Винтовые захваты допускают нормальную установку пил на расстоянии 26 мм друг от друга.

В боковом направлении пилы закрепляются с помощью струбцин и межпилных прокладок.

Эксцентриковым захватом пилы натягиваются за два-три приема. За каждый прием натягивают сначала крайние пилы, попарно расположенные от краев постава, а затем средние. После распиловки 5-8 бревен или брусьев пилы необходимо дополнительно подтянуть.

3.5.4. Уклон рамных пил

При установке рамных пил в лесопильную раму им придается уклон. Величина уклона равна горизонтальной проекции части линии вершин зубьев наклонно установленной пилы, вертикальная проекция которой равна величине хода пильной рамки. Необходимая величина уклона пил зависит от вида подачи и величины посылки. Для лесопильных рам с непрерывной подачей уклон пил определяется по формуле:

$$y = \frac{\Delta}{2} + a \text{ мм}, \quad (3.3)$$

где Δ – величина посылки, мм;

a – запас на отсутствие трения спинок зубьев о дно пропила ($a = 1 \dots 2$ мм).

Для рам с толчковой подачей:

$$\text{за рабочий ход: } y = a; \quad (3.4)$$

$$\text{за холостой ход: } y = \Delta + a. \quad (3.5)$$

Пилоуклономер состоит из корпуса 1 и корпуса 2 с ампулой. Величина уклона регулируется путем наклона корпуса при вращении барабана 3, насаженного на винт 4. Для измерения уклона на барабан 3 нанесены деления. Каждое деление соответствует 1 мм уклона пил. Пилоуклономер устанавливается на заданный уклон пил поворотом барабана до совмещения нужного штриха с вертикальной риской на втулке 5.

Пилоуклономер прикладывается опорными угольниками в средней части пилы (по длине). При уклоне, соответствующем посылке, пузырек ампулы 6 должен быть в среднем положении. Отклонение его от среднего положения не должно превышать половины деления ампулы.

Уклон устанавливается с помощью пилоуклономера (рис. 3.13).

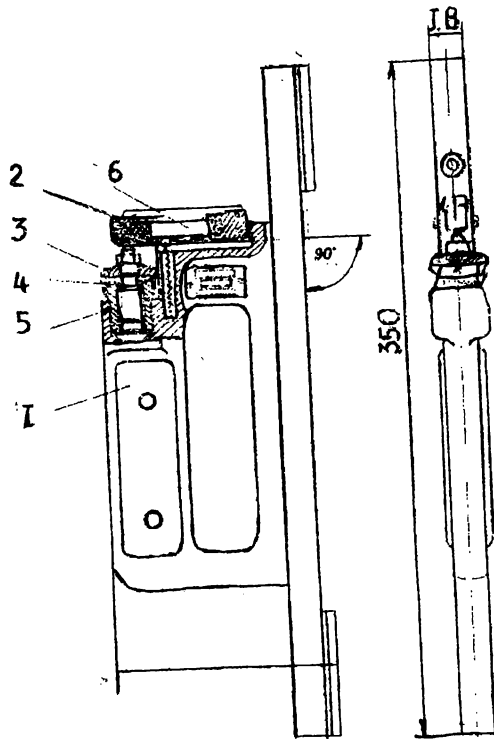


Рис. 3.13. Пилуоклономер:
 1 - корпус; 2 - корпус с ампулой; 6, 3 - барабан; 4 - винт; 5 - втулка

3.5.5. Эксцентриситет линии натяжения рамных пил

Для повышения жесткости и устойчивости рамных пил без увеличения силы натяжения необходимо их устанавливать с эксцентриситетом. С этой целью линия натяжения, проходящая через центр шарниров захватов, располагается впереди оси пилы на середине свободной длины на расстоянии, равном произведению ширины пилы на величину относительного эксцентриситета линии натяжения. Таким образом, величина эксцентриситета определяется по формуле:

$$l = \varepsilon \cdot b, \quad (3.6)$$

где b – ширина полотна пилы, мм;

ε – относительный эксцентриситет линии натяжения.

Величина относительного эксцентриситета берется из табл. 3.7. Для установки пил с эксцентриситетом используется металлическая линейка.

3.5.6. Выверка положения пил в пильной рамке

Установка пил параллельно направлению движения бревна (рельсам) и линии движения пильной рамки (направляющим) - одно из основных условий качественной распиловки. Правильность установки в горизонтальной и вертикальной плоскостях выверяется угольником и линейкой (рис. 3.14).

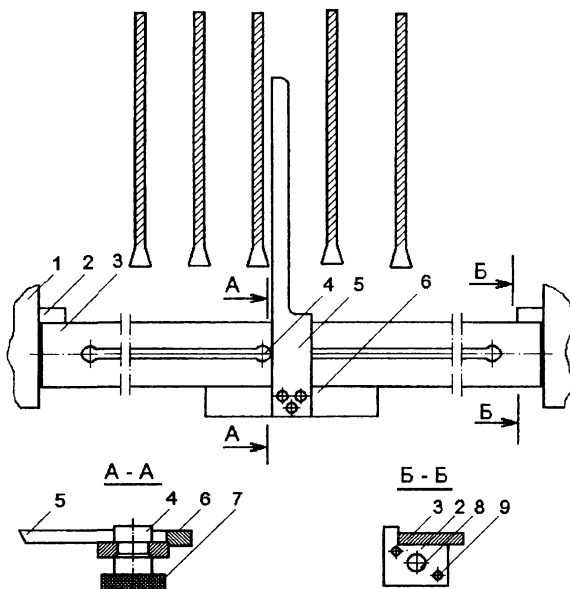


Рис. 3.14. Линейка и угольник:

- 1 - станина; 2 - планка; 3 - линейка; 4 - гайка-упор; 5 - стержень угольника;
6 - пластина угольника; 7,8- болты; 9 - штифт

Линейка 3 представляет собой стальную полосу, одна боковая кромка которой шлифована. На середине линейки имеется прорезь для болта 7 со специальной головкой (барашком) 4, служащей упором для угольника. Угольник состоит из стержня 5 и направляющей пластины 6.

Угол между рабочими поверхностями стержня 5 и пластины 6 составляет 90°. Планки 2 закрепляются на станине 1 лесопильной рамы с помощью болтов 8 и штифтов 9.

Выверка пил производится в такой последовательности:

1. Поднимают пильную рамку в верхнее положение.
2. Подводят стержень угольника к пиле так, чтобы он не касался плющенных зубьев (к впадине между зубьями).
3. Если стержень угольника не коснется полотна пилы по всей его ширине, то с помощью струбцин пилу разворачивают до полного касания их полотен стержня угольника. Допускается отклонение угольника от плоскости полотна пилы на 0,2-0,3 мм. Большие значения относятся к широким пилам. Величина отклонения измеряется щупом.
4. После проверки нижней части постава пил его обжимают правой нижней струбциной.
5. К одной из средних пил постава прикладывают угольник. Положение его на линейке фиксируется с помощью передвижного упора. Затем угольник снимают с линейки и пильную рамку опускают вниз.
6. Угольник снова кладут на линейку и прижимают к упору. По зазору между пилой и стержнем угольника определяют отклонения постава пилы от вертикального положения. Отклонение устраняют с помощью струбцин. Допускаемое отклонение пил от вертикали 1-2 мм. Большие значения относятся к пилам с большой свободной длиной. Величина отклонения измеряется щупом.
7. После проверки параллельности всех пил направлению подачи верх постава обжимают правой верхней струбциной. Правильность пригонки линейки к платинам на станине лесопильной рамы проверяется раз в два месяца.

3.5.7. Определение жесткости рамных пил

Напряженное состояние рамных пил характеризуется жесткостью. Жесткость показывает, какую боковую силу необходимо приложить к режущей кромке пилы на середине ее свободной длины, чтобы отклонить эту кромку на 1 мм. Жесткость определяется по формуле:

$$j = \frac{Q}{y}, \quad (3.6)$$

где Q – боковая сила, равная 19,6 Н;

y - величина бокового отклонения пилы в месте приложения нагрузки, мм.

Для качественной и производительной распиловки пилы должны иметь необходимую жесткость. При распиловке сырья с высотой пропила до 500 мм жесткость должна составлять 60-70 Н/мм, при большей высоте пропила 70-80 Н/мм.

Для контроля жесткости рекомендуется жесткомер конструкции, представленной на рис. 3.15. Жесткомер перемещается по линейке, аналогичной линейке для выверки пил, и может быть закреплен в любой точке по ширине постава. Жесткость определяется на середине свободной длины пилы. Нагрузка, равная 19,6 Н, прикладывается через рычаг к режущей кромке зубьев пилы. Величина отклонения кромки пилы определяется индикатором часового типа.

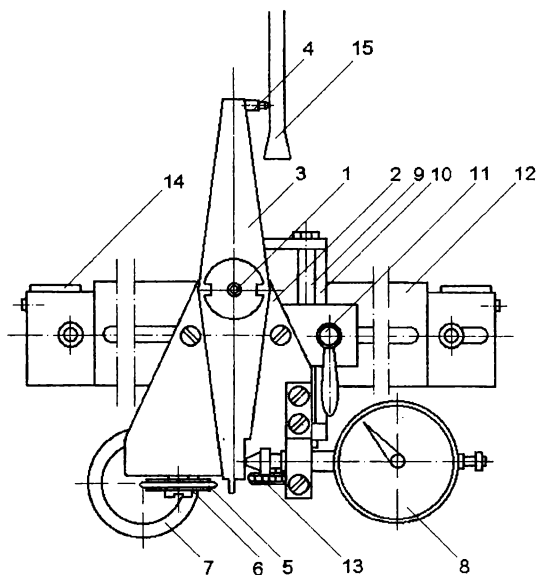


Рис. 3.15. Жесткомер:

- 1 - ось; 2 - опора; 3 - рычаг; 4 - упор; 5 - нить; 6 - блок; 7 - груз;
8 - индикатор часового типа; 9 - направляющие стержневого типа; 10 - основание;
11 - стопор; 12 - линейка; 13 - стопорный винт; 14 - угольник; 15 - пила

Жесткость пилы определяется по графику (рис. 3.16).

3.5.8. Контроль натяжения пил

Устойчивость пил зависит от силы их натяжения, но излишнее натяжение может привести к разрыву пилы и перенапрягает пильную рамку. Для контроля сил натяжения пил используются тензометрические устройства, которые закрепляются на полотнах пил со стороны зубчатой кромки после предварительной подтяжки пил. Затем рамщик натягивает пилу до требуемой силы, которую определяют по циферблату тензометра.

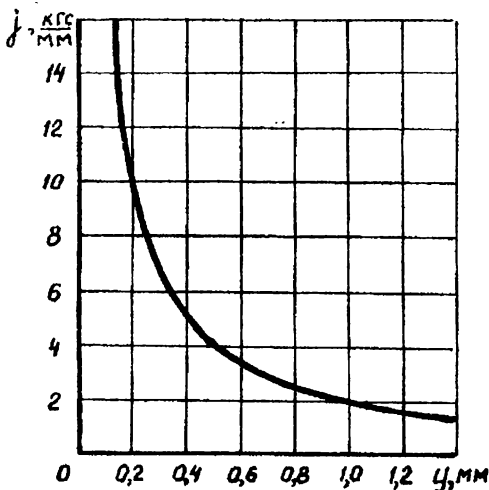


Рис. 3.16. График для определения величины жесткости пилы по показанию индикатора жесткости

Рекомендуется натягивать пилы с учетом свободной длины (расстояние между верхними и нижними прокладками), ширины и толщины в соответствии с табл. 3.23.

Таблица 3.23

Определение сил натяжения пилы

Свободная длина пил, мм	Ширина пилы, мм	Необходимая сила натяжения пилы, кН, при толщине пил, мм			
		1,8	2	2,2	2,5
1000	100	40	32	25	22
	180	20	18	13	11
1500	100	60	41	38	33
	180	30	26	20	17
1850	100	-	52	47	41
	180	37	32	25	21

3.5.9. Снятие рамных пил с лесопильной рамы

Для снятия рамных пил нужно слегка ослабить натяжение средних пил, а затем крайних, после чего в том же порядке осуществлять их дальнейшее ослабление; ослабить верхнюю правую струбцину и вынуть верхние межпилльные и зажимные прокладки, а затем ослабить нижнюю правую струбцину и вынуть сначала нижние межпилльные и зажимные прокладки, а затем пилы из захватов.

Пилы и прокладки очистить от опилок и сложить для отправки на инструментальный участок.

3.6. Выполнение операций по ремонту рамных пил

3.6.1. Обрезка пилы

Рамные пилы обрезают по длине и ширине при ремонте, если они имеют трещины, выломанные зубья, обрывы полотна около планок и если длина пил не соответствует размерам пильной рамки.

Обрезка по длине производится при обрыве полотна около планок, наличии трещин и несоответствии длин пил размерам пильной рамки. Линия обрезки наносится чертилкой на полотно по угольнику под прямым углом к задней кромке. Длина пил для каждой лесопильной рамы должна быть одинакова. Допускается отклонение по длине пилы ± 1 мм. Обрезка производится на пилоштампе ПШП-2 или ПШ-3М. Пила подается в зону резания вручную. Ножи должны устанавливаться так, чтобы концы их перекрывали друг друга на 1-2 мм. Зазор между ножами не должен превышать 0,1 мм.

Допускается обрезка пил по длине с помощью молотка и зубила. Угол заточки зубила должен составлять 100-120°. После обрезки торец пилы зачищается шлифовальным кругом.

Обрезка пил по ширине производится, если на зубьях или на впадинах между ними имеются трещины длиной более 5 мм, которые трудно устранить стачиванием, если сломано два или более зубьев, а также при переходе на новый шаг зубьев. Пилы по ширине обрезают на пилоштампах ПШП-2 или ПШ-3М аналогично обрезке пил по длине или ножницами. Перед обрезкой пилы направляющая линейка устанавливается параллельно плоскости ножей. Обрезку можно начинать с любого конца пилы. Отклонение обрезной кромки от прямолинейности не должно превышать $\pm 0,02$ мм на 1000 мм.

По мере стачивания пилы на обоих ее концах образуются "застои", которые мешают заточке, а при пилении способствуют образованию "зазор", поэтому необходимо регулярно обрубать их зубилом.

3.6.2. Насечка зубьев

Зубья насекают на обрезной кромке пилы. Для насечки используется пилоштам ПШП-2 или ПШ-3М с направляющей линейкой и комплектом штампов, соответствующих шагу зубьев 22, 26, 32 и 40 мм. Штампы имеют быстросъемные пуансоны и матрицы. Последние должны точно соответствовать друг другу, и на их режущих кромках не должно быть заоваливания и выкрошин. Зазор между матрицей и пуансоном не должен превышать 0,1 мм. При насечке зубьев задняя кромка пилы должна упираться в направляющую линейку, а передняя грань зуба – в упор. Насечку зубьев можно вести и по шаблону, в качестве которого может служить правильно подготовленная пила, имеющая требуемый профиль и постоянный шаг. Пила-шаблон накладывается на полотно пилы, подлежащей насечке, и концы их скрепляют струбцинами. Зубья насекаются не на полный профиль, а оставляют припуск, равный 1-1,5 мм, чтобы последующей заточкой удалить дефектный слой, образовавшийся при насечке.

3.6.3. Приклепка планок

Рамные пилы растягивают в пильной рамке с большой силой, поэтому приклепка планок - ответственная операция.

1. Для приклепки планок пробивается бороздкой крайнее по ширине пилы отверстие. При пробивке используется кондуктор (рис.3.17, а).
2. Приклепываются планки одной заклепкой (рис. 3.17, б).
3. Планки устанавливаются по угольнику перпендикулярно задней кромке пилы (рис. 3.17, в).
4. Пробивается второе крайнее отверстие. Кондуктором в этом случае служат крайние отверстия в планках (рис. 3.17, г).
5. Приклепываются планки второй заклепкой.
6. Проверяется по угольнику перпендикулярность кромок планок задней кромки пилы (рис. 3.17, д).
7. Пробиваются остальные отверстия в пиле.
8. Вставляются поочередно с разных сторон в отверстия заклепки и приклепываются планки (рис. 3.17, д).

9. Сошлифовываются торцы пилы, выступающие за пределы планок и часть головок заклепок, выступающая над поверхностью планок.
10. Контролируется качество приклейки. Расстояние между опорными поверхностями верхних и нижних планок пилы проверяют при помощи шаблона (рис. 3.17, е). Это расстояние зависит от длины и определяется по табл. 3.24.

Таблица 3.24

Расстояние между опорными поверхностями планок, мм	
Длина пилы, мм	Расстояние между опорными поверхностями планок, мм
1250	1195
1400	1345
1500	1445
1600	1545
1750	1695
1950	1895

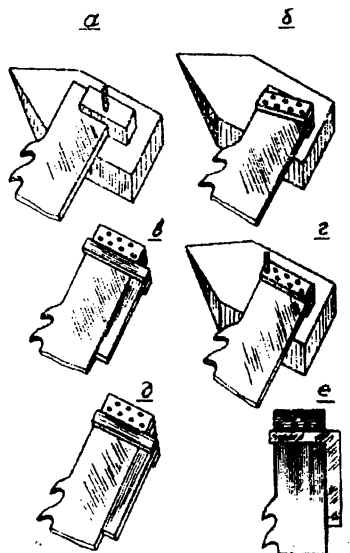


Рис. 3.17. Последовательность операций при приклейке планок к полотну рамной пилы:
а - пробивка правого крайнего отверстия; *б* - приклейка планок одной заклепкой;
в - установка планок по угольнику; *г* - пробивка второго крайнего отверстия;
д - проверка по угольнику перпендикулярности кромок планок задней кромки пилы;
е - приклейка планок на остальные заклепки и окончательный контроль

Допускаемое отклонение расстояния между опорными поверхностями верхних и нижних планок у разных пил 1 мм.

Отклонение планок от перпендикулярности к задней кромке пилы не должно превышать 0,5 мм на 100 мм ширины полотна. Не допускается несовпадение уровня опорных скошенных граней планок более 0,5 мм на 100 мм ширины полотна.

Контроль производится с помощью угольника и щупа.

3.6.4. Приспособления для установки рамных пил

Межпилыные прокладки изготавливают из металла, древесины твердых пород. Влажность деревянных прокладок должна быть не выше $15 \pm 3\%$. Размеры и форма прокладок показаны на рис. 3.18.

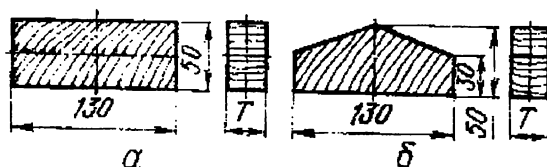


Рис. 3.18. Прокладки:
а - деревянные верхние; б - деревянные нижние

Находят применение прокладки из пластмасс с магнитами, обеспечивающими крепление прокладок к пиле. Основное требование к прокладкам - постоянная толщина:

$$T = S + 2 \cdot S' + d + \Delta_S, \quad (3.7)$$

где S – толщина доски мм;

S' – уширение зубьев на одну сторону, мм;

d – припуск на усушку, мм;

Δ_S – погрешность плюсового и минусового допускаемых отклонений при несимметричном поле допуска.

Допускается отклонение по толщине одной прокладки +0,1 мм, разных прокладок одного размера $\pm 0,15$ мм. Точность прокладок проверяют предельным калибром с проходной и непроходной сторонами. Боковые поверхности прокладок должны быть гладкими, не грубее пятого класса, остальные поверхности не грубее второго класса. В прокладках не допускаются сучки, гниль на опорных поверхностях.

Припуски на усушку d даны в табл. 3.24 для распиловки бревен хвойных пород при влажности 37 % и более, лиственных пород - 35 % и более.

Таблица 3.24

Припуск на усушку, мм

Номинальная толщина пиломатериала при влажности 14-16%, мм	Сосна, ель, кедр, пихта		Лиственница		Береза, дуб, клен, ольха, ясень, осина, тополь		Бук, граб, ильм, липа	
	14-16	17-19	20-22	23-25	14-16	17-19	20-22	23-25
13	0,7	0,9	0,7	1	1	1,1	1,3	1,5
16	0,8	1	0,8	1,1	1,1	1,3	1,5	1,8
19	0,8	1	1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,8
22	0,9	1,2	1,1	1,4	1,3	1,6	1,8	2,1
25	1,1	1,4	1,5	1,6	1,5	1,7	1,9	2,2
30	1,2	1,6	1,6	1,9	1,6	2	2,1	2,3
32	1,3	1,7	1,6	2,1	1,8	2,3	2,5	2,5
35	1,4	1,9	1,8	2,3	2	2,6	2,8	3,1
40	1,6	2,1	2	2,6	2,3	2,8	3,1	3,5
45	1,8	2,3	2,3	2,8	2,5	3,1	3,5	4,2
50	2	2,6	2,5	3,1	2,8	3,5	4,2	4,9
60	2,4	3,1	3	3,6	3,5	4,2	4,9	5,6
70	2,8	3,6	3,5	4,2	4,2	4,9	5,6	6,3
75	3	3,9	3,8	4,7	4,5	5,3	6,3	7
80	3,2	4,2	4	4,8	5	5,6	6,3	7,7
90	3,6	4,7	4,5	5,2	5,5	6,3	7,7	8,4
100	3,7	4,8	5	5,7	6	6,3	7,7	9,1
110	4	5,2	5,5	6,2	6,5	7,5	9,1	9,8
120	4,4	5,7	6	6,5	7,5	8,4	10,5	10,5
130	4,8	6,2	6,5	6,8	7,5	9,1	12,6	12,6
140	5	6,5	7,5	7,9	9	10,5	14	14
150	5,2	6,8	7,5	8,7	10	12,6	15,4	15,4
180	6,1	7,9	9	9,6	11	15,4	17,5	17,5
200	6,7	8,7	10	10,9	12,5	17,5	21	21
220	7,4	9,6	11	12,1	15	21		
250	8,4	10,9	12,5					
300	9,3	12,1	15					

Толщину прокладок выбирают в зависимости от заданной толщины досок с учетом их усушки и уширения зубьев (табл. 3.25).

Таблица 3.25

Толщина деревянных прокладок, мм

Толщина пиломатериалов, мм	Сосна, ель, кедр, пихта			Лиственница		
	Конечная влажность пиломатериалов, %					
	14-16	17-19	20-22	14-16	17-19	20-22
12	14,3	14,3	14,2	14,5	14,5	14,4
16	18,4	18,4	18,3	18,7	18,6	18,6
19	21,5	21,5	21,4	21,8	21,7	21,7
22	24,6	24,6	24,5	25	24,9	24,8

Толщина пилоте- риалов, мм	Сосна, ель, кедр, пихта			Лиственница		
	Конечная влажность пиломатериалов, %					
	14-16	17-19	20-22	14-16	17-19	20-22
25	27,8	27,7	27,6	28,1	28	27,9
32	35	34,9	34,8	35,4	35,3	35,2
38	41,3	41,2	41	41,8	41,6	41,4
40	43,3	43,2	43	43,8	43,6	43,4
44	47,4	47,3	47,1	48	47,8	47,5
48	51,6	51,4	51,2	52,2	51,9	51,6
50	53,6	53,4	53,2	54,2	53,9	53,6
56	59,8	59,6	59,3	60,4	60,1	59,7
58	62	61,7	61,4	62,6	62,2	61,8
60	64	63,7	63,4	64,6	64,2	63,8
63	67,1	66,8	66,4	67,7	67,3	66,9
66	70,2	69,8	69,4	70,8	70,4	69,9
68	72,3	71,9	71,5	73	72,5	72
70	74,3	73,9	73,5	75	74,5	74
73	77,4	77	76,6	78,2	77,6	77,1
74	78,4	78	77,6	79,2	78,6	78,1
75	79,4	79	78,6	80,2	79,6	79,1
76	80,4	80	79,6	81,2	80,6	80,1
78	82,6	82,1	81,6	83,4	82,8	82,2
80	84,6	84,1	83,6	85,4	84,8	84,2
86	90,8	90,2	89,7	91,6	91	90,3
90	94,9	94,3	93,8	95,8	95,1	94,4
96	101	100,4	99,9	102	101,3	100,5
100	105,2	104,5	103,9	106,2	105,4	104,6
110	115,4	114,7	114,1	116,6	115,7	114,8
112	117,4	116,7	116,1	118,6	117,7	116,8
115	120,6	119,8	119,2	121,8	120,8	119,9
116	121,6	120,8	120,2	122,8	121,8	120,9
120	125,7	124,9	124,2	126,9	125,9	125,9
124	129,8	129	128,3	131,1	130,1	129,1
125	130,8	130	129,3	132,1	131,1	130,1
130	136	135,2	134,3	137,2	136,2	135,2
140	146	145,4	144,5	147,6	146,5	145,3
150	156,5	155,6	154,6	158	156,7	155,5
160	166,8	165,8	164,8	168,3	167	165,7
170	177	176	174,9	178,6	177,3	175,9
175	182,2	181,1	180	183,8	182,4	181
180	187,3	186,2	185	189	187,5	186,1
190	197,6	196,4	195,2	199,3	197,8	196,3
200	207,8	206,6	205,3	209,7	208,1	206,4
210	218,1	216,8	215,5	220	218,3	216,6
220	228,4	227	225,6	230,4	228,6	226,8
225	233,5	232,1	230,7	235,6	233,7	231,9

Толщина пиломатериалов, мм	Сосна, ель, кедр, пихта			Лиственница		
	Конечная влажность пиломатериалов, %					
	14-16	17-19	20-22	14-16	17-19	20-22
230	238,6	237,2	235,8	240,7	238,8	237
240	248,9	247,4	245,9	251,1	249,1	247,2
250	259,1	257,6	256	261,4	259,4	257,4
260	269,4	267,8	266,2	271,8	269,6	267,6
270	279,7	278	276,3	282,1	279,9	277,7
275	284,8	283,1	281,4	287,3	285	282,8
280	289,9	288,2	286,5	292,4	290,1	287,9
290	300,2	298,4	296,6	302,8	300,4	298,1
300	310,5	308,6	306,7	313,1	310,7	308,3

Уширение (развод, плющение) зубьев пил на одну сторону при расчетах принято 0,8 мм.

При иной исходной влажности бревен и конечной влажности пиломатериалов используются расчетные формулы для определения припусков на усушку. Толщина деревянных прокладок указана в приложении (П 2.1 –П 2.18).

Прогрессивно использование металлических прокладок. Они сокращают время смены поставка, уменьшают потери по толщине. Металлические прокладки изготавливают из алюминиевых ударопрочных сплавов (табл. 3.26).

Таблица 3.26

Толщина металлических прокладок

Толщина пиломатериалов, мм	Толщина прокладок, мм	
	Нормальная серия	С увеличенной полнотой
16	18,7	18,9
19	21,8	22
22	24,8	25
25	27,9	28,2
32	35	35,3
35	38,1	38,4
38	41,2	41,5
44	47,3	47,6
50	53,5	53,8
60	63,7	64,1
70	74	77,4
75	79,1	79,5
80	84,2	84,6
90	94,4	94,8
100	104,7	105,2
110	114,9	115,4
120	125,2	125,7
130	135,5	136

Толщина пиломатериалов, мм	Толщина прокладок, мм	
	Нормальная серия	С увеличенной полнотой
140	145,6	146,2
150	155,9	156,5
180	186,7	187,3
200	207,1	207,8
220	227,7	228,5
250	258,3	259,2
300	309,6	310,5

Зажимные прокладки устанавливают между струбцинами и крайними пилами. Они обеспечивают центрирование постава пил относительно пильной рамки. Толщина этих прокладок определяется по формуле:

$$T = \frac{(B - \sum T_{\text{П}} - \sum S)}{2}, \quad (3.8)$$

где B – расстояние между опорными площадками струбцин, мм;

$\sum T_{\text{П}}$ – сумма толщин прокладок конкретного постава, мм;

$\sum S$ – суммарная толщина пил конкретного постава, мм.

Зажимные прокладки, рассортированные по толщинам, хранят вместе с межпильными прокладками. Те и другие прокладки подбирают для поставов одновременно.

Захваты для натяжения пил. В лесопильных рамах с непрерывной и толчковой подачей за холостой ход пилы в поставе крепят съемными захватами (рис. 3.19).

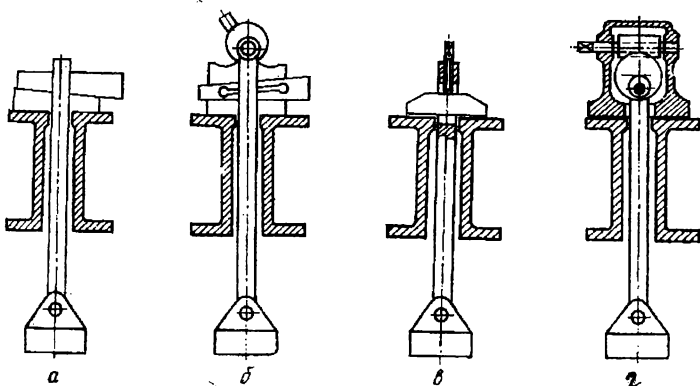


Рис. 3.19. Захваты съемные для пил к лесопильным рамам:

a – с клиновым натяжением; *б* – эксцентриковый с пружинным клином; *в* – винтовой; *г* – с червячным механизмом

Наиболее распространены эксцентриковые и клиновые захваты. В лесопильных рамах с толковой подачей за рабочий ход и тарных используют приклепные захваты (рис. 3.20).

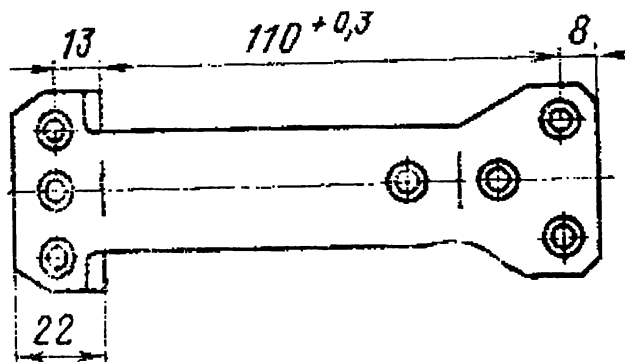


Рис. 3.20. Захват приклепной

На предприятиях для всех лесопильных рам следует устанавливать захваты одинаковой длины. Ширина верхних захватов для двухэтажных рам 80 мм, нижних 100, для одноэтажных лесопильных рам - 80 мм.

Захваты изготавливают из качественной стали марок 45, 65Г с термообработкой, щетки захватов - из рессорной стали 65Г. Щетки должны прилегать к полотну и легко перемещаться по планкам.

Использование клиньев или подкладок с продольной прорезью существенно уменьшает ослабление пил в результате нагревания при работе.

4. ЛЕНТОЧНЫЕ ПИЛЫ

4.1. Назначение и типы

По сравнению с пилами других типов ленточные пилы имеют меньшую толщину, что обеспечивает увеличение полезного выхода пилопродукции [5, 24, 27, 31, 32]. С помощью узких ленточных пил можно осуществлять криволинейное резание. Пилы подразделяются на пилы для распиловки бревен и брусьев и для распиловки древесины.

Пилы ленточные для распиловки бревен и брусьев. Предназначены для распиловки крупномерного сырья на ленточнопильных станках и линиях. Характеристики профилей зубьев ленточных пил для распиловки бревен и брусьев представлены на рис. 4.1 и в табл. 4.1.

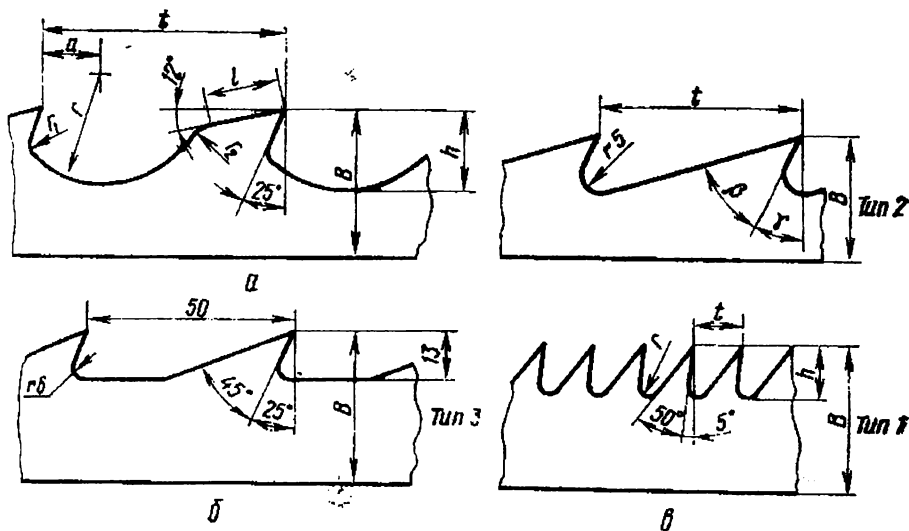


Рис. 4.1. Типы ленточных пил
а - для распиловки бревен и брусьев; б - делительных; в - столярных

Таблица 4.1

Характеристика профилей зубьев ленточных пил для распиловки бревен и брусьев

Шаг зубьев t , мм	Высота зубьев h , мм	Радиус закругления впадины r , мм	Передний угол γ , град	Угол заострения β , град
50	16	5	25	53
60	18	6	25	53
80	18	8	25	53

Основные параметры ленточных пил для распиловки бревен и брусьев представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Основные параметры ленточных пил для распиловки бревен и брусьев, мм

Обозначение	S	t	h	a	l	r	r_1	r_2	L	B
3405-0001	1,4	50	16,7	12,5	15	20,8	5,8	12	10800	230
3405-0002	1,6									
3405-0003	1,4									
3405-0004	1,6	60	20	15	18	25	7	16	11700	280
3405-0005	1,6									
3405-0006	1,8									
3405-0007	2									
									12600	
									14600	

Предельные отклонения размеров пил не должны превышать: по длине $L \pm 120$; по ширине $B \pm 3,5$; по толщине $\pm 0,11$ при $S = 1,6$ и $1,8$ мм; $\pm 0,19$ при $S = 2$ мм; $\pm 0,14$ при $S = 2,2$ мм допускаемые отклонения: по шагу $t \pm 1$ мм, высоте зубьев $h \pm 0,75$ мм, по угловым величинам $\pm 2^\circ$. Непараллельность задней кромки и линии вершин может быть $0,5$ мм на 1 м длины, но не более $1,5$ мм на всю длину пилы.

Пилы ленточные для распиловки древесины.

Предназначены для распиловки древесины на столярных и делительных ленточных станках. Поставляются двух типов: столярные для прямолинейного и криволинейного пиления и делительные для продольного пиления. Размеры ленточных пил для распиловки древесины приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Основные параметры ленточных пил для распиловки древесины

Обозначение	Длина пилы L , м	Ширина с зубьям B , мм	Толщина S , мм	Шаг зубьев t , мм	Высота зубьев h , мм	Радиус закругления r , мм	Передний угол γ , град	Угол заострения β , град
Узкие столярные (тип 1)								
3405-0021	4000	10	0,6	6	3	1,5	5	50
3405-0022		15						
3405-0023		20						
3405-0024	6000	30	0,8	10	5	2,5	5	50
3405-0025		40						
3405-0026		50						
3405-0027		60						

Обозначение	Длина пилы L , м	Ширина с зубьям B , мм	Толщина S , мм	Шаг зубьев t , мм	Высота зубьев h , мм	Радиус закругления r , мм	Передний угол γ , град	Угол заострения β , град
Широкие (делительные) ленточные пилы нормального профиля, тип 2								
3405-0028	7000	85	1	30	10		20	50
3405-0029		100	1					
3405-0031	8500	125	1	50	13		30	45
3405-0032			1,2					
3405-0033			1					
3405-0034			1,2					
3405-0035	150	150	1,2	30	10		20	50
3405-0036			1,4	50	13	30	45	
3405-0037			1,2					
3405-0038			1,4					
3405-0039	9000	175	1,2	30	10		20	50
3405-0041			1,4	50	13	30	45	
3405-0042			1,2					
3405-0043			1,4					
Широкие (делительные) ленточные пилы с удлиненной впадиной, тип 3								
3405-0044	8500	125	1	50	13	6	25	45
3405-0045			1,2					
3405-0046		150	1,2					
3405-0047			1,4					
3405-0048	9000	175	1,2	50	13	6	25	45
3405-0049			1,4					

Профиль с удлиненной впадиной (тип 1) предназначен для твердых пород и мягкой промерзшей древесины, профиль (тип 2) - для мягкой непромерзшей древесины.

Отклонение размеров зубьев столярных пил: по ширине 0,5 мм, по толщине 0,05 мм, по шагу $\pm 0,3$ мм, по высоте $\pm 0,2$ мм, по угловым величинам $\pm 1^\circ$.

Отклонение размеров зубьев делительных пил: по ширине 0,75 мм, по толщине 0,05 мм, по шагу $\pm 0,5$ мм, по высоте $\pm 0,3$ мм, по угловым величинам $\pm 2^\circ$. Допускаются вогнутость линии вершин зубьев 0,3 мм и выпуклость задней кромки 0,4 мм на 1 м длины.

4.1.1. Технические требования

1. Пилы должны изготавливаться из холоднокатаной инструментальной стали марки 9ХФ.

2. Микроструктура стали пил должна представлять собой троостит или троостосорбит с мелкими равномерно распределенными карбидами.
3. Твердость пил должна быть HRC 41...45. (Твердость ленточных пил для распиловки древесины должна составлять HRC 39...43). Разница твердости в разных точках одной и той же пилы не должна превышать 4 единиц HRC.
4. На пилах не должно быть трещин, волосовин, выкрошенных мест, расслоений, коррозии и поджогов. По контуру зубьев допускаются заусенцы высотой не более 0,2 мм.
5. На поверхностях пил не допускаются дефекты, глубина и высота которых превышает половину предельного отклонения толщины пилы.
6. При изготовлении пил из холоднокатаной стальной ленты с применением непрерывной ступенчатой закалки допускается наличие окисной пленки, не препятствующей выявлению поверхностных дефектов.
7. Шероховатость боковых поверхностей пил по ГОСТ должна быть $Ra \leq 1,25$ мкм.
8. Непрямолинейность в поперечном направлении боковой поверхности пилы не должна превышать 0,2 мм для пилы шириной 230 мм и 0,25 мм для пилы шириной 280 мм. На боковых поверхностях пил не допускаются вмятины от правки глубиной более 0,04 мм. Непрямолинейность в поперечном направлении на каждой стороне пилы в пределах всей длины не должна быть более, мм:
0,1 - для пил шириной от 10 до 85;
0,15 - для пил шириной св. 85 до 125;
0,2 - для пил шириной св. 125.
9. Разность размеров ширины пилы на ее длине не должна превышать 1,5 мм (ленточные пилы для распиловки древесины: 0,5 - для пил типа 1; 0,75 - для пил типов 2 и 3).
10. Разность размеров толщины пилы на ее длине не должна превышать 0,12 мм для пил толщиной до 1,8 мм и 0,13 мм для пил толщиной свыше 1,8 мм (ленточные пилы для распиловки древесины: разность размеров толщины пилы на ее длине не должна быть более 0,05 мм для пил типа 1 и 0,06 мм для пил типов 2 и 3).
11. Разность двух любых шагов зубьев у одной пилы не должна превышать 1 мм (ленточные пилы для распиловки древесины: не более 0,3 мм - для пил типа 1; не более 0,5 мм - для типов 2 и 3).

12. Допускается выпуклость поверхности, противоположной зубьям пилы, не превышающая 0,25 мм на длине 1 м. Вогнутость поверхности, противоположной зубьям, не допускается (ленточные пилы для распиловки древесины: допускается вогнутость линии вершин зубьев пилы со стрелой вогнутости на 1 м длины, мм: до 0,3 - для пил типа 1; До 0,4 - для пил типов 2 и 3).
13. Зубья должны обладать способностью к расплющиванию вершин без появления трещин и выкрашиваний с уширением на каждую сторону до 0,7 толщины пилы, но не более 1,3 мм (ленточные пилы для распиловки древесины: зубья пил типа 1 должны обладать способностью к разводу на половину толщины пилы на каждую сторону. Развод зубьев осуществляют поочередным отгибом их в одну и другую сторону. Отгибают часть зуба на расстоянии 0,3-0,5 его высоты от вершины. Зубья пил 2 и 3 должны обладать способностью к расплющиванию вершин без появления трещин и выкрашиваний с уширением на каждую сторону до 0,7 толщины пилы).

4.1.2. Методы испытания

1. Работоспособность пил должна проверяться на ленточнопильных станках с механической подачей, соответствующих установленным для них нормам точности. Перед испытанием пил их зубья должны быть расплющены и заточены (ленточные пилы для распиловки древесины: зубья пил типа 1 должны быть разведены и заточены, а зубья пил типов 2 и 3 расплющены и заточены).
2. Шероховатость передних и задних поверхностей заточенных зубьев по ГОСТ должна быть $Rz \leq 20$ мкм.
3. Испытания пил должны проводиться при продольной распиловке сосновых или еловых брусьев из талой древесины влажностью 30-90 % по ГОСТ при следующих режимах резания:

скорость резания, м/с	35-50;
высота пропила, мм не менее	600;
подача на зуб, мм не менее:	
для пил шириной 230 мм	0,75;
для пил шириной 280 мм	1,2.

 Ленточные пилы для распиловки древесины должны пройти испытания при продольной распиловке сосновых или еловых пиломатериалов влажностью 12-30 % не ниже 3-го сорта по ГОСТ

при скорости резания 30-50 м/с и при высоте пропила и подаче на зуб, представленных в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Значения высоты пропила и подачи на зуб, мм
при испытании ленточных пил для распиловки древесины

Ширина пилы	Высота пропила, не менее	Подача на зуб, не менее
10-20	50	0,05
30, 40		0,1
50, 60		0,2
85-125	200	0,4
150, 175		0,5

4. Продолжительность непрерывной работы пил при испытании на работоспособность не менее 10 мин для ленточных пил для распиловки древесины - не менее 5 мин., при этом пилы должны обеспечить параметр шероховатости пиленой поверхности не более Rz_{max} мкм по действующему ГОСТ.
5. Пилы должны обеспечить распиловку пиломатериалов толщиной от 40 до 100 мм с предельными отклонениями по толщине не более ± 2 мм (ленточные пилы для распиловки древесины: пилы шириной 100 мм и более должны обеспечить распиливание пиломатериалов толщиной до 100 мм с отклонениями в пределах ± 2 мм).
6. После испытаний на режущих кромках зубьев не должно быть следов выкрашивания и трещин на полотне пилы.
7. Непрямолинейность пильного полотна должна проверяться по всей длине, для чего развернутое полотно последовательными участками накладывают на поверочную плиту длиной не менее 2 м. Непрямолинейность измеряется шупом при наложении поперек полотна поверочной линейки.
8. Способность зубьев пил типа 1 к разводу должна проверяться не менее чем на шести зубьях каждого рулона поочередным отгибанием их в ту и другую сторону. Отгиб должен обеспечивать остаточную деформацию (развод) не менее 0,4 мм.

4.1.3. Выбор основных параметров ленточных пил

Выбор толщины осуществляют по условиям прочности в зависимости от диаметра шкивов и определяют по формуле:

$$S = (0,001 \dots 0,0007) \cdot D, \quad (4.1)$$

где D – диаметр шкивов, мм.

Использование более тонких пил экономит древесину, но требует либо большого натяжения, либо уменьшения скорости подачи примерно на 20-40 % при уменьшении толщины на каждые 0.2 мм.

Шаг рассчитывают по формуле:

$$t = \frac{\pi \cdot n \cdot D \cdot u_z}{u}, \text{ мм} \quad (4.2)$$

где n – частота вращения шкива, с^{-1} ;

D – диаметр шкивов, м;

u – скорость подачи, м/с;

u_z – допустимая подача на зуб, мм.

Допустимая подача на зуб представлена в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Зависимость качества пропила от величины подачи на зуб

Пиломатериалы	Подача на зуб U_z , мм				Шероховатость поверхности. Класс R_z , мкм
	Мягкая древесина летом		Твердая и мягкая промерзшая древесина		
	При плющении	При разводе	При плюще- нии	При раз- воде	
Чистопиленные дощечки	0,15	0,1	0,2	0,15	6/200
Тарные дощечки для пищевой промышленности	0,3	0,2	0,4	0,25	5/320
Тарные дощечки для прочей продукции	0,6	0,4	0,8	0,55	4/500
Пиломатериалы по ГОСТ 8486-86	1,5	0,9	2	1,2	3/800

При криволинейной распиловке допустимая подача на зуб уменьшается в 2-3 раза.

Полученную величину округляют до стандартной.

Выбор длины. Ленточные пилы поставляют рулонами, из них на местах нарезают ленты требуемой длины. Длина ленточной пилы в метрах определяется по формуле:

$$L = \pi \cdot D + 2 \cdot l, \quad (4.3)$$

где l – наибольшее расстояние между шкивов, м.

Ширина делительных пил равна ширине шкива плюс высота зубьев. Ширина столярных пил зависит от ширины шкива, степени криволинейности пропила и развода зубьев. Ширина столярной пилы определяется по формуле:

$$b = 2,8 \cdot \sqrt{R \cdot S'} , \quad (4.4)$$

где R – наименьший радиус кривизны пропила, мм;

S' – развод (уширение пропила) зубьев на сторону, мм.

Выбор силы натяжения.

Рекомендуется натягивать пилы для распиловки бревен с силой, определяемой по формуле:

$$P = (1 \dots 2) \cdot 2 \cdot S \cdot B , \quad (4.5)$$

где P – суммарная сила натяжения холостой и рабочей ветвей, кН;

S – толщина полотна пилы, мм;

B – ширина полотна за вычетом высоты зубьев, мм.

Сила натяжения делительных ленточных пил приведена в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Сила натяжения делительных ленточных пил

Толщина пилы, мм	Суммарная сила натяжения холостой и рабочей ветвей, кН при ширине полотна, мм					
	50	85	100	125	150	175
0,9	8	10	12	-	-	-
1	10	12	15	20	22	26
1,2	-	-	-	22	26	30

4.2. Требования к выполнению операций по подготовке делительных ленточных пил

4.2.1. Контроль плоскостности полотна пилы

Плоскостность полотна оценивают в основном у пил, бывших в эксплуатации, или после операции соединения пил.

Контроль плоскостности включает обнаружение поперечной покоробленности, крыловатости, продольной волнистости и отгиба задней кромки полотна.

Для выявления поперечной покоробленности полотна пилу устанавливают на верстак для подготовки ленточных пил и накладывают на поперечную плиту. Поперек полотна от задней кромки до линии впадин зубьев прикладывают поперечную линейку. При обнаружении выпуклости или вогнутости с одной стороны пилы ее переворачивают и повторяют операцию для обратной стороны (поверхности) пилы. Поперечная покоробленность характеризуется наличием выпуклости с одной стороны и вогнутости с другой. Поперечную покоробленность измеряют с вогнутой стороны с точностью до 0,05 мм. Для измерения зазора (просвета) между полотном и поперечной линейкой используют набор шупов.

Допустимая величина односторонней вогнутости у делительных ленточных пил шириной до 85 мм не должна превышать 0,1 мм, у делительных ленточных пил шириной 85-150 мм и свыше 150 мм не должна превышать соответственно 0,15 и 0,2 мм. Поперечную покоробленность проверяют и измеряют по участкам постепенно по всей длине полотна пилы (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Схема проверки поперечной покоробленности полотна ленточной пилы

Допустимая величина вогнутости у узких ленточных пил шириной до 60 мм не должна превышать 0,1 мм. Непрямолинейность в поперечном направлении полотна пилы проверяют и измеряют один раз по участкам длиной до 2 м по всей длине пилы.

Для выявления кривизны полотна пилу устанавливают на верстак для подготовки пил и накладывают на поверочную плиту. Зазор между плитой и пилой определяют у ее приподнявшейся кромки при обязательном плотном прилегании к поверочной плите другой кромки пилы на длине 1000 мм. Участки по длине пилы отмечают мелом. Величину зазора измеряют при помощи щупов по участкам (рис. 4.3).

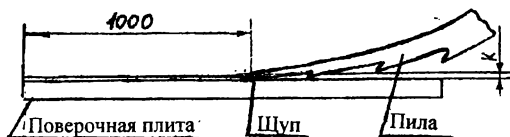


Рис. 4.3. Проверка кривизны полотна пилы

Для пил шириной до 100 мм кривизна полотна у одной кромки не должна превышать 0,5 мм на длине 1000 мм, для пил шириной более 100 мм - 0,7 мм.

У узких ленточных пил зазор между пилой и плитой определяют у ее приподнявшейся кромки при плотном прилегании к поверочной плите другой кромки пилы на длине 500 мм. Кривизна для пил шириной до 60 мм не должна превышать 0,25 мм по длине 500 мм.

Для выявления продольной волнистости пилу устанавливают на верстак и накладывают на поверочную плиту. С помощью поверочной линейки, прикладываемой вдоль полотна, и набора щупов определяют (рис. 4.4) глубину волны (максимальный зазор между поверочной линейкой и полотном пилы).

Глубина волны у делительных ленточных пил не должна превышать:

для пил шириной до 125 мм	0,4 мм;
для пил шириной 125-150 мм	0,5 мм;
для пил шириной более 150 мм	0,6 мм.

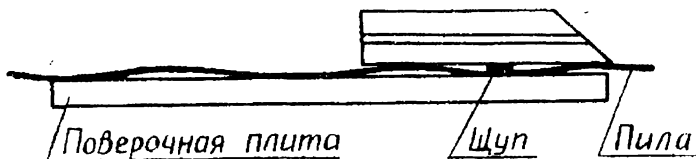


Рис. 4.4. Схема проверки продольной волнистости полотна ленточной пилы

У узких ленточных пил глубина волны не должна превышать 0,4 мм.

Для определения отгиба задней кромки полотна пилу устанавливают на поверочную плиту верстака для подготовки ленточных пил. К полотну ее со стороны, обратной отгибу кромки, плотно прикладывают калиброванную пластинку и микрометром измеряют суммарную толщину пилы и пластинки. Разность замеров у отогнутой кромки и в месте плотного соприкосновения поверхности пилы с пластинкой составляет величину отгиба (рис. 4.5).

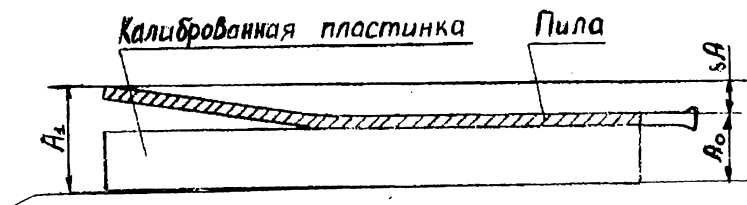


Рис. 4.5. Проверка отгиба задней кромки полотна ленточной пилы

Величина отгиба у делительных ленточных пил не должна превышать 0,2 мм.

4.2.2. Контроль прямолинейности линии вершин зубьев и задней кромки полотна

Контроль прямолинейности осуществляют после соединения концов пилы. У новых пил оценку прямолинейности линии вершин проверяют выборочно.

Для определения прямолинейности линии вершин зубьев к зубчатой кромке пилы, установленной на поверочной плите верстака для подготовки ленточных пил, прикладывают поверочную линейку длиной 1000 мм. Ленточную пилу разбивают на участки длиной 1000 мм, которые отмечают мелом. Вершины зубьев должны быть расположены по прямой линии, возможные отклонения от которой измеряют щупом, помещаемым между поверочной линейкой и зубьями пилы. Допускается равномерная вогнутость линии вершин зубьев со стрелой вогнутости 0,4 мм на длине 1000 мм для делительных ленточных пил (рис. 4.6).

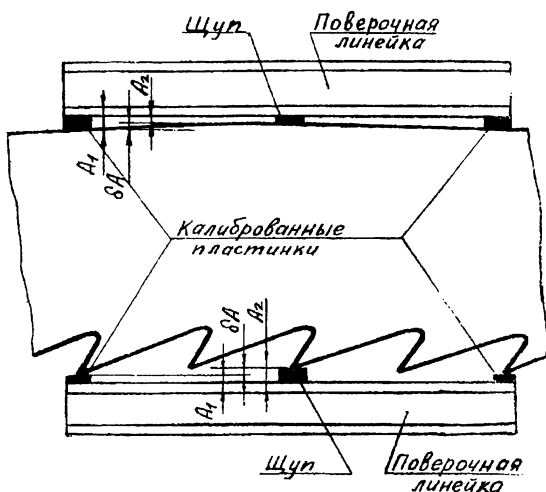


Рис. 4.6. Схема проверки прямолинейности задней кромки полотна линии вершин зубьев ленточной пилы

Допускается равномерно распределенная по длине пилы выпуклость задней кромки со стрелой прогиба не более 0,3 мм на 1000 мм длины пилы для узких ленточных пил.

Контроль прямолинейности задней кромки ленточной пилы осуществляется во вторую очередь и является окончательным.

Прямолинейность задней кромки полотен контролируется аналогично или индикаторной линейкой (рис. 4.7). Задняя кромка должна быть прямолинейной, ребровая волнистость ее не допускается. Допускается равномерно распределенная по длине пилы выпуклость задней кромки со стрелой выпуклости 0,4 мм на 1000 мм для делительных ленточных пил, для узких ленточных пил - не более 0,3 мм на 1000 мм длины пилы.

4.2.3. Подготовка концов полотна к соединению при помощи сварки

Очищенное полотно пилы устанавливается на верстак для подготовки ленточных пил. Один конец полотна накладывают на поверочную плиту и слегка зажимают в роликах вальцовочного станка. Через вершину крайнего зуба с помощью поверочного угольника перпендикулярно задней кромке чертилкой проводят вспомогательную линию (рис. 4.7).

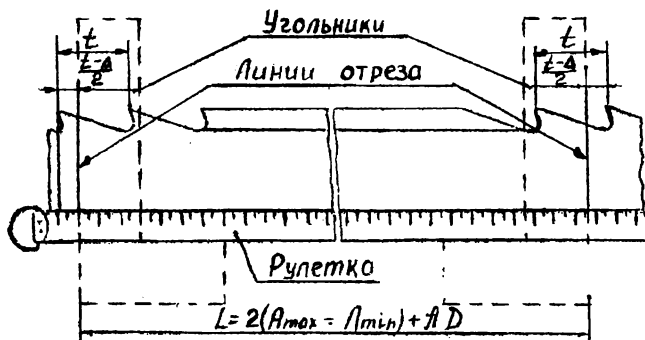


Рис. 4.7. Разметка полотна ленточной пилы для сварки

От этой линии штангенциркулем откладывают величину l , равную полуразности шага зубьев и припуска на осадку при сварке:

$$l = \frac{t - \Delta}{2}, \quad (4.5)$$

где t – шаг зубьев пилы, мм;

Δ – припуск на осадку при сварке, мм.

Припуск на осадку принимается в зависимости от параметров свариваемой пилы, представленной в табл. 4.8, 4.9.

Припуск на осадку при сварке делительных ленточных пил

Ширина пилы, мм	Усилие осадки по шкале АСЛП-18	Степень тока по шкале АСЛП-18*	Ход осадки, мм	Расстояние между прижимами, мм
50	2	1	3	10
60	2	2	3	10
70	3	2	4	15
80	4	3	4	15
90	5	3	4	15
100	6	4	4	15
110	6	4	5	15
120	7	5	5	15
130	8	5	5	20
140	9	6	5	20
150	10	6	5	20
160	11	6	6	20
170	12	7	6	20
175	12	7	6	20

Примечание. *В зависимости от толщины пилы степень тока может быть увеличена или уменьшена на одно деление.

Через отметки на расстоянии l от вспомогательной линии с помощью угольника проводят чертилкой первую линию отреза перпендикулярно задней кромки пилы и слегка накернивают.

Таблица 4.9

Припуск на осадку при сварке узких ленточных пил

Ширина пилы, мм	Усилие осадки по шкале АСЛП-18	Степень тока по шкале АСЛП-18*	Ход осадки, мм	Расстояние между прижимами, мм
30	1	1	3	10
40	1	1	3	10
50	2	1	3	10
60	2	2	3	10

*От намеченной линии отреза с помощью рулетки отмеряют требуемую длину пилы. Длина пилы для эксплуатируемого станка определяется по формуле:

$$L = 2 \cdot (A_{max} \div A_{min}) + \pi \cdot D, \quad (4.8)$$

где A_{max} и A_{min} -- максимальное и минимальное расстояния между центрами (осями) пильных шкивов, мм;

D – диаметр пильных шкивов, мм.

От вершины ближайшего зуба аналогично размечают и накернивают вторую линию отреза. Измеряют ширину пилы по линиям отреза штан-

генциркулем и меньший размер откладывают на большем от задней кромки пилы. Через полученную риску проводят линию параллельно задней кромке до пересечения ее с задней гранью зуба, затем накернивают.

Обрезают пилу по разметке. Для этого ее накладывают на нижний нож ножниц так, чтобы размеченная линия отреза прошла параллельно лезвию ножа на расстоянии 0,5 мм от предполагаемой линии обреза. Делают рез, оставляя линию разметки на пиле. Затем таким же образом обрезают второй конец пилы.

Зубилом по линии разметки выравнивают ширину конца пилы.

Обрезные кромки должны быть ровными и параллельными линиями разметки. Длина пилы может быть короче заданной на шаг t зубьев.

Кромки, деформированные при резке, правят на пилоправной наковальне пилоправным молотком с бойком круглой формы. Качество правки проверяют поверочной линейкой. Заканчивают операцию, когда линейка равномерно прилегает к плоскости полотна по всей ширине пилы.

Опиливают обрезанные кромки, обеспечивая прямолинейность их и перпендикулярность к задней кромке пилы. Для этого конец пилы зажимают в тисках и используют сначала личной, а затем бархатный напильник. Качество опиловки контролируют угольником.

Концы пилы зачищают шлифовальной шкуркой с двух сторон на длине 60-70 мм.

Зачищенные кромки пилы обезжиривают ацетоном.

4.2.4. Настройка сварочного агрегата и сварка пил

Режим сварки выбирают по табл. 4.8, 4.9 в зависимости от ширины пилы, затем настраивают сварочный агрегат. Для этого рукоятку усилия осадки переводят в требуемое положение, после чего устанавливают по шкале необходимое расстояние между прижимами. Проверяют положение рукоятки переключателя режимов отжига и устанавливают его по шкале в нулевое положение.

Главной пусковой рукояткой устанавливают соответствующий ход осадки. Концы пилы закладывают в агрегат таким образом, чтобы задние кромки их располагались на упорах, отрегулированных по одной прямой линии, а место сварки (стык) находилось на одинаковом расстоянии от прижимов. При этом оси симметрии пилы и прижимов должны совпадать. Зажимают концы пилы встык с помощью эксцентриковых рычагов, воздействующих на прижимы.

Устанавливают требуемую ступень тока для сварки, главную пусковую рукоятку поворачивают влево до отказа (в положение сварки) и оставляют в этом положении. Процесс сварки длится около 1 с, после чего происходит автоматическое выключение.

После сварки сразу включают переключатель отжига в требуемое для данной пилы положение. Затем медленно (в течение 9-10 с) переводят переключатель отжига в нулевое положение. Переключение агрегата с нуля на отжиг и обратно повторяют 4-5 раз с возвращением на нуль в течении 9-10 с. Затем освобождают пилу от прижимов и поворотом главной пусковой рукоятки разводят их до наибольшего расстояния.

Снова зажимают пилу так, чтобы сварной шов находился по середине прижимов, и включают переключатель режимов отжига в положение, обеспечивающее равномерный нагрев сварного шва до темно-красного цвета (около 750-850° С) в течение 1,5-2 минут. После этого оставляют пилу для медленного охлаждения на воздухе.

При сварке и отжиге зоны термического влияния должны быть симметричными и параллельными сварному шву (рис. 4.8).

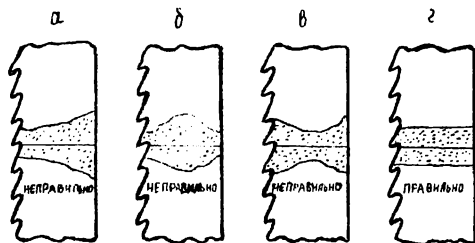


Рис. 4.8. Схемы зон термического влияния при сварке и отжиге полотна ленточной пилы

Расположение зон термического влияния, как показано на рис. 4.8, свидетельствует о недостатках в подготовке и выполнении операций сварки и отжига, о неудовлетворительном состоянии сварочного агрегата.

Сварной шов должен получиться в середине шага зубьев. Шаг зубьев в месте стыка не должен нарушаться. Контролируемое штангенциркулем отклонение у делительных ленточных пил не должно превышать $\pm 0,5$ мм, а у узких ленточных пил - $\pm 0,3$ мм.

В случае применения для стыковой сварки другого сварочного оборудования его следует отрегулировать на режимы с плотностью сварочного тока 80 А и удельным давлением осадки 3-4 Н на 1 мм² сечения пилы. Температура в зоне сварки должна быть не менее 1250° С, а при отжиге – около 750° С.

4.2.5. Обработка сварного шва

Сваренную ленточную пилу закрепляют в приспособлении для зачистки сварного шва с помощью двух прижимных планок. Зона сварного шва в приспособлении должна быть обращена выпуклостью к шлифовальному кругу. При зачистке электродвигатель привода шлифовального круга передвигают вручную, постепенно регулируя маховиком перемещение на врезание. Аналогично зачищают шов с другой стороны полотна.

Допускается зачистка сварного шва напильником в приспособлении, которое устанавливается на верстак для подготовки ленточных пил и представляет собой выпуклый шаблон с зажимами для пилы. Окончательно сварной шов зачищают шлифовальной шкуркой. Шлифовальные риски должны располагаться вдоль пилы.

Утолщение шва на спинке зуба и задней кромке пилы зачищают напильником.

Полотно пилы в зоне сварного шва правят на вальцовочном станке. Первые следы наносят по оси полотна, а затем поочередно по одному следу симметрично центральному, один в сторону режущей, другой в сторону задней кромок и т.д. Расстояние между следами вальцевания в зависимости от степени покоробленности зоны сварного шва составляет 10-15 мм. Давление роликов вальцовочного станка должно быть постоянным для всех наносимых следов и не более $0,02 \text{ Н/м}^2$ (по манометру станка). Допускается правка молотком.

Плоскостность полотна пилы в зоне сварного шва контролируют с помощью поверочной линейки, накладываемой вдоль и поперек полотна, и набора шупов.

Прямолинейность задней кромки проверяют при помощи поверочной линейки. Допускается равномерная выпуклость у делительных ленточных пил до 0,4 мм на длине 1000 мм, а у узких ленточных пил - до 0,3 мм на 1000 мм длины пилы.

4.2.6. Контроль качества соединения пилы после сварки

Качество соединения ленточных пил методом стыковой сварки зависит от режима сварки, определяемого совокупностью следующих факторов: длительностью сварки, мощностью процесса, скоростью оплавления и осадки, давлением осадки, припусками на оплавление и осадку, величиной выпуска концов из прижимов и чистотой подготовленных концов пилы. Поэтому контроль за качеством стыковой сварки сводится к систематическому наблюдению за указанными технологическими параметрами.

Показателями качества сварного шва являются сопротивление изгибу, предел прочности на растяжение, твердость зоны шва и граничных зон, отстоящих симметрично на расстоянии 5-10 мм от шва, толщина сварного шва, а также наличие раковин, отслоений, непроваров, трещин в шве и в зонах термического влияния.

Чтобы определить сопротивление соединения пилы изгибу, из бракованных пил соответствующего сечения изготавливают образцы. Сваривают два образца по оптимальному режиму для данного сечения на агрегате АСП-18. Усиление шва снимают заподлицо с основным металлом на приспособлении для зачистки сварного шва из комплекта к сварочному агрегату. Правят образец. Симметрично сварному шву размечают отрезки длиной 150 мм и по разметке обрезают ножницами из комплекта к агрегату. Полученный образец закладывают в приспособление для испытаний на изгиб (рис. 4.9), оставляя свободной середину образца длиной 100 мм со сварным швом посередине.

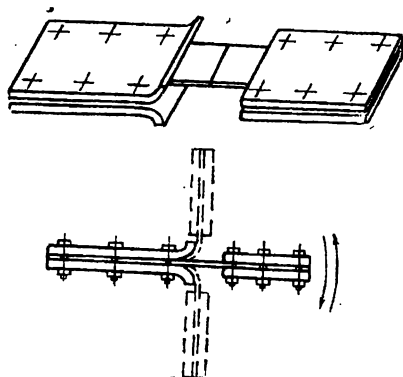


Рис. 4.9. Схема испытания на изгиб

Зажатый в приспособлении образец изгибается вправо и влево на 90° до излома. Число перегибов образца характеризует его качество. Испытание ведут со скоростью около 60 перегибов в минуту.

В качестве эталонного принимается цельный образец ленточной пилы аналогичного сечения и длины, подвергнутый отжигу по режиму, соответствующему режиму сварки образца и испытанию на изгиб до разрушения. Отношение количества прогибов образца с испытуемым швом к количеству изгибов, выдержанных цельным образцом, характеризует прочность сварного шва. Если коэффициент прочности близок к единице, значит прочность сварного образца равна прочности цельного.

Для определения предела прочности соединения пилы изготавливают образцы соответствующего сечения и испытывают на растяжение на разрывной модели ИМЧ-30.

При наличии разрывной машины меньшей мощности допускается применение образцов меньших сечений. Предел прочности образцов определяется по формуле:

$$\sigma_{\sigma} = \frac{P}{F}, \quad (4.10)$$

где σ_{σ} – предел прочности, Н/мм²;

P – максимальное разрывное усилие, Н;

F – площадь поперечного сечения образца до испытания, мм².

Цельные образцы аналогичного сечения, подвергнутые отжигу по режиму сварки образцов, испытывают аналогично. Предел прочности сваренных образцов на растяжение должен составлять 750-1000 Н/мм².

Твердость ленточных пил после стыковой сварки определяют по методу Роквелла. Для делительных ленточных пил твердость зоны сварного шва не должна превышать 45 HRC, на расстоянии 5-10 мм от шва допустимо снижение исходной твердости полотна до 35 HRC. Для узких ленточных пил твердость зоны сварного шва не должна превышать 43 HRC, на расстоянии 5-10 мм от шва допустимо снижение исходной твердости полотна до 35 HRC.

Визуально твердость в зоне сварки определяют, изгибая участок ленточной пилы в зоне сварного шва (рис. 4.10) :



Рис. 4.10. Проверка твердости полотна пилы в зоне сварного шва

При твердости полотна выше допустимого пила изгибается по большому радиусу (рис. 4.10, а). При твердости пилы в зоне сварного шва ниже твердости основного полотна, пила изгибается по меньшему радиусу (рис. 4.10, б), что в обоих случаях недопустимо. Изгиб полотна должен быть с равными радиусами (рис. 4.10, в).

Толщину пилы в зоне сварного шва контролируют микрометром. Допускается отклонение у делительных ленточных пил до $-0,05$ мм, а у узких ленточных пил - $0,03$ мм. Утолщение полотна пил не допускается.

Проверяют прямолинейность задней кромки после соединения полотна пилы, для этого полотно пилы кладут на призму и ветви его уравнивают (рис. 4.11).

При наличии непрямолинейности задней кромки полотно принимает вид восьмерки (рис. 4.11, б). При правильном соединении ее концы находятся в одной плоскости по сторонам призмы (рис. 4.11, а). При значительном отклонении полотна пилы в месте соединения от прямолинейности, которую правкой исправить не представляется возможным, место соединения вырезают и проводят повторную сварку.

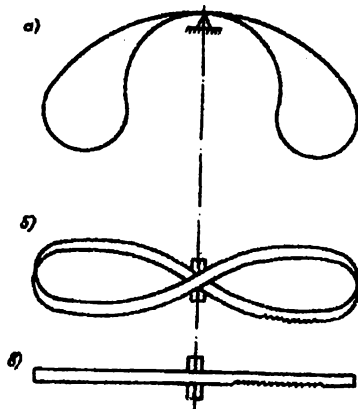


Рис. 4.11. Схема проверки правильности сварки концов полотна ленточной пилы

Качество сварного соединения (отсутствие наружных дефектов - раковин, отслоений, непроваров, трещин в сварном шве и в зонах термического влияния) оценивают при визуальном осмотре или с помощью лупы). Перед осмотром шов зачищают на специальном приспособлении из комплекта к агрегату АСЛП-18 и осматривают его с обеих сторон. Наличие указанных дефектов не допускается.

Сварное соединение испытывают на изгиб, растяжение и твердость в основном в период освоения и наладки нового сварочного оборудования.

4.2.7. Подготовка концов полотна пилы к соединению при помощи пайки

Соединение ленточных пил с помощью пайки, как процесс более трудоемкий и дающий менее прочное соединение концов пилы по сравнению со сваркой, допускается лишь при отсутствии сварочного агрегата.

Очищенное пыльное полотно устанавливают на верстак для подготовки ленточных пил. Один конец полотна кладут на поверочную плиту и слегка зажимают в роликах вальцовочного станка. Через вершину крайнего зуба с помощью угольника перпендикулярно задней кромке пилы чертилкой проводят вспомогательную линию. От этой линии штангенциркулем откладывают размер, равный полусумме шага зубьев t и ширины σ шва (рис. 4.12).

Ширину шва под пайку в зависимости от ширины пилы назначают в пределах 8-12 мм. Через отметки размера $\frac{t+\sigma}{2}$ с помощью угольника перпендикулярно задней кромке чертилкой проводят первую линию отреза и слегка накернивают. Разворачивают пилу и от намеченной линии отреза отмеряют с помощью рулетки требуемую длину пилы. От вершины ближайшего зуба подобным же образом размечают (рис. 4.13) и слегка накернивают вторую линию отреза.

Отрезают пилу по линиям, отстоящим примерно на 0,5 мм от размеченных линий, оставляя линии отреза на пиле.

Обрезные кромки должны быть ровными и параллельными линиям отреза. Длина пилы может быть короче заданной на шаг t зубьев.

Покоробленные при обрезке кромки пилы выправляют на пилоправной наковальне молотком с бойком круглой формы. Качество правки обязательно контролируют поверочной линейкой. Правку прекращают, если поверочная линейка равномерно прилегает к плоскости пилы по всей ее ширине.

Обрезанные кромки опиливают. Для этого конец пилы зажимают в тисках и обрабатывают кромку личным и бархатным напильниками, пока кромка не станет прямолинейной и перпендикулярной к задней кромке пилы. качество опилки контролируют угольником.

Снимают фаски на концах пилы на длине 8-12 мм. Для этого первоначально определяют направление скоса у кромок в зависимости от направления вращения шкивов (рис. 4.13).

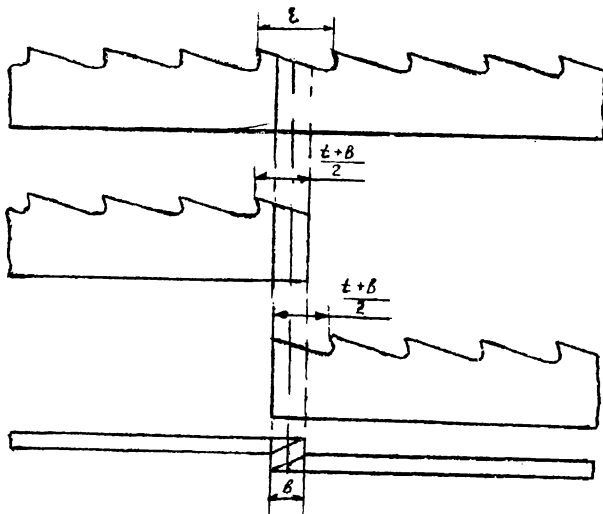


Рис. 4.12. Разметка пилы для пайки

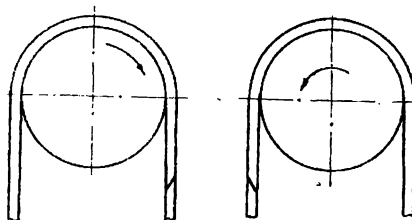


Рис. 4.13. Схема определения скоса кромок пилы

Конец пилы зажимают на столе фасочного станка таким образом, чтобы задняя кромка ее была перпендикулярна ходу суппорта со шлифовальным кругом. Устанавливают толщину снимаемого слоя и ручным перемещением суппорта снимают фаску за 2-3 прохода примерно на $\frac{2}{3}$ толщины полотна, оставляя торец кромки притупленным. Окончательно обрабатывают фаску напильником (личным, бархатным).

При отсутствии фасочного станка допускается снимать фаски напильниками, зажимая пилу в тисках.

Обработанные фаски должны быть плоскими. Плоскостность фасок контролируют поверочной линейкой.

Фаски и концы пилы зачищают шлифовальной шкуркой с двух сторон на длине 60-70 мм. Чистота фасок должна быть не ниже 7 класса, риски направлены вдоль полотна пилы.

Фаски, прилегающие к ним зоны полотна и пластинку припоя обезжиривают ацетоном.

4.2.8. Подготовка и проведение пайки

Обезжиривают зачищенные концы пилы, фаски и припой со всех сторон ацетоном или бензином.

Наносят флюс для предохранения соединяемых поверхностей от окисления.

Регулируют положение нижнего паяльного бруска с помощью клина таким образом, чтобы его опорная поверхность возвышалась над уровнем стола не более чем на 1 мм и была строго горизонтальной.

Устанавливают пилу в паяльный пресс, ориентируя зону соединения (спайки) в центре главного прижима, а заднюю кромку обоих концов пилы по одной прямой линии, плотно прижав к направляющему упору пресса.

Концы пилы закрепляют в заданном положении винтовыми зажимами.

Обезжиренную полоску припоя закладывают между фасками.

Нагревают паяльные бруски до температуры 950° С при использовании медно-цинкового припоя и до 850° С при использовании серебряного. Затем очищают бруски от окалины жесткой металлической щеткой или скребком. Припои для пайки ленточных пил представлены в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Припои для пайки ленточных пил

Марка	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Сопротивление на разрыв, кПа
	Серебро	Медь	Цинк		
П-Ср-45	45	30	25	720	0,37
П-Ср-65	65	20	15	700 (670)	0,39
П-Мц-48	-	48	52	850	-
Л-63	-	63	37	905	0,31
Л-62	-	62	38	900	0,33

В паяльный пресс закладывают сначала нижний, а затем верхний паяльные бруски.

Зону соединения пилы зажимают главным винтовым прижимом и отделяют вспомогательные прижимы, фиксирующие концы пилы, чтобы соединяемая зона пилы могла свободно удлиняться при нагревании и таким образом исключалась возможность ее коробления. По мере остывания паяльных брусков главный прижим поджимают.

После остывания паяльников, когда они становятся темно-красными, снова зажимают вспомогательные зажимы и ослабляют главный прижим. Легкими ударами молотка паяльные бруски отделяют от спая и удаляют. Освобождают пилу от зажимов и оставляют для медленного охлаждения на воздухе.

Паяный шов не должен нарушать шаг зубьев. Величина шага зубьев проверяется штангенциркулем. Допускаемое отклонение не должно превышать $\pm 0,5$ мм.

4.2.9. Обработка паяного шва

Место пайки выправляют на наковальне молотком с круглым бойком, для выравнивания покоробленности полотна пилы.

Спаянную пилу закрепляют на выпуклом шаблоне, устанавливаемом на верстаке для подготовки ленточных пил. Опилывают швы вдоль полотна напильниками заподлицо с плоскостью пилы с обеих сторон. Выравнивают спинку зуба и заднюю кромку пилы в зоне спайки.

Окончательно зачищают паяные швы шлифовальной шкуркой. Шлифовальные риски должны располагаться вдоль пилы.

Полотно пилы в зоне паяного шва правят на вальцовочном станке. Первоначально вальцуют граничные зоны паяного соединения, расположенные справа и слева от шва, на расстоянии 250-300 мм от покоробленной зоны. Первые следы наносят на кромках пилы на расстоянии около 10-15 мм друг от друга при давлении роликов вальцовочного станка не более $0,02 \text{ Н/м}^2$, а затем постепенно вальцуют центральную зону. Заканчивают правку вальцеванием зоны паяного шва.

Плоскостность полотна пилы в зоне паяного шва контролируют поверочной линейкой, которую накладывают вдоль и поперек полотна, и с помощью набора щупов.

Прямолинейность задней кромки проверяют с помощью поверочной линейки. Допускается равномерная выпуклость до 0,4 мм на длине 1000 мм.

4.2.10. Контроль качества соединения пилы после пайки

Показателями качества соединения ленточных пил при помощи пайки являются предел прочности соединения, сопротивление изгибу, нали-

чие отслоений и неравномерность распределения припоя по всему периметру шва, толщина зоны шва.

Показатели качества соединения пил пайкой определяют аналогично после сварки. Предел прочности соединения для делительных ленточных пил должен быть не менее 650 Н/мм^2 , а у узких ленточных пил - $770\text{-}850 \text{ Н/мм}^2$. Отслоения и неравномерное распределение припоя по периметру шва не допускаются.

Толщину пилы в зоне паяного шва контролируют микрометром. Допускаемое отклонение для делительных ленточных пил - $0,05 \text{ мм}$, а для узких ленточных пил - до $0,03 \text{ мм}$.

Твердость ленточных пил в зоне пайки определяют по методу Роквелла. Твердость в зоне пайки на расстоянии 15 мм от центра шва должна быть не менее 40 HRC .

Паяное соединение испытывают на изгиб, растяжение и твердость в основном во время освоения процесса пайки.

После завершения операций соединения пилы, правки и контроля качества соединения проводят заключительный контроль плоскостности полотен по всей длине полотна пилы. Если результаты замеров не соответствуют нормативным, полотна пилы правят дополнительно.

4.2.11. Контроль напряженного состояния полотна пилы

Напряженное состояние полотна ленточной пилы оценивают по величине стрелы прогиба полотна в поперечном сечении при продольном его изгибе, а также по величине стрелы выпуклости задней кромки полотна. Оба показателя измеряют на каждом метре длины пилы.

Первоначально определяют величину стрелы прогиба поперечного сечения. Для этого пилу устанавливают в приспособление, закрепляемое на верстаке для подготовки ленточных пил и обеспечивающее продольный изгиб пилы по дуге окружности радиуса $R=1,5 \text{ м}$ (рис. 4.14).

Поперек изогнутого полотна прикладывают индикаторную линейку с опорными призмами (или поверочную линейку). Призмы должны устанавливаться по ширине пилы на расстоянии 5 мм от задней кромки и линии, проходящей через впадины зубьев. Стрелу прогиба измеряют индикаторной линейкой (или набором щупов) на середине ширины полотна.

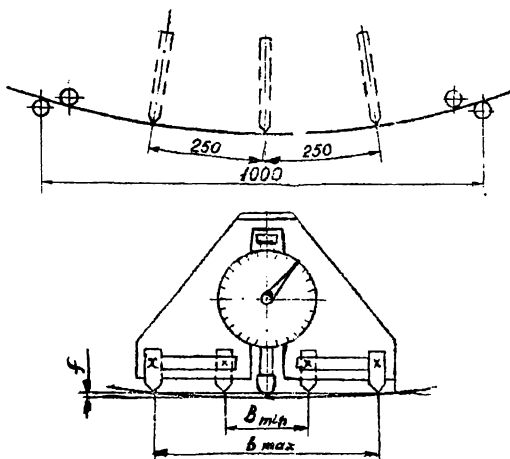


Рис. 4.14. Определение стрелы прогиба

Чтобы исключить влияние неплоскостности полотна на результаты измерений стрелы прогиба, пилу при замерах устанавливают сначала на нижние, а затем на верхние ролики верстака. Необходимо при этом соблюдать прежнее расположение измеряемого сечения относительно опор приспособления для изгиба пилы.

Для определения стрелы выпуклости задней кромки пилу, установленную на верстак для подготовки ленточных пил, накладывают на опорные площадки индикаторной линейки и прижимают к базовым призмам (рис. 4.15).

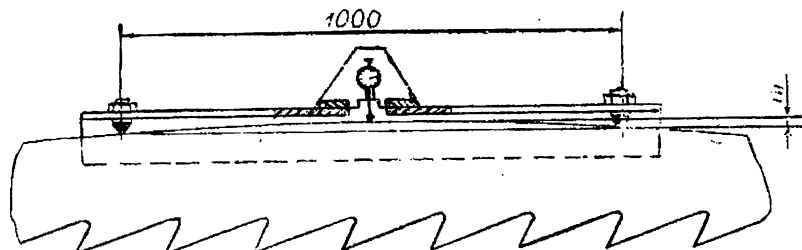


Рис. 4.15. Схема определения стрелы выпуклости задней кромки

Снимают показания индикатора часового типа линейки.

Если нет индикаторной линейки, пилу накладывают на поверочную плиту. К задней кромке пилы прикладывают поверочную линейку и с помощью набора щупов определяют стрелу выпуклости.

Напряженное состояние пильного полотна характеризуют средние арифметические величины стрелы прогиба и стрелы выпуклости задней кромки, определяемые по результатам соответствующих измерений на 7-8 участках по длине пилы через 1000 мм.

Полученные значения показателей сравнивают с нормативными, представленными в табл. 4.11.

Таблица 4.11

Нормативные значения стрелы прогиба и стрелы выпуклости задней кромки делительных ленточных пил

Ширина пил (без учета вы- соты зубьев), мм	Толщина пил, мм	Степень вальцевания		
		Величина стрелы прогиба f , мм	Величина приращения стрелы выпуклости m задней кромки, мм	
			$\alpha = 10'$	$\alpha = 20'$
165-110	1,2 и 1	0,23	0,05	0,1
100	1,2 и 1	0,2	0,05	0,1
90	1,2 и 1	0,16	0,05	0,1
80	1,2 и 1	0,13	-	-
75-60	1	0,11	-	-

Допускаемое отклонение показателей напряженного состояния f и m не должно превышать $\pm 0,03$ мм.

4.2.12. Правка дефектов формы и напряженного состояния полотна пилы

Определяют дефекты формы и напряженного состояния полотна пилы, причины их возникновения и методы устранения (табл. 4.12).

Различают дефекты большой протяженности или общие (поперечная покоробленность, крыловатость, поперечные изгибы полотна, отгиб задней кромки, скручивание полотна общее и местное) и малой протяженности или местные (выпучины, жесткие, мягкие и слабые участки) (рис. 4.16).

Границы дефектов очерчиваются мелом. Местные дефекты следует пометить условными знаками, например: v - выпучина, T - тугой, M - мягкий, c - слабый участки.

Дефекты исправляют в основном вальцеванием. Использование молотков допускается лишь для выправления мелких выпучин и легкой правки скручивания полотна. Необходимо иметь в виду, что чем меньше ленточная пила правится правильными молотками, тем больше срок ее службы.

Таблица 4.12
Дефекты формы и напряженного состояния полотна пилы, причины их возникновения и методы устранения

Причины возникновения дефекта		Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние полотна пилы	Технологическая операция и условия возникновения дефекта		
I. ОБЩИЕ ДЕФЕКТЫ			
Поперечная покособленность			
В зоне передней и задней кромок имеются значительные напряжения растяжения, а в средней части полотна потеряло устойчивость упругого равновесия	1. Чрезмерное вальцевание отдельных участков средней части полотна	При накладывании поперочной линейки попереk полотна пилы, свободно лежащей на поперочной плите, между линейкой и поверхностью пилы обнаруживается зазор	Установить пилу на верстаке вогнутой стороной вверх и нанести несколько следов вальцевания в зонах передней и задней кромок по всей длине дефектного участка. Давление роликов снижать по мере приближения к середине полотна
Крыловатость полотна			
Кромки имеют напряжения, противоположные по знаку, то есть одна - растянутая, другая - сжатая	1. Чрезмерное перевальцована одна из кромок. 2. Удлинение кромок в процессе эксплуатации пилы. 3. Часть зубьев пилы заточивались на форсированных режимах, обусловивших укорочение зубчатой кромок	При накладывании на поперочную плиту ослабленная кромка не прилегает к плите. Крыловатость определяется величиной зазора между приподнявшейся кромкой пилы у конца проверяемого участка при плотном прилегании к плите другой кромкой	Провальцевать прилегающую к поперочной плите кромку пилы, начиная от середины полотна при постепенном увеличении усилия прижима роликов
Поперечные изгибы			
Неравномерное распределение напряжений по толщине полотна	Поперечный изгиб пилы, вызвавший упруго-пластическую деформацию полотна по толщине	При накладывании на поперочную плиту полотна пилы в месте изгиба поднимается над поперочной плитой	Изгнуть вручную пилу в обратную изгибу сторону и при необходимости равномерно провальцевать зоны, прилегающие к участку изгиба

Причины возникновения дефекта		Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние полотна пилы	Технологическая операция и условия возникновения дефекта		
Скручивание полотна обшее			
Неравномерное распределение напряжений по ширине и длине полотна	1. Сильное извертывание пилы в направляющих при боковом развороте верхнего шкива.	Пилу помещают плашмя на ровную площадку (или пол мастерской). Скручивание обнаруживают по стремлению верхней ветви пилы к опрокидыванию или к изгибу в виде восьмерки. Направление или хребет перекручивания определяют при наклывании на локот при скручивании пилу поперочной линейки под углом к кромкам. При обнаружении наибольшего просвета между пиллой и линейкой проволот мелом линию, определяющую направление скручивания. При наложении линейки под углом 90°к проведенной линии должен выявляться не просвет, а выпуклость	Положить пилу на ровную площадку и оттирать вручную верхнюю ветвь пилы в сторону, обратную оттибу (скручиванию), по участкам через 200-400 мм. Завершать устранение дефекта проковкой при нанесении ударов молотком с бойком продолговатой формы параллельно линии, определяющей направление (хребет) скручивания. Удары наносить от задней кромки пилы к передней (слева направо при правом скручивании и справа налево при заднем скручивании). Допускается слабая проковка дефектного участка на противоположной поверхности пилы при нанесении ударов в противоположном направлении, пересекая предельные линии проковки
	2. Неравномерное натяжение кромок по всей длине полотна		

Причины возникновения дефекта	Технологическая операция и условия возникновения дефекта	Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
<p>Неравномерное распределение напряжений по ширине полотна на небольшом участке по длине полотна.</p>	<p>Извращение пиломатериала при боковом развороте верхнего шкива или от удара при первоначальном контакте пиломатериала с распиливаемой древесиной.</p>	<p>При постепенном перекачивании пиломатериала по ровной площадке (или по полу) определяют границы скрученного участка, контролируя зоны изгиба пиломатериала между верхней и нижней ветвями пиломатериала. Скрученный участок на изгибе имеет тенденцию к опрокидыванию. Границы скрученного участка отмечают мелом сначала на одном (например правом) изгибе, а затем при перекачивании верхней ветви относительно на другом (например левом) изгибе. Границами дефектного участка являются линии плоского касания полотна пиломатериала с поверхностью площадки (пола), после которых пиломатериал стремится к опрокидыванию. Далее определяют направление или хребты скручивания методом, аналогичным применяемому при общем скручивании.</p>	<p>Устранить местное скручивание пиломатериала, указанным при ликвидации общего скручивания.</p>

Причины возникновения дефекта		Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние полотна пилы	Технологическая операция и условия возникновения дефекта		
Отгиб задней кромки			
Значительная неравномерность распределения напряжений по ширине полотна.	Отклонения от требований технологического процесса при изготовлении пил, вызвавшие значительное удлинение задней кромки.	В проверяемом месте к полотну пилы, со стороны, обратной отгибу кромки, плотно прикладывают калиброванную пластинку и микрометром измеряют суммарную толщину пилы с пластинкой. Величина отгиба определяется разностью замеров у отогнутой кромки и в месте плотного соприкосновения поверхности пилы с пластинкой.	Вальцевать зону зубчатой кромки полотна, начиная от середины при постепенном увеличении усилия прижима роликов.
II. МЕСТНЫЕ ДЕФЕКТЫ			
Тугой участок			
Локализованный участок полотна, получивший меньшее удлинение по сравнению с граничными зонами и испытывающий от них значительное растяжение.	Значительная неравномерность вальцевания или проковки отдельных зон по ширине полотна пилы.	При накладывании поверочной линейки на внутреннюю сторону продольно изогнутой пилы обнаруживается выпуклость или "горб". Аналогичная выпуклость образуется в том же месте при обратном изгибе пилы. Надавливая на дефектное место рукой, невозможно перевести его с одной стороны пилы на другую.	Вальцевать тугое место, нанося следы при усилиях прижима роликов, не превышающих 6000Н (200 Н/см ² по показаниям манометра). Допускается повторное вальцевание по ранее нанесенным следам.

Причины возникновения дефекта		Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние полотна пилы	Технологическая операция и условия возникновения дефекта		
Неравномерное распределение напряжений по толщине полотна в пределах дефектного места.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Различная интенсивность проковки полотна пилы с каждой его стороны. 2. Местные "зажоги" на полотне пилы, возникающие при пилении. 	<p>Выпучина</p> <p>При наклывании поперочной линейки вдоль и поперек пилы, помещенной на поперочную плиту, на одной поверхности пилы обнаруживается выпучность, а на другой - вогнутость.</p> <p>При надавливании на дефектное место рукой оно не переворачивается на другую сторону.</p>	<p>Положить пилу на наковальню выпуклостью вверх и проковать дефектное место, пока оно не примет плоской формы. Выпучины незначительной протяженности (круглые) устраняются молотком с круглым бойком. Первоначально наносить удары по контуру, стоящему на 5-8 мм от краев выпучины. Затем с меньшей интенсивностью наносить удары в центральной зоне выпучины. При правке между пилой и наковальней помещается прокладка. Продолговатые выпучины устранять вальцеванием при нанесении симметричных следов от кромок пилы к центральной зоне выпучины, уменьшая усилие прижима роликов при нанесении центральных следов.</p>

Причины возникновения дефекта		Метод обнаружения дефекта	Метод исправления дефекта
Напряженное состояние полотна пилы	Технологическая операция и условия возникновения дефекта		
Технологические нарушения сжатия на краях пилы. Уравновешены напряжения растяжения, полученными при вальцевании (суммарные напряжения равны нулю).	Недостаточная интенсивность вальцевания.	Мягкий участок Отсутствие просвета между поверочной линейкой и пилой, располагаемой на поверочной плите или изгибаемой по некоторому радиусу. При прочих равных условиях дефектный участок изгибается по дуге меньше радиуса, чем остальные участки.	Вальцевать в зависимости от ширины пилы по режимам, указанных в табл.
Локализованный участок полотна, имеющий чрезмерное удлинение по сравнению с граничными зонами и испытывающий от них значительное сжатие.	Вальцевание или проковка участка полотна с завышенной интенсивностью, обусловившей чрезмерное удлинение этого участка.	Слабый участок При установке пилы на верхних и нижних роликах верстака между поверочной линейкой и внутренней стороной продольно изогнутого полотна обнаруживается просвет (световая щель). При надавливании рукой дефектное место переведется на другую сторону.	Вальцевать зоны, расположенные по границам слабого участка.
Неравномерное распределение напряжений по ширине полотна на отдельных участках по длине пилы.	Неравномерность напряженного состояния полотна по длине пилы Различная интенсивность обработки отдельных участков по длине пилы при правке и вальцевании.	При продольном изгибе пилы в приспособлении, обеспечивающем радиус кривизны около 1,5 м, измеряют индикаторной линейкой стрелу поперечного прогиба полотна.	Вальцевать пилу по участкам до достижения нормативных значений стрелы прогиба. На участках, имеющих стрелу прогиба меньше нормативной, наносят повторные следы вальцевания с рекомендуемыми усилиями по ранее нанесенным следам.

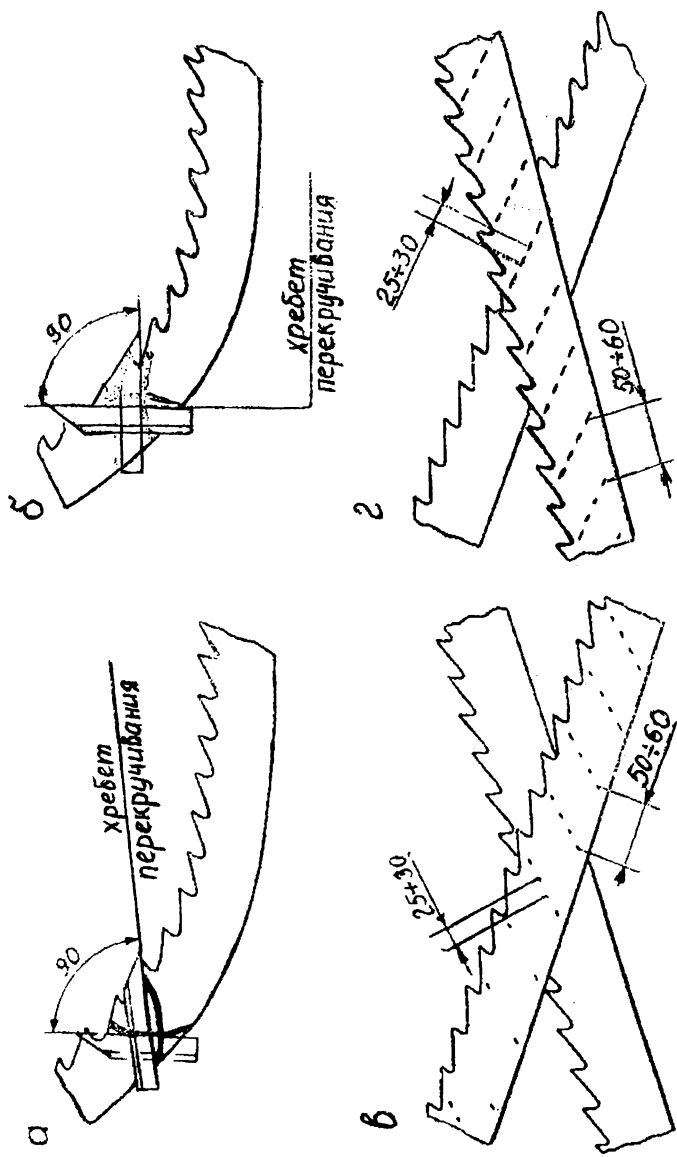


Рис. 4.16. Схема определения хребтов и устранения общего скручивания полотна. а, в - левого; б, г - правого

Правка полотна пилы, в том числе и места соединения, начинается с наружной и заканчивается на внутренней поверхности полотна, контактирующей со шкивами. Выворачивание внутренней поверхности наружу не допускается.

Дефекты следует устранять последовательно на отдельных участках пилы длиной до 1 м. В первую очередь правятся дефекты, обладающие большей протяженностью, а затем мелкие.

Поперечную покоробленность и продолговатую выпучину устраняют легким вальцеванием с одной стороны зон, прилегающих к задней и зубчатой кромкам полотна пилы. Силу прижима роликов необходимо снизить с 200 Н/см^2 по мере приближения к середине полотна.

Если продолговатая выпучина не устраняется полностью вальцеванием, то ее окончательно удаляют проковкой молотком с бойком продолговатой формы, нанося удары вдоль оси полотна. Обработка ведется с выпуклой стороны. Первоначально рекомендуется между пилой и наковальной положить прокладку из плотной бумаги или прорезиненного ремня. Далее правку продолжают без прокладки.

Крыловатость полотна и отгиб задней кромки устраняют вальцеванием кромки, прилегающей к поверочной плите, начиная от продольной оси полотна при постепенном увеличении усилия прижима роликов до 200 Н/см^2 (рис. 4.17, 4.18).

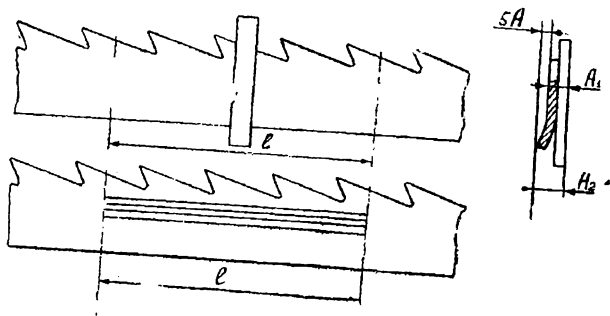


Рис. 4.17. Схема обнаружения и устранения отгиба задней кромки полотна пилы

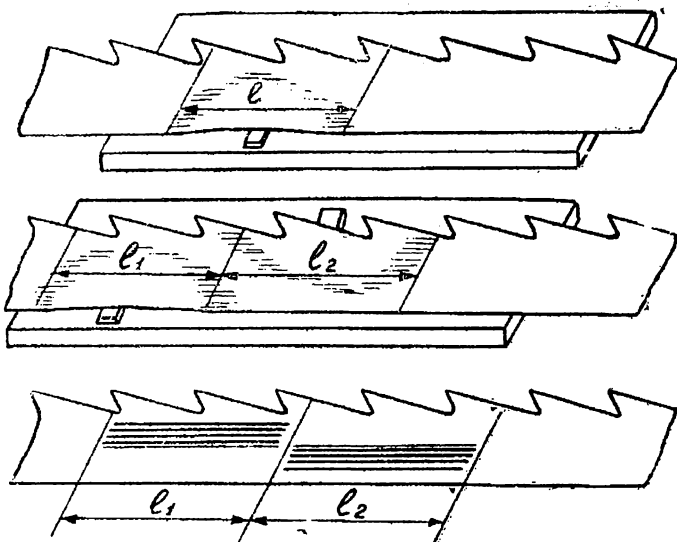


Рис. 4.18. Обнаружение и устранение односторонней и двухсторонней кривоватости полотна пилы

Поперечные изгибы полотен сначала устраняют обратным изгибом вручную, а затем равномерным вальцеванием перехода участков изгиба к плоским (рис. 4.19). В зависимости от протяженности дефектной зоны длину зон перехода назначают в пределах 200-400 мм. Усилие прижима роликов не должно превышать $0,02 \text{ Н/м}^2$.

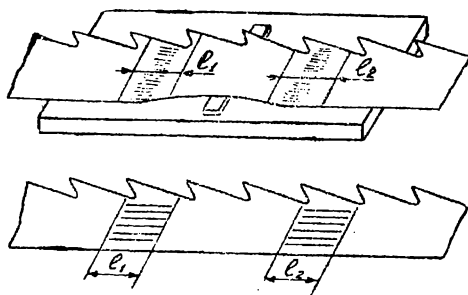


Рис. 4.19. Обнаружение и устранение поперечного изгиба полотна пилы

Наличие местных дефектов (тугих, слабых и мягких участков) определяют поверочной линейкой при продольном изгибе пилы (рис. 4.20).

После устранения дефектов полотно пилы должно быть совершенно плоским и при накладывании на поверочную плиту без хлопания прилегать к ней по всей длине.

4.2.13. Вальцевание

Пилу вальцуют, если величина стрелы прогиба полотна пилы (рис. 4.20) меньше нормативной, указанной в табл. 4.11 для соответствующей ширины пилы.

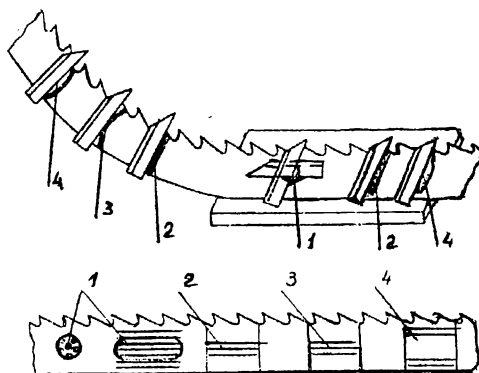


Рис. 4.20. Схема обнаружения и устранения местных дефектов полотна пилы:

1-выпучины круглой и продолговатой;

2, 3, 4 - соответственно мягкого, тугого и слабого участков

Пилу устанавливают на верхние ролики верстака для подготовки ленточных пил и наносят несколько следов вальцевания, симметрично средней линии полотна (в ширину полотна не входит высота зубьев). Расстояние между осями симметрии следов вальцевания должно быть около 10 мм. В некоторых случаях наносится еще один след, смещенный к задней кромке полотна. Количество следов вальцевания и величина смещения одного следа в сторону задней кромки полотна в зависимости от размеров пил приведены в табл. 4.13.

Количество следов вальцевания и величина смещения одного следа в сторону задней кромки полотна в зависимости от размеров делительных ленточных пил

Ширина пил (без высоты зубьев), мм	Толщина пил, мм	Количество сим- метричных сред- ней линии по- лотна следов вальцевания	Расстояние от продольной оси сим- метрии полотна до следа, смещен- ного к задней кромке, e , мм	
			Угол наклона верхнего шкива	
			$\alpha = 10'$	$\alpha = 20'$
165	1,2	2	22,5	45
	1	1		
150	1,2	3	17	34
	1	2		
140	1,2	3	15	30
	1	3		
125	1,2	4	(11)	22
	1	3		
115	1,2	4	(10)	19
	1	3		
100	1,2	4	-	(13)
	1	3		
90	1,2	5	-	(12)
	1	4		
80	1,2	4	-	-
	1	4		
75	1	3	-	-
60	1	3	-	-

Примечания: 1. При вальцевании ленточных пил, величина e которых указана в скобках, симметричные следы наносятся так, чтобы они перекрывали друг друга (вплотную без просветов между ними).

2. В результате нанесения смещенного к задней кромке следа вальцевания увеличивается стрела выпуклости задней кромке. Величины приращения m , достигаемые при нанесении смещенного следа, приведены в табл. 4.11.

Схема устранения местного скручивания представлена на рис. 4.21

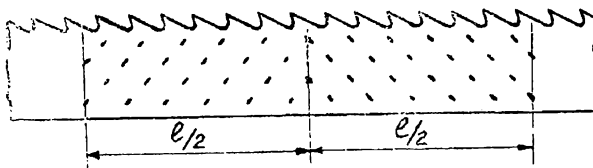


Рис. 4.21. Схема устранения местного скручивания

Расположение следов вальцевания по ширине невальцованных пил и порядок их нанесения показаны на рис. 4.22.

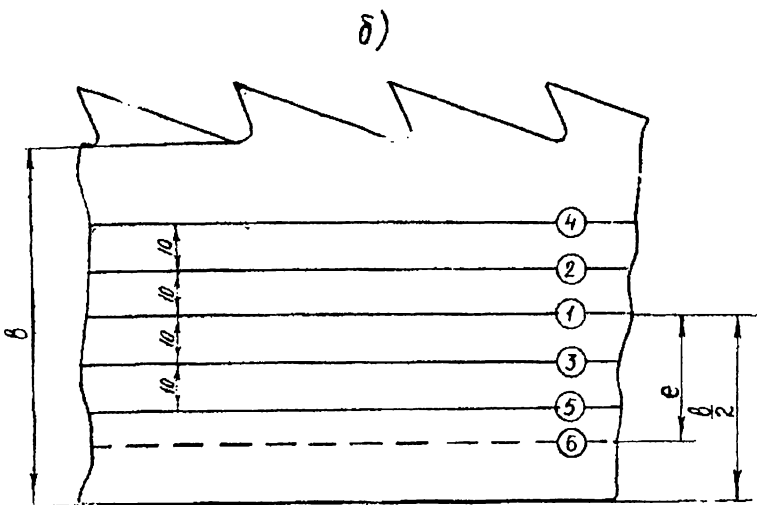
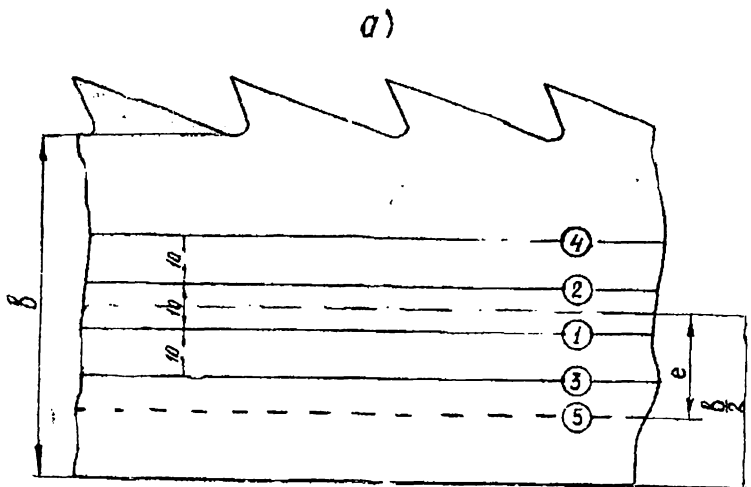


Рис. 4.22. Расположение и порядок нанесения следов вальцевания по ширине полотна невальцованной ленточной пилы:
 а - при нечетном количестве симметричных следов;
 б - при четном количестве симметричных следов

Усилие прижима роликов для новых невальцованных пил должно соответствовать указанному в табл. 4.14 для роликов диаметром 70 мм с радиусом кривизны в осевом сечении 105 мм.

При вальцевании роликами диаметром 70 мм с радиусом кривизны в осевом сечении 35 мм рекомендуется увеличивать количество следов или усилие прижима роликов на 20-25 %.

Для пил, подлежащих вальцеванию после длительной эксплуатации, величину давления роликов корректируют по усмотрению пилоправа в зависимости от исходного напряженного состояния полотна.

Таблица 4.14

Сила прижима роликов для новых невальцованных делительных ленточных пил

Ширина пил (без высоты зубьев), мм	Толщина пил, мм	Сила прижима роликов (по показаниям манометра станка), Н/см ²	
		при нанесении следов, симметричных средней линии полотна пилы	при нанесении следа, смещенного к задней кромке пилы
165	1,2	350	200
	1	450	
150	1,2 и 1	300	200
	1,2 1	350 300	
140	1,2	350	200
	1	300	
125	1,2 и 1	300	200
115	1,2 и 1	350	200
100	1,2 и 1	400	200
90	1,2 и 1	350	200
80-60	1,2 и 1	400	200

Следы вальцевания наносят по всей длине полотна, включая зоны сварки (пайки), при постоянном давлении роликов вальцовочного станка.

Пилы вальцуют за два приема. После обкатки по всем следам пила снимается с верхних роликов верстака, устанавливается на нижние ролики и вальцуется повторно по тем же следам. Следует обращать внимание на точность совмещения следов.

4.2.14. Заключительный контроль напряженного состояния полотна пилы

Напряженное состояние пилы оценивают по величине стрелы прогиба в плоскости, перпендикулярной продольной оси симметрии полотна, и по величине стрелы выпуклости задней кромки. Оба показателя (рис. 4.14, 4.15) измеряются на каждом метре длины пилы. Стрела прогиба

должна совпадать с нормалью к продольной оси симметрии полотна пилы (без учета высоты зубьев), ее измеряют на обеих сторонах (поверхностях) пилы. Результат находят как среднее арифметическое из двух замеров. Степень вальцевания, определяемая по двум показателям, должна соответствовать приведенной в табл. 4.11.

Если величина стрелы прогиба менее нормативной, то пилу вновь вальцуют при давлении не более $0,02 \text{ Н/м}^2$, нанося дополнительные следы вальцевания вблизи оси симметрии полотна между ранее нанесенными следами.

Если величина стрелы прогиба выше нормативной, то пилу вальцуют, нанося два следа, каждый на расстоянии около 10 мм от задней кромки и линии впадин зубьев полотна. Давление роликов не должно превышать $0,02 \text{ Н/м}^2$.

4.3. Требования к выполнению операций по подготовке зубьев

4.3.1. Заточка зубьев

В зависимости от заданных профиля, шага и высоты зубьев делительных ленточных пил уточнить параметры настройки станка в соответствии с табл. 4.15.

Таблица 4.15

Параметры настройки станка

Профиль зубьев	Шаг зубьев, мм	Ход собачки, мм	Высота зубьев, мм	Ход шлифовальной головки, мм	Радиус закругления впадины, мм	Толщина круга, мм	Передний угол, град	Задний угол, град
I	30	31-35	9	19	3	6-8	25	20
	40	41-45	11	25	4	8-10		
	50	51-55	13	31	4	10-13		
II	30	31-35	7,5-8	15	3	6-8	30	15
	40	41-45	10-11	20	4	8-10		
	50	51-55	14-15	25	4	10-13		

Порядок выполнения работ по заточке зубьев на станке определяется руководством по эксплуатации станка.

В зависимости от условий распиловки выбирают угловые параметры зубьев узких ленточных пил в соответствии с табл. 4.16.

Таблица 4.16

Угловые параметры зубьев узких ленточных пил

Порода	Угловые параметры зубьев, град.		
	Передний угол	Угол заострения	Задний угол
Продольная распиловка			
Хвойная	20	45	25
Твердолиственная	20	50	20
Смешанная распиловка			
Хвойная	5	50	35
Твердолиственная	0-5	55	35
Фанера, ПС	0-5	55	30

Линейные параметры узких ленточных пил приведены в табл. 4.17.

Таблица 4.17

Линейные параметры узких ленточных пил

Наименование параметра	Величина параметра при распиловке, мм	
	продольной	смешанной
Шаг зубьев пил, мм	10-12	6-8
Высота зубьев пил, мм	5-6	3-4
Радиус закругления впадин зубьев, мм	2,5-3	1,5-2

В зависимости от заданных углов, шага и высоты зубьев узких ленточных пил уточняются параметры настройки станка (табл. 4.18)

Таблица 4.18

Параметры настройки станка

Шаг зубьев, мм	Ход собачки, мм	Высота зубьев, мм	Ход шлифовальной головки, мм	Радиус закругления впадины, мм	Толщина круга, мм
6	7-9	3	6	1,5	2
8	9-12	4	8	2	3
10	11-13	5	9	2,5	3
12	13-15	6	10	3	3

Режим заточки делительных ленточных пил должен соответствовать приведенному в табл. 4.19.

Таблица 4.19

Режимы заточки зубьев делительных ленточных пил

Операция	Окружная скорость шлифовального круга, м/с	Число двойных ходов шлифовальной головки, дв. ход/мин.	Подача на врезание за проход, мм по грани		Число проходов
			передней	задней	
"Профилировка"	25-35	35	0,09-0,18	0,09-0,018	до образования нужного профиля

Операция	Окружная скорость шлифовального круга, м/с	Число двойных ходов шлифовальной головки, дв. ход/мин.	Подача на врезание за проход, мм по грани		Число проходов
			передней	задней	
Заточка чистовая (после плющения)	25-35	35; 56	0,06-0,09	0,03-0,06	3-4
Заточка промежуточная (между плющениями)	25-35	35; 56	0,03	0,03-0,06	3-4
Подшлифовка	25-35	56	без подачи	без подачи	1-2

В зависимости от состояния зубьев следует уточнить величину снимаемого припуска и режим шлифования.

Режим заточки узких ленточных пил должен соответствовать приведенному в табл. 4.20.

Таблица 4.20

Режимы заточки зубьев узких ленточных пил

Операция	Окружная скорость шлифовального круга, м/с	Число двойных ходов шлифовальной головки, дв. ход/мин.	Подача на врезание за проход, мм по грани		Число проходов
			передней	задней	
"Профилировка" зубьев пил	22-38	100	0,08-0,1	0,06-0,08	3-4
Заточка зубьев пил	22-38	100	0,03-0,05	0,05-0,07	2-5*

Примечание. *Последние 1-2 прохода заточку производят без подачи на глубину резания.

Делительные ленточные пилы

После насечки зубьев снимается припуск до 2 мм и применяется режим "профилировка" с подачей на врезание до 0,18 мм. Для сохранения профиля зубьев и уменьшения износа пилы толщина слоя, снимаемого с передней и задней граней, должна быть одинаковой.

При заточке после плющения необходимо так отрегулировать заточной станок, чтобы с передней грани снимался более толстый слой металла, чем с задней. Припуск на заточку, снимаемый с передней грани, не

должен превышать глубину впадины от плющильного валика. Он может быть меньше, лишь бы была образована правильная лопаточка.

При промежуточных заточках-переточках затупленных зубьев с передней грани снимается минимальный слой, обеспечивающий восстановление остроты боковых режущих кромок. Слой, снимаемый при этом с задней грани, может быть несколько большим, однако не более того, который обеспечивает остроту передней режущей кромки. При переточках с задней грани снимается слой 0,2-0,25 мм, а с передней - около 0,1-0,15 мм.

Подшлифовка зубьев осуществляется при легком касании их шлифовальным кругом, то есть без подачи круга на врезание.

Во избежании неравномерной проточки разных участков пилы необходимо следить за тем, чтобы все зубья были проточены одинаковое число раз. Для этого рекомендуется на пиле мелом отмечать зуб, с которого начинается заточка.

После заточки и подшлифовки с зубьев осторожно снимают шлифовальным бруском или напильником образовавшиеся заусенцы.

Узкие ленточные пилы

Профилирование зубьев пил производится после насечки зубьев, при незначительном повреждении вершин зубьев, а также при изменении профиля зубьев пилы из-за изменения условий ее работы. При этом снимается припуск до 1 мм.

Заточка зубьев пил производится после их профилирования, а также после их затупления в результате длительной работы.

4.3.2. Плющение и формование зубьев

В зависимости от заданных условий распиловки уточняется величина уширения зубьев делительных ленточных пил на сторону, представленную в табл. 4.21.

Таблица 4.21

Величины уширения зубьев делительных ленточных на сторону

Древесина	Уширение на сторону	
	после плющения	после формования
Твердые породы	0,5-0,6	0,3-0,4
Мягкие породы	0,65-0,75	0,45-0,55

Зажать пилу в тисках и настроить плющилку. Для настройки необходимо:

- 1) установить и закрепить стопорами наковаленку по высоте так, чтобы ее рабочая поверхность у переднего скоса касалась цилиндра

- дрической поверхности валика при его поворачивании, допускается полный оборот валика;
- 2) вынуть плющильный валик и установить плющилку на пиле так, чтобы наковаленка опиралась на заднюю грань зуба;
 - 3) отрегулировать положение опорной планки и закрепить регулировочный винт контргайкой. Рабочая поверхность наковаленки по всей длине должна плотно прилегать к задней грани зуба, а его вершина не доходить до скоса наковаленки на 0,2-0,3 мм;
 - 4) снять плющилку, смазать маслом передние грани зубьев и плющильный валик, вставить в плющилку и вновь установить ее на пиле;
 - 5) осаживая плющилку на зуб и поворачивая валик, найти и зафиксировать ограничителем крайнее переднее положение рукоятки, при котором валик должен соприкоснуться с передней гранью зуба начальной точкой рабочей поверхности (рис. 4.23).

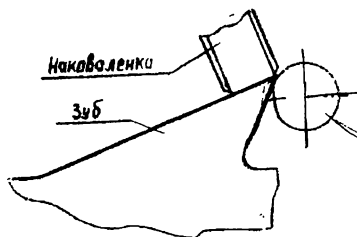


Рис. 4.23. Настройка плющилки

- 6) закрепить плющилку на пиле так, чтобы пила была посередине прорези плющилки;
- 7) провести пробное плющение, найти и зафиксировать ограничителем крайнее заднее положение рукоятки, при котором получается уширение зуба на заданную величину;
- 8) если заданную величину уширения не удастся получить за один поворот валика, то плющение следует вести в два приема: сначала валик повернуть не полностью, вернуть его в исходное положение, дополнительно осадить плющилку (отдав, а затем вновь закрепив ее на пиле) и повернуть валик до упора рукоятки в задний ограничитель;
- 9) осмотреть вершину расплющенного зуба и при необходимости подрегулировать положение планки: при отгибе вершины вверх

(что свидетельствует о неплотном прилегании наковаленки к задней грани у вершины зуба) опустить планку, а при отгибе вниз - поднять ее.

При правильной настройке уширение зубьев получается равномерным на обе стороны пилы. Допускаются отклонения $\pm 0,05$ мм. Высота лопатки должна составлять 4-5 мм. Трещины, отгибы и вытягивание вершины не допускаются.

Примечание. Если появляются трещины, то не следует добиваться заданной величины уширения за один проход. Получив после первого прохода уширение зубьев на 0,2-0,3 мм меньше заданного, следует проточить пилу на пилозаточном станке до устранения впадины от валика на передней грани и повторить плющение.

Правильно настроив плющилку, провести плющение зубьев, переставляя плющилку и передвигая пилу в тисках по мере расплющивания зубьев. Необходимо периодически проверять качество плющения и своевременно смазывать передние грани зубьев и плющильный валик.

Настроить формовку и выполнить формование зубьев. Для настройки необходимо:

- 1) снять рукоятку формовки, установить на формовку пилу и вновь надеть рукоятку;
- 2) установить боковины по высоте так, чтобы вершины зубьев были напротив отметки шкалы, соответствующей заданному уширению;
- 3) отрегулировать толкатель так, чтобы при холостом ходе рукоятки пила перемещалась на один шаг зубьев;
- 4) проверить величину уширения и угла поднутрения с обеих сторон пилы;

Допускаемые отклонения от заданной величины уширения $\pm 0,05$ мм. Разница в величине уширения на одной пиле не должна превышать 0,05 мм. Угол поднутрения должен быть в пределах 3-5°. Трещины не допускаются.

При удовлетворительных результатах пробного формования отформовать все зубья, периодически проверяя качество.

Развод зубьев узких ленточных пил осуществляется отгибанием верхней части зуба пилы, соответствующей 0,3-0,5 высоты зуба. Желательно, чтобы линия отгиба I-I была перпендикулярна биссектрисе II-II угла заострения (рис. 4.24).

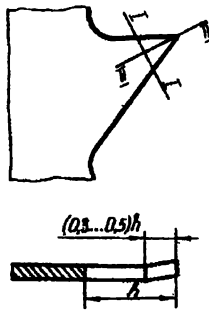


Рис. 4.24. Форма вершины зуба узкой ленточной пилы после развода

Величина развода выбирается в зависимости от условий работы узкой ленточной пилы (табл. 4.22), но не должна превышать 0,5 толщины полотна пилы.

Таблица 4.22

Величина развода зубьев узкой ленточной пилы на сторону

Направление пиления	Величина развода зубьев пилы на сторону при распиловке древесины влажностью до 25 % и фанеры		
	Хвойной породы	Твердолиственной породы	Фанеры
Продольное	0,25-0,3	0,2-0,25	0,2-0,25
Смешанное (прямолинейное)	0,3-0,35	0,25-0,3	0,25-0,3
Криволинейное	0,3-0,55	0,25-0,55	0,25-0,56

Развод зубьев пил осуществляют на полуавтомате для заточки и развода узких ленточных пил после выполнения операции доводки. В случае, если пила имеет нечетное количество зубьев пил, необходимо следить, чтобы разводное устройство после завершения развода всех зубьев пилы было остановлено, чтобы избежать возможный переразвод зубьев.

Для криволинейной распиловки с малым радиусом кривизны. Когда величина развода зубьев пилы на сторону равна половине толщины полотна пилы, зубья разводят поочередно в противоположные стороны, оставляя между двумя разведенными один неразведенный зуб, схема развода которого представлена на рис. 4.25.

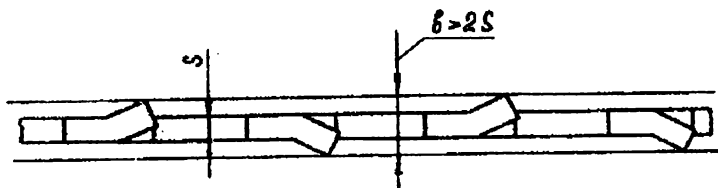


Рис. 4.25. Схема развода зубьев ленточной пилы для пиления древесины с малым радиусом кривизны

Эту операцию выполняют вручную разводкой.

Требования к качеству подготовки делительных ленточных пил приведены в табл. 4.23.

Таблица 4.23

Требования к качеству подготовки зубьев делительных ленточных пил

Контролируемый параметр	Допускаемое отклонение
Высота зубьев, мм	$\pm 0,3$
Шаг зубьев	$\pm 0,5$
Угловые параметры, град.	± 1
Радиус закругления впадин, мм	$\pm 0,5$
Прямолинейность линии вершин зубьев, мм/мм	Вогнутость со стрелой до $0,4/1000$
Уширение вершины зубьев на сторону, мм	$\pm 0,05$
Высота лопатки, мм	$\pm 0,5$
Угол поднутрения, град.	$\pm 0,5$
Шероховатость граней и впадины зуба	Не ниже $\nabla 6$

Требования к качеству подготовки узких ленточных пил приведены в табл. 4.24.

Таблица 4.24

Требования к качеству подготовки зубьев узких ленточных пил

Контролируемый параметр	Допускаемое отклонение
Высота зубьев, мм	$\pm 0,3$
Шаг зубьев	$\pm 0,3$
Угловые параметры, град.	± 1
Радиус закругления впадин, мм	$\pm 0,2$
Прямолинейность линии вершин зубьев, мм/мм	Вогнутость со стрелой до $-0,3/1000$
Величина развода зубьев пилы на сторону, мм	$\pm 0,05$
Шероховатость граней и впадины зуба	$Ra 1,25$

Высоту и шаг зубьев измеряют штангенциркулем выборочно не менее чем у 5 зубьев (рис. 4.26, а, б). Разница в шаге зубьев у одной пилы не должна превышать 0,5 мм, в высоте - 0,3 мм.

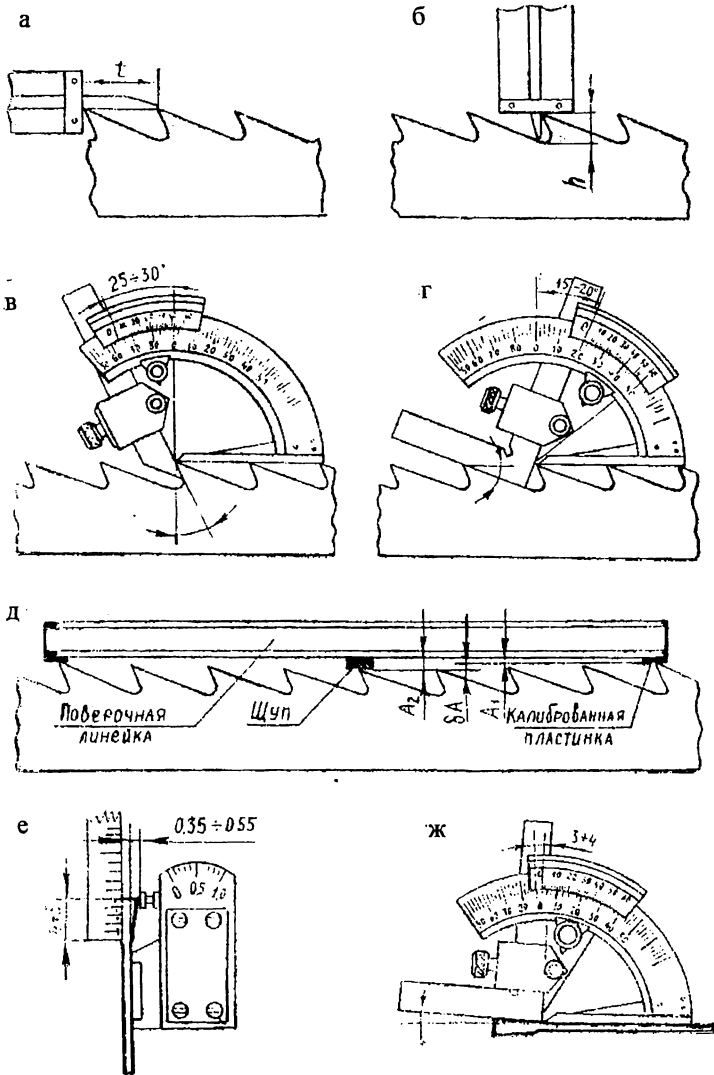


Рис. 4.26. Схема проверки:
 а - шага зубьев; б - высоты зубьев; в - переднего угла; г - заднего угла;
 д - прямолинейности линии вершин зубьев; е - уширения зуба на сторону;
 ж - угла поднутрения

Передние и задние углы измеряют угломером не менее чем у 5 зубьев (рис. 4.26 в, г).

Прямолинейность линии вершин зубьев проверяется с помощью поперочной линейки, калиброванных пластинок и набора щупов через каждые 5 м длины, но не менее чем на двух участках одной пилы (рис. 4.26, д).

Радиус закругления впадин, уширение зуба на сторону, высоту лопатки, угол поднутрения измеряют соответственно шаблоном, разводомером, линейкой и угломером (рис. 4.26 е, ж).

Шероховатость граней и впадины зуба контролируют путем сравнения с эталонами шероховатости.

Передняя режущая кромка зубьев после заточки должна быть перпендикулярной боковой плоскости пилы.

При контроле остроты зубьев осматривают режущие кромки через лупу. Лезвия зубьев должны быть не менее острыми, чем у эталонных; завороты лезвий, косые грани, выкрошины и засинение вершин зубьев не допускается.

4.4. Требования к выполнению операций по устранению дефектов

4.4.1. Засверливание трещин

Засверливают одиночные трещины длиной не более 10-15 % от ширины пилы, но не более 15 мм.

Центр сверления располагается обязательно в конце трещины и предварительно накернивается.

4.4.2. Стачивание полотна пилы

Стачиваются пилы с мелкими, равномерно распределенными по длине трещинами в количестве 2-3 на метр.

Дефектный слой полотна пилы шлифуется на режиме "профилировка".

4.4.3. Вырезка дефектных зон полотна пилы и подготовка отрезков-вставок

Вырезают групповые трещины (4-5 штук) на длине 400-500 мм, одиночные трещины длиной свыше 10-15 % ширины полотна, выломы более двух зубьев подряд и обрывы полотен пил.

Длина вырезки дефектной зоны должна составлять не менее 500 мм во избежание затруднений при правке. Для вставки необходимо выбирать исправный отрезок полотна одинаковой толщины и ширины с ремонтируемой пилой.

Последовательность работы при вырезке дефектных зон и подготовке отрезков-вставок:

- 1) отмечают мелом длину вырезаемого участка;
- 2) размечают линии отреза;
- 3) обрезают пилу по линиям разметки;
- 4) правят и зачищают кромки пилы под сварку.

4.4.4. Соединение концов пилы

Последовательность работы по соединению концов пил:

- 1) настраивают сварочный агрегат и сваривают;
- 2) зачищают сварной шов;
- 3) правят полотно в зоне сварного шва;
- 4) контролируют качество соединения пилы после сварки.

4.4.5. Обрезка и насечка зубьев

Обрезке и насечке зубьев подлежат пилы, имеющие мелкие трещины, распределенные по всей длине полотна пилы, выломы свыше двух зубьев подряд.

Выполнение работ при обрезке и насечке зубьев осуществляется на станках ПШП-2 и ПШП-3М в соответствии с руководством по эксплуатации этих станков.

Зубчатая кромка пилы после обрезки и насечки зубьев не должна быть вытянута. Во избежание этого необходимо следить, чтобы зазор на одну сторону между пуансоном и матрицей составлял 0,15 мм, а между верхним и нижним ножами - 0,2 мм. Допускаемое отклонение $\pm 0,02$ мм.

4.5. Установка пил

Открывают ограждения шкивов, опускают верхний пильный шкив, снимают затупленную пилу.

В зависимости от размеров сечения пилы и соотношения плеч рычажной системы механизма натяжения пилы определяют величину натяжного груза:

$$G_{zp} = p_0 \cdot \frac{l}{L} = \left[(\sigma_0 \cdot b \cdot S) \cdot 2 + G_{cyn} \right] \cdot \frac{l}{L}, \quad (4.6)$$

где P_0 – усилие, приложенное к оси верхнего пильного шкива от натяжного груза, Н;

l – малое плечо рычага натяжения, мм;

L – большое плечо рычага, мм;

σ_0 – предварительное напряжение в одной ветви полотна пилы от усилия натяжения пилы на пильных шкивах, Н/мм²;

b – ширина пилы без высоты зубьев, мм;

S – толщина пилы, мм;

$G_{суп}$ – вес подвижной части суппорта с верхним пильным шкивом, Н.

Параметры l , L , $G_{суп}$, должны быть известны из технической характеристики эксплуатируемого станка. Размеры сечения пилы определяют в процессе ее подготовки. Напряжение от силы натяжения пилы на шкивах, равномерно распределяющееся по ширине пилы, должно составлять 50-100 Н/мм².

Увеличивать усилие натяжения, вызывающее напряжение более 100 Н/мм², не рекомендуется.

Проверяют уравнишенность подъемных частей станка на натяжном рычаге и навешивают груз расчетной величины $G_{р}$ на рычаг.

Доставку пил к станкам производят на тележках в рулонах, связанных не менее, чем в трех местах равномерно по всей окружности рулона.

Крепление рулонов на тележках должно быть надежным.

Схемы складывания узкой ленточной пилы представлены на рис. 4.27.

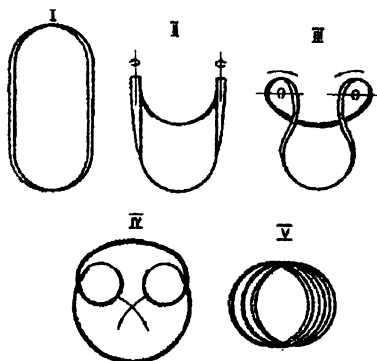


Рис. 4.27. Схема складывания узкой ленточной пилы

Устанавливают пилу на шкивы таким образом, чтобы зубья выступали за кромку ободов шкивов. Поднимают верхний пильный шкив до положения, при котором рычаг с грузом займет горизонтальное положение.

Соблюдая меры предосторожности, кратковременным включением (толчком) электродвигателя механизма резания поворачивают шкивы, убеждаясь в стабилизации траектории движения пилы.

Включают станок (электродвигатель механизма резания) и, наблюдая за траекторией движения зубьев пилы, регулируют положение верхнего пильного шкива. Если свес зубьев со шкивов превышает высоту зубьев, то уменьшают угол наклона верхнего шкива. Если же свес зубьев менее половины их высоты, то увеличивают угол наклона верхнего шкива. Схема проверки свеса зубьев пилы со шкивом представлена на рис. 4.28.

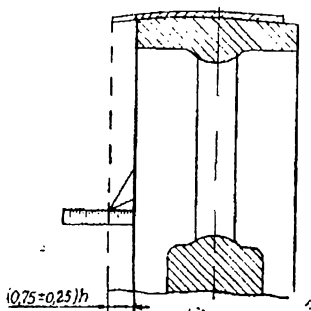


Рис. 4.28. Проверка свеса зубьев ленточной пилы со шкива

Останавливают станок и с помощью линейки контролируют плоскостность полотна пилы в зоне резания. Контроль выполняют по всей длине пилы, проворачивая шкивы кратковременными включениями или вручную. Полотно пилы, включая зоны сварки (пайки), должно быть плоским в зоне резания. Неплоскостность полотна не допускается, и пила возвращается для правки.

Определяют осевое биение пилы на шкивах при помощи индикатора, проворачивая шкивы вручную. Схема проверки приведена на рис. 4.29.

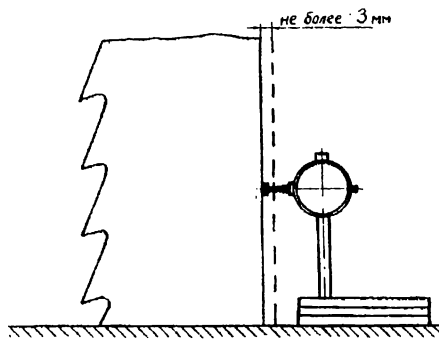


Рис. 4.29. Проверка осевого биения ленточной пилы на шкивах

Величина осевого биения не должна превышать 3 мм.

Если при контроле правильности установки пилы получены положительные результаты, то устанавливают направляющие пилы и устройства для очистки пилы и шкивов от замазливания и опилок. Верхние направляющие устанавливают на высоте 40-50 мм (для делительных ленточных пил), и 10-15 мм (для узких ленточных пил) над распиливаемым материалом. Зазор между пилой и направляющими не должен превышать 0,1-0,15 мм. Величину зазоров контролируют с помощью набора щупов.

Окончательно запускают станок, настраивают механизм подачи на требуемую скорость в зависимости от размеров и свойств распиливаемого материала и проводят пробную распиловку. Правильно подготовленная и установленная пила должна работать устойчиво, обеспечивая прямолинейный и чистый пропил.

Ленточная пила должна выступать из боковых направляющих на величину, равную высоте зубьев. Задний опорный ролик регулируют в плоскости пилы таким образом, чтобы при движении вхолостую ленточная пила слегка касалась его. В случае, когда производится распиловка древесины не сквозная, а с возвратом недопиленной детали, для предотвращения "стягивания" пилы со шкивов пила при холостом движении должна постоянно прижиматься к заднему опорному ролику (рис. 4.30).

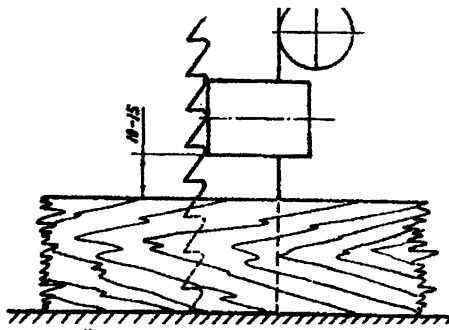


Рис. 4.30. Схема настройки положения верхнего направляющего устройства

Нижнее направляющее устройство устанавливают так же, как и верхнее, за исключением установки его на высоте, так как по высоте его не регулируют.

Регулируют дополнительно натяжение ленточной пилы, так как при наклоне верхнего шкива "на себя" произошло ослабление натяжения пилы и при наклоне "от себя" - усилие натяжения.

В зависимости от вида обработки стол станка устанавливают горизонтально или под углом до 45° .

Окончательно запускают станок, производят пробную распиловку. В случае бокового зарезания регулируют боковые направляющие, разворачивая их в сторону, противоположную зарезанию.

Настраивают механизм подачи на требуемую скорость в зависимости от размеров распиливаемого материала.

Новые пилы после окончательной подготовки и правки обкатывают вхолостую в течение 15-20 минут. Затем производят дополнительную настройку станка.

При остановке станка продолжительностью более 1 часа верхний шків опускают, снимая натяжение ленточной пилы.

При неправильной подготовке и установке ленточных пил возникают разного рода дефекты (табл. 4.25).

Таблица 4.25

Дефекты распиловки из-за неправильной подготовки и установки ленточных пил

Брак обработки и характер повреждения инструмента	Брак подготовки инструмента к работе
Зарезание, волнистый пропил	Недостаточное и смещенное к задней кромке вальцевание
Разрыв пилы	Излишнее вальцевание или смещение его к зубьям

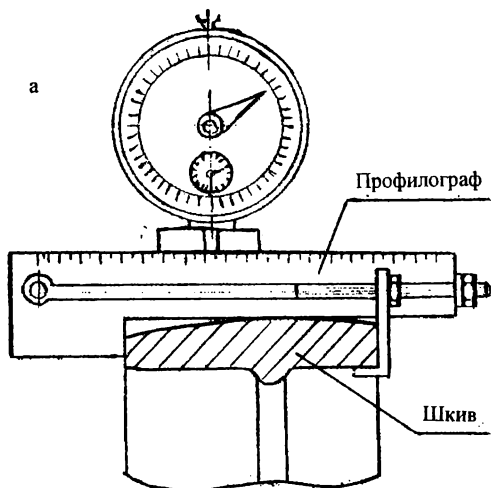
Брак обработки и характер повреждения инструмента	Брак подготовки инструмента к работе
Блуждание пилы по шкивам, слетание пилы, зональные ухудшения чистоты пропила	Неравномерное по длине вальцевание
Образование трещин	Острые углы и подрезы у дна впадины
Прижоги на полотне и волнистый пропил	Неудовлетворительная правка
Разрыв пилы по полотну в месте спайки	Вторичная закалка места спайки при быстром остывании пилы
Разрыв пилы по шву	Неправильная заправка зуба на участке спайки, стык осаживался недостаточно и не проковывался
Волнистый пропил	Износ ободьев шкивов, недостаточное натяжение пилы
Частые разрывы пилы	Излишнее натяжение пилы
Риски от выступающих зубьев на поверхности распила	Неравномерное уширение зубьев
Нагревание пилы и блуждание после разогревания, неудовлетворительное качество при выкружных работах	Недостаточное уширение зубьев
Зарезание, волнистый пропил	Несимметричное уширение зубьев
Недостаточная устойчивость пилы при работе на участках наклона волокон, сучков	Большой зазор между направляющими и пилой, большое расстояние между верхней и нижними направляющими
Периодически повторяющиеся зарезания на поверхности пропила	Плохая заправка места спайки
Зарезание, волнистый пропил	Неправильное положение пильной ленты относительно направления подачи

4.6. Контроль технического состояния ленточнопильных станков

Обследуют состояние рабочих поверхностей ободов пильных шкивов и их осевые и радиальные биения, а также положение их осей.

Состояние рабочих поверхностей ободов пильных шкивов оценивают по стреле выпуклости профиля шкивов и характеру износа (изменения профиля) по всей ширине шкива. Для этого на поверхность обода пильного шкива устанавливают профилограф типа ПЛД-1 и жестко крепят его неподвижную часть специальными прихватами. Состояние поверхности шкива регистрируют с помощью следящего устройства по показаниям индикатора (рис. 4.31, а).

При отсутствии профилографа ПЛД-1 применяют проверочную линейку и набор щупов. Схема измерения показана на рис. 4.31, б.



б

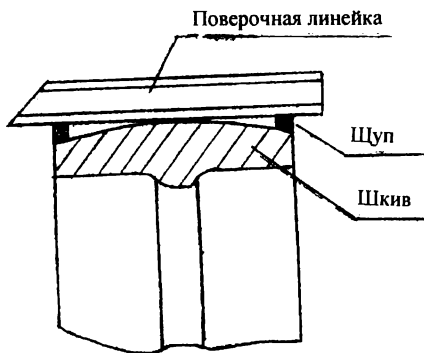


Рис. 4.31. Схема проверки профиля шкива:
а - профилографом; б - проверочной линейкой

Допускается изменение стрелы выпуклости профиля шкива не более 0,2 мм от оптимального (первоначального) значения, определяемого техническими условиями.

Для измерения осевых и радиальных биений пильных шкивов применяют индикатор часового типа, закрепленный на стойке с магнитным (или простым) основанием.

Радиальные биения шкивов не должны превышать 0,1-0,15 мм а осевые - 0,15-0,2 мм.

Положение (горизонтальность) осей пильных шкивов определяют угломером с оптическим квадрантом типа УЛД-1. Для этого на пильном шкиве жестко закрепляют угломер специальными прихватами (рис. 4.32, б). Отклонение оси пильного шкива от горизонтали фиксируют при помощи квадранта с точностью до 30'' (секунд). Показания оптического квадранта соответствуют фактическому наклону (углу наклона) пильного шкива с соответствующим знаком.

Поскольку техническими условиями допускается наклон только верхнего пильного шкива или одновременный симметричный наклон верхнего и нижнего пильных шкивов, то необходимо определять положение осей обоих шкивов ленточнопильного станка.

При отсутствии угломера типа УЛД-1 используют отвес с успокоителем и измерительную линейку, определяя свес верхней (нижней) кромки на известной базе по хорде шкива (рис. 4.32, а)

Зная величину свеса кромки шкива, определяют угол наклона шкива α в град. по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{c}{a}, \quad (4.7)$$

где c – свес кромки шкива, мм;

a – расстояние (хорда) между точками касания нити и шкива, мм.

Фактические значения углов наклона пильных шкивов, полученные сразу после снятия устойчиво работающих ленточных пил, позволят установить диапазон изменения углов наклона и уточнить режимы вальцевания ленточных пил.

5. ФРЕЗЫ

5.1. Типы и конструкции фрез

Фрезы представляют собой корпус, устанавливаемый на шпинделе станка со сформированными на нем режущими элементами (зубьями).

Фрезы классифицируются по конструктивным признакам: способу крепления на станке; форме и расположению режущих кромок относительно оси вращения; цельности инструмента; форме задней поверхности режущего элемента [14, 20, 27, 29, 36, 40]. По способу крепления на станке различают фрезы насадные и концевые. Насадные фрезы (рис. 5.1, 5.2, 5.3) центральным отверстием насаживают на шпиндель станка.

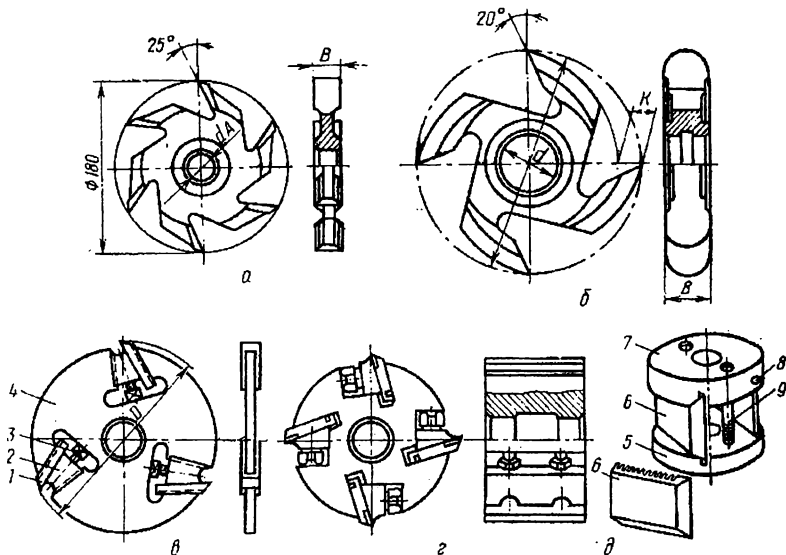


Рис. 5.1. Фрезы насадные:

- a* - цельная с прямым затылком; *б* - цельная с криволинейным затылком;
в - дисковая пазовая; *г* - цилиндрическая; *д* - фланцевая; *1, б* - ножи; *2* - клин;
3 - распорный винт; *4* - корпус; *5, 7* - фланцы; *8* - регулировочный винт; *9* - болт

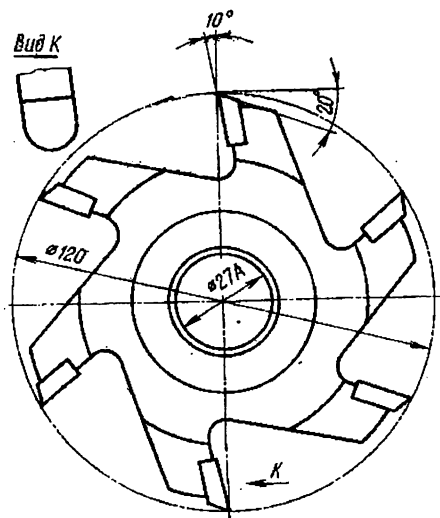


Рис. 5.2. Фреза насадная с пластинками из твердого сплава

Для лучшего обеспечения соосности фрезы и шпинделя насадные фрезы иногда снабжают центрирующими цапгами.

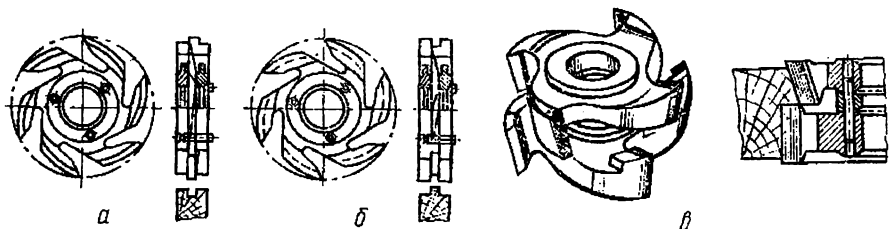


Рис. 5.3. Фрезы насадные составные:
 а - для обработки пазы саморегулирующаяся; б - для обработки шипа саморегулирующаяся;
 в - регулируемая с простановочными кольцами

Концевые фрезы (рис. 5.4) имеют хвостовики для крепления в патроне станка.

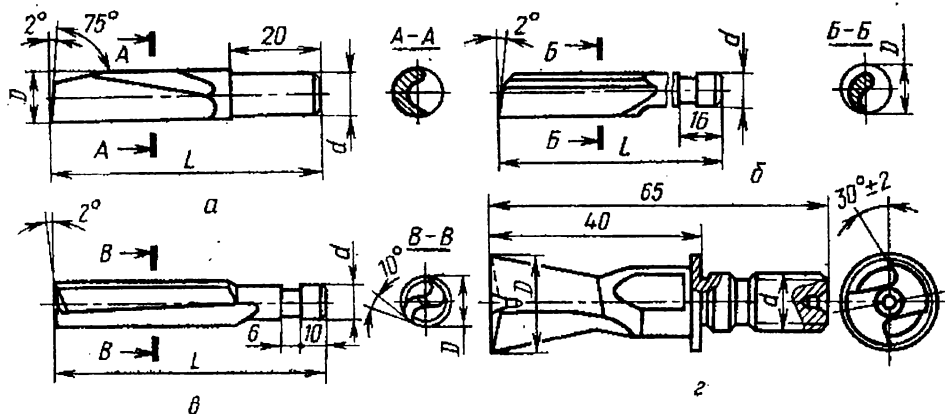


Рис. 5.4. Концевые фрезы:

a - однорезцовая незатылованная; *б* - однорезцовая затылованная;
z - двузубая затылованная; *z* - для выборки ящичных шипов

По ориентации режущих кромок фрезы делят на цилиндрические, торцовые, конические, торцово-конические и профильные. В цилиндрических фрезах прямолинейная режущая кромка расположена параллельно оси вращения, в торцовых она перпендикулярна оси вращения, в конических расположена под некоторым углом к оси и при вращении описывает коническую поверхность. В профильных фрезах режущая кромка имеет криволинейные и прямолинейные участки и описывает поверхность вращения сложного профиля (рис. 5.5). В торцово-конических фрезах две прямолинейные режущие кромки, одна из которых параллельна, а вторая наклонена под острым углом к оси вращения.

По цельности фрезы делят на цельные, сборные и составные. Цельные фрезы (рис. 5.1 а, б) изготавливают из одной заготовки (легированной стали). Они характеризуются высокой уравновешенностью и точностью, что позволяет эксплуатировать их при высокой частоте вращения шпинделей. Цельные фрезы рационально применять при массовой обработке нормализованных профилей деталей. Сборные фрезы состоят из корпуса, изготовленного из конструкционной стали, и закрепленных на нем режущих элементов.

По способу закрепления и форме режущего элемента сборные фрезы весьма разнообразны. Они могут быть с разъемными (рис. 5.1, в, г, д) и

неразъемными (рис. 5.1, а, б) соединением режущего элемента с корпусом. При неразъемном соединении режущий элемент выполняют в виде пластины износостойкого материала (быстрорежущей стали или твердого сплава). Соединение пластины с корпусом выполняется пайкой. При разъемном соединении режущий элемент (нож) обычно удерживается на корпусе силой трения. Для создания необходимой силы трения используют винтовые, клиновые или клеммные механизмы.

Основное достоинство всех сборных фрез - экономия дорогостоящих инструментальных материалов. Сборные фрезы со сменными регулируемыми ножами отличаются постоянством диаметра резания и большим сроком службы, так как по мере износа ножей они довольно легко могут быть изготовлены на деревообрабатывающем предприятии. Однако эксплуатация и подготовка к работе сборных фрез со сменными режущими элементами сложнее, чем цельных. Они требуют тщательной установки и закрепления режущих элементов, а также их уравнивания.

Составные фрезы (рис. 5.3) представляют собой комплект цельных или сборных насадных фрез, устанавливаемых на один шпиндель и предназначенных для обработки сложных профилей. По форме задней поверхности (или затылка) режущего элемента различают фрезы с прямым и криволинейным затылком. Фрезы с прямым затылком (рис. 5.1, а) просты в изготовлении, но по мере их эксплуатации в результате переточек изменяются угловые параметры зубьев и профиль обрабатываемой детали. Использование таких фрез рационально при относительно небольшом числе переточек, например, при оснащении зубьев пластинками износостойкого материала.

У фрез с криволинейной задней поверхностью затылок оформляют по спирали Архимеда (рис. 5.1, б) либо по окружности из смещенного центра, обеспечивающих постоянство профиля и угловых параметров зубьев. По спирали Архимеда обычно обрабатывают задние поверхности цельных фрез. Операцию формирования криволинейной задней поверхности называют затылованием.

Общим для всех фрез является наличие вращающихся вокруг оси режущих элементов, каждая точка лезвия которых описывает в обрабатываемом материале циклоидальную траекторию. Такую траекторию можно получить с помощью схемы, показанной на рис. 5.5, а.

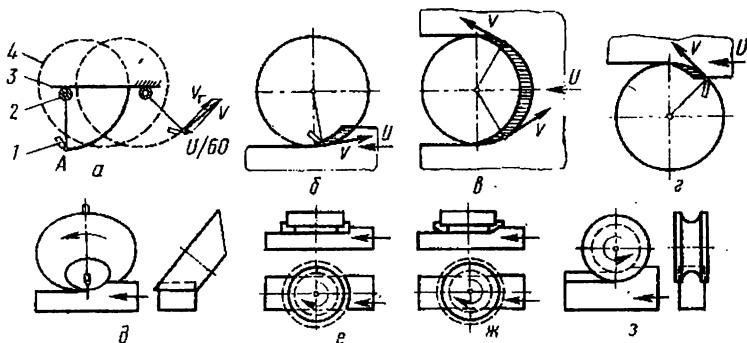


Рис. 5.5. Фрезерование:

а - циклоидальная траектория резания; *б* - цилиндрическое со встречной подачей; *в* - цилиндрическое пазовое; *г* - цилиндрическое с попутной подачей; *д* - коническое; *е* - торцовое; *ж* - торцово-коническое; *з* - профильное

Режущий элемент 1 жестко связан с цилиндром 2. При вращении режущего элемента цилиндр перекачивается по плоскости 3. Следовательно, режущий элемент совершает одновременно два движения - круговое и прямолинейное. Траекторией этого сложного движения относительно неподвижной плоскости 3 является циклоида 4. Круговое движение является главным движением, а прямолинейное - движением подачи.

По форме поверхности, описываемой режущей кромкой при ее вращении, различают следующие виды фрезерования:

цилиндрическое (рис. 5.5, б, в, г) – ось вращения параллельна обработанной поверхности, и режущие кромки описывают цилиндрическую поверхность;

коническое (рис. 5.5, д) – ось вращения фрезы наклонена к обработанной поверхности, и режущие кромки описывают коническую поверхность;

торцовое (рис. 5.5, е) – ось вращения фрезы перпендикулярна обработанной поверхности. Боковые режущие кромки описывают цилиндрические поверхности, а торцовые - поверхность кольца.

торцово-коническое (рис. 5.5, ж) – ось вращения перпендикулярна обработанной поверхности, а режущие кромки описывают коническую поверхность;

профильные (рис. 5.5, з) – участки режущей кромки имеют различные углы наклона к оси вращения и описывают поверхность вращения сложного профиля.

Относительно направления вращения фрезы различают встречное и попутное направления подачи заготовки. При встречном фрезеровании заготовка движется навстречу вращающемуся режущему элементу (рис. 5.5, б). При попутном фрезеровании (рис. 5.5, г) она движется в том же направлении, что и режущий элемент. Попутное фрезерование не получило широкого промышленного применения. При некоторых видах фрезерования (пазовом, торцевом, торцово-коническом) при срезе одной стружки может быть и встречная, и попутная подачи (рис. 5.5, в, е, ж).

Основные элементы и параметры фрез показаны на рис. 5.6.

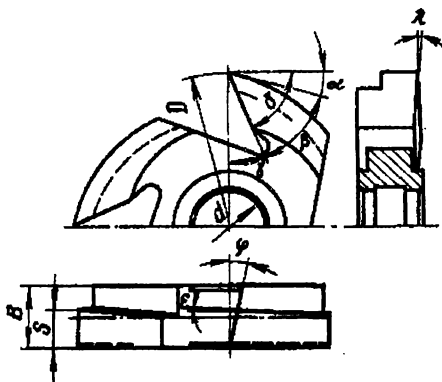


Рис. 5.6. Основные параметры фрез:

D – наружный диаметр; d – посадочное отверстие (диаметр); γ – передний угол;
 σ – угол резания; β – угол заострения; α – задний угол; φ – угол косой заточки;
 ε – угол обточки боковой поверхности; λ – угол поднутрения; B – толщина фрезы;
 S – длина режущей кромки

Угловые значения фрез в зависимости от условий работы приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Операция	Угловые значения фрез				
	Передний угол γ	Задний угол α	Угол обточки боковой поверхности ε	Угол косой заточки φ	Угол поднутрения λ
Фрезерование вдоль волокон мягких лиственных и хвойных пород	30	15	4	10	4

Операция	Передний угол γ	Задний угол α	Угол обточки боковой поверхности ε	Угол косой заточки φ	Угол поднутрения λ
Фрезерование вдоль волокон твердых листовых пород	25	15	4	10	2-4
Фрезерование твердых пород поперек волокон	30	15	2	15-20	2
Фрезерование в торец	30	10-15	4	15-20	4

Диаметры посадочных отверстий фрез равны 22;27; (30); 32; (35); 40; 50; 60; 70 мм, а диаметры хвостовиков концевых фрез 8; 10;12; 14; 16 мм.

При изготовлении фрез приняты следующие допуски на точность:

передний угол, град.	± 2 ;
задний угол, град.	± 1 ;
угол поднутрения, мин.	± 30 ;
угол косой обточки боковой поверхности, мин.	± 30 ;
точность угловой разбивки шага зубьев, мин.	± 30 .

Зазоры в местах сопряжения зубьев допускают через зуб и не больше 0,2 мм. Торцовое биение опорных поверхностей не должно превышать 0,02 мм, а радиальное и осевое биение зубьев не должно быть более 0,05 мм. Посадочные размеры отверстий и хвостовиков должны соответствовать второму классу точности. Допускаемый дисбаланс фрез не должен превышать 1 г на плече 100 мм 0,01 Н см.

Фрезы изготавливают из инструментальной легированной стали или инструментальной углеродистой стали. Рекомендуются стали следующих марок: легированные Х6ВФ, 8Х4В4Ф, углеродистые У8А, У10А. Для фрез, работающих с попутной подачей, рекомендуются быстрорежущие стали Р9, Р18, РФ1. Углеродистая сталь должна иметь структуру мелкоигольчатого мартенсита, а углеродистая - мелкоигольчатого мартенсита с равномерно распределенными карбидами. Корпус фрез со вставными резцами изготавливают из высококачественной конструкционной стали марок 40Х или 45. Они имеют твердость после закалки и отпуска HRC 30-22. Гайки и головки болтов цементируют на глубину 0,3-0,4 мм (твердость после закалки HRC 35-42). На поверхности фрез не

должно быть трещин, раковин, выкрошенных мест, следов коррозий, пазов, завалов граней болтов и гаек.

Угловые параметры фрез при фрезеровании различных древесных материалов и пластиков представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Угловые параметры фрез при фрезеровании различных древесных материалов и пластиков

Обрабатываемый материал	Качество обработки					
	среднее		хорошее		отличное	
	γ	a_{cp}	γ	a_{cp}	γ	a_{cp}
Мягкие древесные породы	22	0,2	28	0,1	32	0,03
Твердые древесные породы и древесноволокнистые плиты	18	0,16	24	0,08	28	0,02
Клееная древесина и фанера	14	0,14	19	0,05	24	0,015
Древеснослоистые пластики	10	-	15	0,03	20	0,01

5.2. Заточка зубьев фрез

При заточке зубьев фрез должны быть восстановлены режущие свойства инструмента (первоначальная острота) без изменения его профиля. Необходимая производительность заточки, требуемое качество режущей кромки и затачиваемых поверхностей зависит от выбора типа абразивного круга, установки круга на шпинделе заточного станка, установки затачиваемой фрезы относительно абразивного круга, выбор режимов заточки.

Установка фрезы определяется в основном формой задней поверхности зуба. Фрезы с криволинейной задней поверхностью затачивают всегда по плоской передней грани. Фрезы с прямолинейной задней поверхностью можно затачивать как по передней, так и по задней грани. Обычно профильные насадные фрезы с прямолинейной задней поверхностью затачивают по передней, а пазовые и сборные фрезы - по задней грани зуба. Для сохранения заданных углов требуется тщательно устанавливать затачиваемую фрезу относительно шлифовального круга.

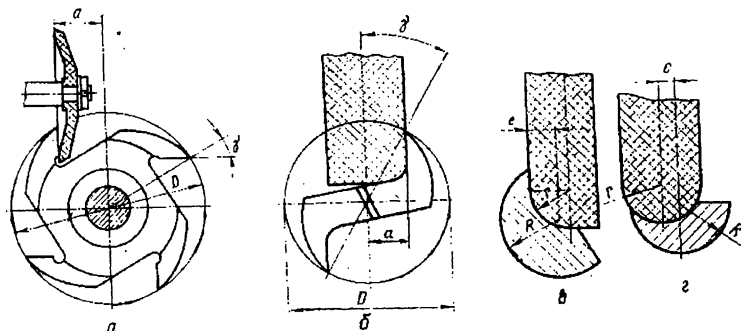


Рис. 5.7. Схемы заточки зубьев по передней поверхности:
a - насадной фрезы; *б* - концевой затылованной; *в* - концевой незатылованной с плоской передней поверхностью; *г* - концевой незатылованной с вогнутой цилиндрической передней поверхностью

При заточке зуба насадной фрезы по передней грани фрезу устанавливают на оправке или в центрах заточного станка так (рис. 5.7, а), чтобы ее ось была параллельна рабочей поверхности круга и смещена от нее на расстояние a (мм), рассчитываемое по формуле:

$$a = \frac{D}{2} \cdot \sin \gamma, \quad (5.1)$$

где D – диаметр фрезы, мм;
 γ – передний угол.

При заточке концевые фрезы закрепляют в цанговом патроне делительной головки. Перед заточкой боковых режущих кромок заправляют шлифовальный круг по профилю канавки фрезы ($r = 2 \dots 6$ мм) и устанавливают рабочую поверхность круга параллельно оси фрезы. Величина смещения рабочей поверхности круга относительно оси патрона зависит от конструкции фрезы. Затылованные концевые фрезы (рис. 5.7 б) смещают на величину $a = \frac{D}{2} \cdot \sin \gamma$. Фрезы с плоской передней поверхностью (рис. 5.7, в) смещают на величину e (мм):

$$e = \frac{D}{2} \cdot \cos \beta, \quad (5.2)$$

где D – диаметр фрезы, мм;
 β – угол заострения зуба.

Ось незатылованных фрез с цилиндрической передней поверхностью (рис. 5.7 в) смещают относительно торцевой поверхности круга на величину c (мм):

$$c = \frac{D}{2} - r \cdot (1 - \cos \beta), \quad (5.3)$$

где D – диаметр фрезы, мм;
 β – угол заострения зуба.

Для заточки торцевых режущих кромок концевые фрезы устанавливают параллельно оси шлифовального круга. Вершины зубьев должны располагаться в плоскости оси фрезы. Затем фрезу поворачивают в делительной головке на угол φ_H наклона торцевых режущих кромок и наклоняют вместе с головкой на величину угла заострения β_T торцевых режущих кромок. Шлифовальный круг должен набегать на режущую кромку, расположенную несколько ниже оси круга.

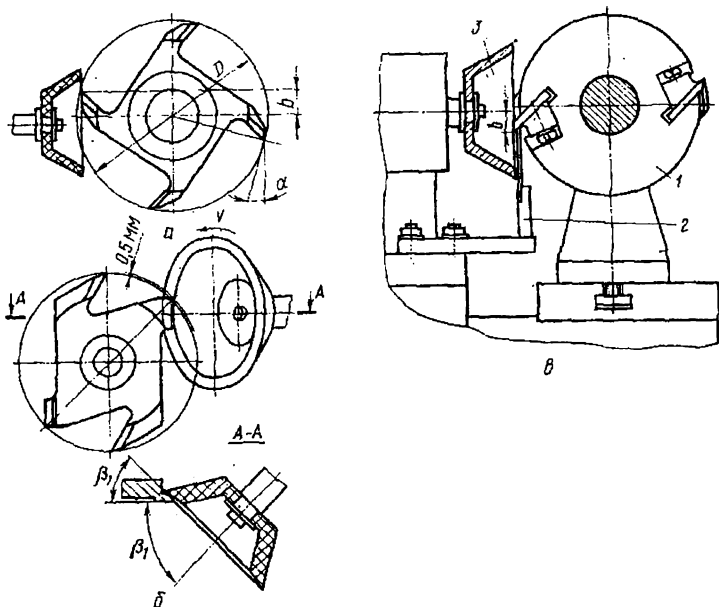


Рис. 5.8. Схемы заточки зубьев фрез по задней поверхности:
 а - основных зубьев цельных фрез; б - подрезающих зубьев цельных фрез;
 в - ножей сборных фрез с винтовой режущей кромкой; 1 - сборная фреза;
 2 - упорка; 3 - абразивный круг

Для заточки зубьев по задней поверхности (рис. 5.8) фрезу устанавливают на оправке в делительной головке так, чтобы ось ее была параллельна рабочей поверхности круга. Вершину затачиваемого зуба сдвигают относительно оси фрезы на расстояние b (мм):

$$b = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha, \quad (5.4)$$

где D – диаметр фрезы, мм;

α – задний угол.

Ширина затачиваемой поверхности B стальных фрез обычно составляет 3-4, а твердосплавных 1-2 мм, поэтому через 3-4 переточки заднюю поверхность подрезают под углом α_1 , который на $5-10^\circ$ превышает номинальный задний угол α .

Подрезающие зубья пазовых фрез периодически (через 5-6 переточек) правят по передней поверхности (рис. 5.8, б). После этого их затачивают, так же как основные зубья, по задней поверхности. После переточки подрезающие зубья должны выступать за окружность резания основных зубьев приблизительно на 0,5 мм.

Ножи сборных фрез обычно затачивают на ножеточильных станках. Иногда эти фрезы затачивают в собранном виде. При заточке ножей, параллельных оси вращения, фрезу закрепляют на оправке в делительной головке и затачивают по задней грани, как и цельные фрезы. При заточке фрезы с винтовыми ножами она свободно сажается на оправку и передняя поверхность опирается на упорку (рис. 5.8, в). При продольной подаче фрезу непрерывно поджимают к упорке. Заточка фрез в сборе требует несколько большей выставки ножей для обеспечения возможности 5-6 переточек без перестановки ножей. При этом достигается более точное расположение режущих кромок относительно оси вращения, чем при заточке ножей с последующей наладкой фрез.

Правильный выбор данных режимов заточки и доводки обеспечивает необходимые остроту режущих кромок, шероховатость граней и неизменность структуры инструментального материала. Оптимальные режимы заточки приведены в табл. 5.3. Рекомендуется после заточки дать несколько продольных проходов без поперечной подачи (выхаживание) до пропадания искры. После заточки режущие кромки следует заправить оселком для удаления заусенцев.

Режимы заточки и доводки фрез

Параметры режима	Заточка фрез			Доводка фрез		
	из легированной стали	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из легированной стали	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Окружная скорость, м/с	18-20	20-25	12-15	18-20	20-25	25-30
Подача мм/дв. ход: поперечная	0,03-0,08	0,02-0,04	0,01-0,02	0,005-0,015	0,005-0,015	0,005-0,01
продольная	5-10	4-6	1-3	1-2	1-1,5	0,5-1,5

5.3. Балансировка фрез

Шпиндели фрезерных станков имеют высокую частоту вращения - 50...400 с⁻¹, поэтому фрезы должны тщательно уравниваться (балансироваться). Работа неуравновешенными фрезами приводит к вибрациям шпиндельного узла и станка в целом. Это в свою очередь вызывает ускоренный износ элементов станка (особенно подшипниковых опор шпинделя), ухудшение качества обработки, увеличение уровня шума.

Различают два вида балансировки - статическую и динамическую. Статическая балансировка позволяет уравновесить силы, действующие на вращающуюся фрезу. Для этого необходимо, чтобы центр массы фрезы располагался на оси вращения. Статическая балансировка насадных фрез выполняется на приспособлении, представленном на рис. 5.9.

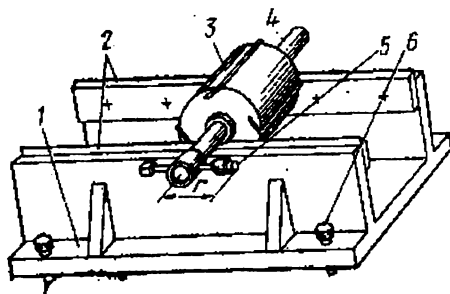


Рис. 5.9. Приспособление для статической балансировки инструмента:
 1 - основание; 2 - направляющие; 3 - фреза; 4 - оправка;
 5 - уравнивающий грузик; 6 - регулируемая опора

Фрезу насаживают на отбалансированную оправку, которую устанавливают на горизонтальные направляющие. Направляющие выверяют по уровню с помощью регулируемых опор. Легким толчком руки фрезу с оправкой заставляют катиться по направляющим. Когда фреза остановится, замечают ее положение (например, отмечая верхнюю точку мелом). Эту операцию повторяют 3-4 раза. Если фреза останавливается в различных положениях, то можно считать, что фреза уравновешена. Если фреза каждый раз останавливается в одном положении, центр массы смещен относительно оси вращения. Это смещение и заставляет фрезу разворачиваться тяжелой частью вниз.

Для определения величины неуравновешенности на легкую сторону (обращенную вверх) прикрепляют дополнительную массу G_1 (гирьку или шарик из пластилина). Величину массы подбирают такой, чтобы фреза останавливалась в произвольном положении. Измеряют расстояние r_1 от оси фрезы до центра массы груза. Степень неуравновешенности характеризуют величиной дисбаланса $D = G_1 \cdot r_1$. Затем в нерабочей тяжелой части фрезы стачивают или высверливают металл. Возможно также уравновешивание ввинчиванием специальных винтов на легкой части фрезы, перемещение сухариков в корпусе и т.д.

Во всех случаях массу дополнительного груза $G_{дон}$ рассчитывают по формуле:

$$G_{дон} = \frac{G_1 \cdot r_1}{r_2} = \frac{D}{r_2}, \quad (5.5)$$

где G_1 – масса уравновешивающего груза (пластилина, гирьки);

r_1 – расстояние от оси вращения фрезы до центра массы уравновешивающего груза;

r_2 – расстояние от оси вращения до центра массы дополнительного груза.

Точность статической балансировки зависит от трения оправки по направляющим приспособления: чем меньше трение, тем легче фреза развернется тяжелой частью вниз. Остаточная неуравновешенность фрезы (остаточный дисбаланс, $г \cdot см$) после статической балансировки может достигать величины, определяемой по формуле:

$$D_{ост} = 1000 \cdot G_{ф} \cdot K, \quad (5.6)$$

где $G_{ф}$ – масса фрезы с оправкой, кг;

K – коэффициент трения качения оправки по направляющим.

Наиболее вероятная величина коэффициента трения стали по стали K находится в пределах $0,003 \dots 0,005$ см.

Так для фрезы массой 7 кг и оправки массой 3 кг остаточный дисбаланс составит $30-50$ г·см, что превышает допуск на неуравновешенность фрезерного инструмента. При массе фрезы до 10 кг допустима неуравновешенность 5 г·см; при массе более 10 кг - 1 г·см на каждые 2 кг массы инструмента.

Динамическая балансировка осуществляется на специальных балансировочных станках. Она позволяет с высокой точностью (остаточная неуравновешенность не более 1 г·см) уравновесить не только силы, но и моменты. Это особенно важно для инструментов, имеющих большие размеры по длине ($L > 0,2D$).

5.4. Наладка сборных фрез

Наладка сборных фрез состоит в выверке и закреплении режущих элементов в корпусе. Из сборных фрез наиболее распространены круглые ножевые головки с центробежно-клиновым креплением тонких ножей (рис. 5.10). Нож закрепляют в корпусе распорным болтом, ввернутым в прижимный клин. Достоинством данного крепления является то, что с ростом частоты вращения фрезы возрастает не только сила, выбрасывающая нож, но и сила прижима ножа клином. Поэтому монтажное усилие на распорном болте не должно быть большим: достаточно силы $10-20$ Н на ключе с рукояткой длиной 100 мм, чтобы обеспечить необходимую силу закрепления ножа в невращающейся фрезе. При вращении инструмента нож автоматически закрепляется клином. Для надежного крепления ножа его масса должна быть приблизительно в 4 раза меньше массы клина.

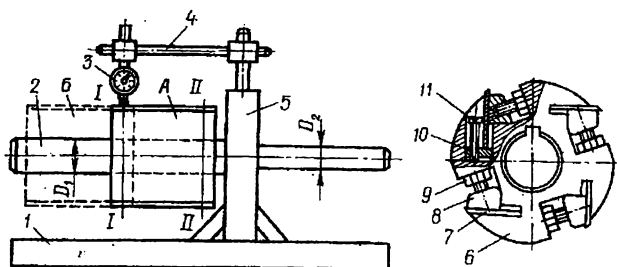


Рис. 5.10. Приспособление для наладки сборных фрез:

- 1 - основание; 2 - оправка; 3 - индикатор; 4 - штатив; 5 - стойка; 6 - корпус фрезы;
- 7 - нож; 8 - прижимной клин; 9 - распорный винт; 10 - регулировочная планка;
- 11 - регулировочный винт; D_1, D_2 - диаметры штырей

При правильной установке клин не только надежно закрепляет нож, но и служит для предотвращения образования заколов на обработанной поверхности детали, особенно в зоне сучков, свилеватости и т.п. Воздействие клина на стружку сопровождается увеличением сил и мощности резания, поэтому при малых скоростях подачи и невысоких требованиях к качеству обработки исключают контакт клина со стружкой за счет выставки ножа. К установке ножей предъявляют приведенные ниже требования.

1. Нож должен плотно прилегать к опорным поверхностям клина и корпуса. Опорные поверхности ножа, клина и корпуса должны быть тщательно очищены и обезжирены.
2. Выставка ножа из корпуса головки должна быть по возможности минимальной (это повышает жесткость рабочей части ножа), но не меньше максимальной толщины стружки.
3. Величина выступа C режущей кромки относительно края клина зависит от средней толщины стружки h_{cp} : при $h_{cp} < 0,2$ мм $C = 1,5 \dots 2$ мм; при $h_{cp} \geq 0,2$ мм $C = 0,5$ мм.
4. Режущие кромки всех ножей должны быть установлены параллельно оси вращения и на равные радиусы резания. Непараллельность режущей кромки относительно оси вращения не должна превышать 0,5 мм/м. Разность в радиусах резания ножей не должна превышать 0,05 мм.

В круглых ножевых валах и головках ножи устанавливаются с использованием приспособлений различной конструкции. Наиболее удобно приспособление, показанное на рис. 5.10.

Ниже приведен порядок установки ножей в корпусе фрезы.

1. Надеть корпус головки на оправку приспособления.
2. В пазы корпуса поочередно вставить заточенные ножи и клинья, слегка закрепив ножи распорными болтами.
3. С помощью регулировочных винтов заглубить один из ножей в корпусе так, чтобы режущая кромка не выступала над кромкой клина.
4. Установить фрезу в положение А сечением I – I под индикатором при касании измерительного наконечника кромки клина.
5. Левым регулировочным винтом выдвинуть нож, обеспечивая необходимый выступ режущей кромки относительно кромки клина.
6. Переместить фрезу на оправке влево в положение Б, разместив сечение II – II под измерительным наконечником.

7. Правым регулировочным винтом добиться параллельности режущей кромки относительно оси фрезы. Для этого показания индикатора при касании режущей кромки в сечениях I – I и II – II должны быть одинаковыми (разность в показаниях, отнесенная к расстоянию между сечениями, не должна превышать 0,5/1000 мм).
8. Окончательно закрепить нож, в несколько приемов выворачивая распорные болты, начиная от среднего к крайним.
9. Аналогично отрегулировать второй и следующие ножи добиваясь параллельности режущей кромки оси фрезы и минимальной разности радиусов резания $\tau = R_1 - R_2$. Для этого в обеих измерительных плоскостях разность показаний индикатора при касании первого и второго ножей не должна превышать 0,05 мм.

Даже при очень тщательной установке ножей в корпусе разница в радиусах резания ножей может быть существенной вследствие эксцентricности посадки фрезы на шпиндель и биение шпинделя. О фактической разности в радиусах резания можно судить по виду обработанной данным инструментом поверхности. На ней легко заметить (особенно при косом освещении) следы от ножей (рис. 5.11). Измерив расстояния между двумя смежными рисками e_1 и e_2 , можно подсчитать разность в радиусах τ (мм) по формуле:

$$\tau = \frac{(e_1 - e_2) \cdot (e_1 + e_2)}{4 \cdot D}. \quad (5.7)$$

Если длина всех волн одинакова, $e_1 = \Delta$ (рис. 5.11 б). Это говорит о том, что поверхность формируется одним наиболее выступающим ножом. При этом разность в радиусах резания $\tau = \frac{\Delta^2}{4 \cdot D}$.

Неточная установка ножей ведет к ухудшению качества обработки, неравномерной нагрузке ножей, вибрации шпинделя. В связи с этим желательно выравнивать радиусы резания непосредственно на рабочем шпинделе станка путем динамической фуговки ножей. Фуговка заключается в сошлифовывании с наиболее выступающих ножей части металла мелкозернистым оселком (рис. 5.12). Фуговка заканчивается при появлении искры по всей длине ножей при соприкосновении их с абразивом. Некоторые модели дереворежущих станков снабжаются специальными приспособлениями для динамической фуговки.

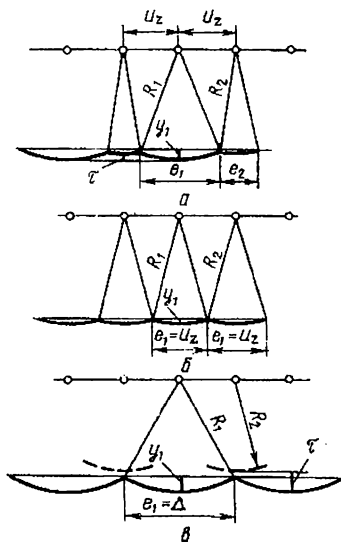


Рис. 5.11. Кинематические неровности при фрезеровании:
 а - образование волн двумя резцами с разными радиусами резания;
 б - образование волн двумя резцами с одинаковыми радиусами резания;
 в - образование волн одним резцом с большим радиусом резания

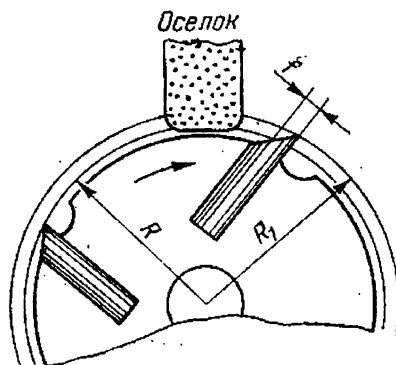


Рис. 5.12. Схема динамической фуговки

Качественная фуговка зубьев позволяет не только обеспечить равенство радиусов резания всех зубьев, но и повысить стойкость инструмента. Режимы фуговки: продольная подача 1-2 м/мин. поперечная 0,005 мм на двойной ход бруска, брусок на керамической связке зернистостью M28 и твердостью С1. Ширина фаски f после прифуговки не должна превышать 0,15-0,2 мм.

5.5. Методы контроля фрез после заточки

После заточки контролируют параметры фрез, изменяющиеся в процессе заточки и оказывающие влияние на их работу.

Контроль состояния режущих кромок осуществляется тщательным осмотром. Выкрошины, забои и следы прижогов на режущих кромках не допускаются.

Контроль линейных параметров фрез включает в себя измерение диаметра и биения режущих кромок (радиального и торцевого), а также контроль профиля. Диаметры насадных фрез измеряют штангенциркулем с точностью до 0,05 мм. При этом разность в диаметрах фрез, работающих комплектом, не должна превышать 0,2 мм. Несоблюдение этого требования ведет к искажению профиля и нарушению условий сборки деталей (ящечных и зубчатых шипов, пазов и гребней и др.). Наружный диаметр концевых фрез измеряют микрометром или штангенциркулем с точностью до 0,05 мм.

Радиальное и осевое биение насадных фрез и превышение подрезающих зубьев над режущими измеряют индикатором со сферическим наконечником и ценой деления 0,01 мм при установке фрезы на оправке в центрах. Радиальное биение режущих кромок относительно оси фрезы не должно превышать 0,05 мм. Торцовое биение вершин зубьев не должно превышать 0,02 мм (для фрез диаметром до 100 мм) и 0,04 мм (для фрез диаметром 160 - 180 мм). Радиальное и торцовое биение режущих кромок концевых фрез измеряют при установке фрезы на призме или в цанговом патроне делительной головки; оно не должно превышать 0,05 мм.

Контроль профиля фрезы контролируют шаблоном, располагаемым перпендикулярно оси фрезы. Профиль шаблона должен соответствовать профилю обработанной детали с точностью до 0,01 мм. зазор между контуром зубьев и шаблоном не должен превышать 0,1 мм.

Контроль угловых параметров. Угловые параметры насадных фрез можно контролировать либо инклинометрическим угломером, либо с помощью штангенрейсмуса. У фрез с плоской задней поверхностью (затылком) следует контролировать номинальный передний γ и задний α

углы. У фрез с криволинейным затылком можно ограничиться контролем только переднего угла.

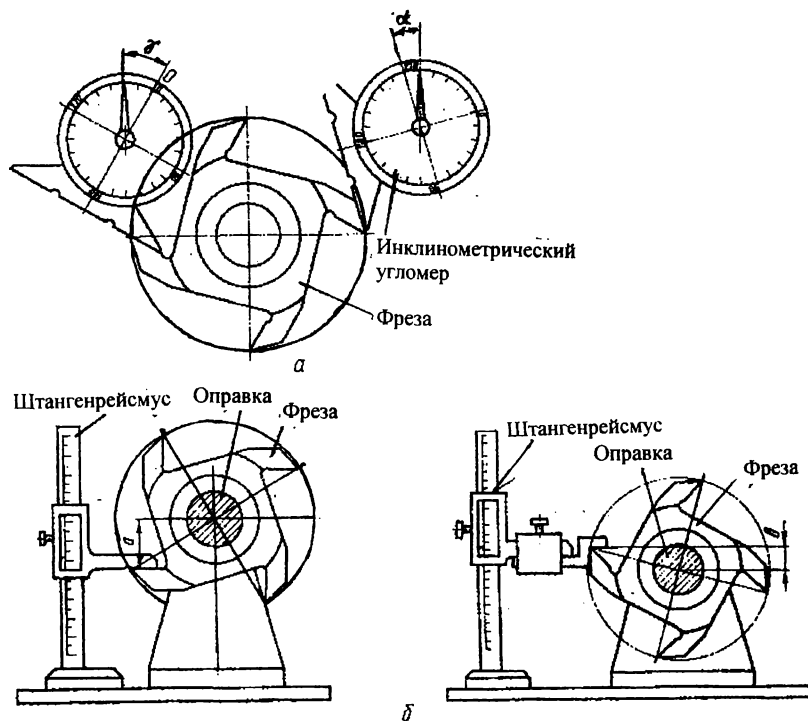


Рис. 5.13. Схема измерения угловых параметров:
 а - инклинометрическим угломером; б - штангенрейсмусом

При измерении углов инклинометрическим угломером (рис. 5.13, а) необходимо установить вершину измеряемого зуба в горизонтальной плоскости, проходящей через ось фрезы.

Для измерения углов штангенрейсмусом (рис. 5.13, б) совмещают его линейку с передней (при измерении переднего угла γ) либо с задней гранью (при измерении заднего угла α). В первом случае измеряют расстояние a от оси фрезы до передней грани, а во втором - расстояние b от оси фрезы до вершины зуба.

Величины углов рассчитывают по формулам:

$$\gamma = \arcsin \frac{2 \cdot a}{D}; \quad \gamma = \arcsin \frac{2 \cdot b}{D}, \quad (5.8)$$

где D – диаметр фрезы.

Отклонение величины углов от номинальных после заточки не должно превышать $\pm 1^\circ$.

Контроль шероховатости заточенных поверхностей контролируют сравнением с набором эталонов, полученных шлифованием. Параметр шероховатости Ra по действующему стандарту не должен превышать при заточке стальных фрез 0,63 мкм, а при заточке твердосплавных фрез 0,32 мкм. При несоответствии какого-либо показателя инструмента требуемому значению инструмент возвращают в заточную мастерскую для исправления дефекта.

5.6. Установка фрез

Насадные фрезы закрепляют на шпинделе станка. При этом следует ограждение открепить и снять третью, дополнительную, подшипниковую опору (в том случае, если она есть), проверить соответствие фрезы направлению вращения шпинделя. Перед установкой необходимо протереть поверхность шпинделя и посадочные поверхности режущего инструмента.

Способ крепления насадной фрезы определяется конструкцией фрезы и конструкцией шпинделя. Наиболее простой способ крепления - непосредственная установка фрезы на шпинделе с зажимом ее гайкой (рис. 5.14, а). Направление резьбы должно быть противоположно направлению вращения шпинделя. Для изменения положения фрезы по высоте используют простановочное кольцо.

Если необходимо установить фрезу, у которой посадочное отверстие больше диаметра шпинделя, применяют переходную втулку (рис. 5.14, б). Сначала фрезу закрепляют на втулке гайкой, а потом устанавливают на шпиндель и крепят затяжной гайкой. Если конец шпинделя не имеет резьбы, то фрезу крепят двумя цангами (рис. 5.14, д) и затяжными гайками, вворачиваемыми в корпус фрезы. Штифты предотвращают разворот цанг, а направляющий винт входит в шпоночный паз шпинделя и служит для надежного фиксирования фрезы.

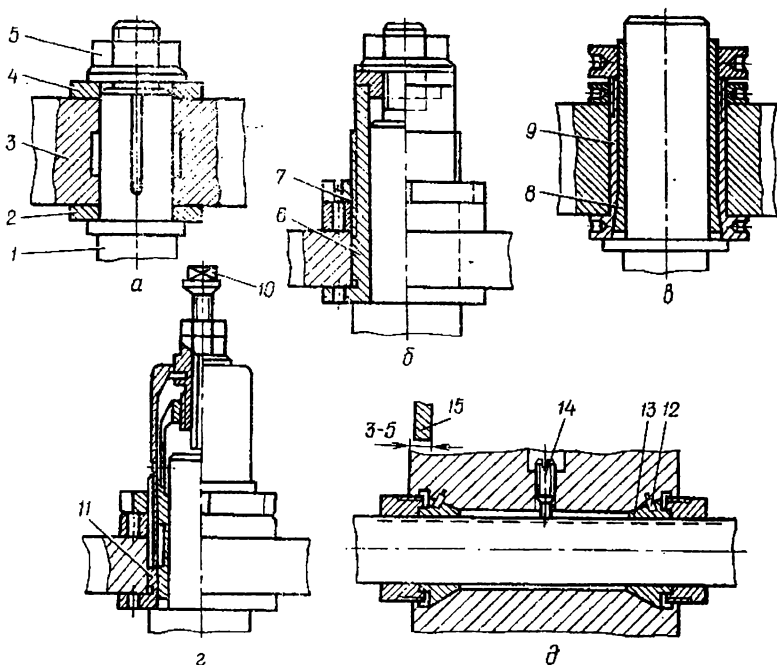


Рис. 5.14. Способы крепления насадных фрез на шпинделе станка:
a - с посадкой на шпиндель; *б* - с помощью переходной втулки; *в* - на цанговой оправке;
г - на установочной головке; *д* - на двух коротких конусных цангах; 1 - шпиндель;
 2 - проставочное кольцо; 3 - фреза; 4 - шайба; 5 - затяжная гайка; 6 и 9 - втулки; 7 - гайка;
 8 - конусная разрезная втулка; 10 - винт; 11 - установочная головка; 12 - штифт;
 3 - короткая цанга; 14 - направляющий винт; 15 - направляющая линейка

Для установки концевых фрез на шпиндель используют патроны. Заточенные фрезы закрепляют хвостовиком в цанговом патроне. Одно-резцовые незаточенные фрезы закрепляют в специальных патронах винтом 5 (рис. 5.15). Хвостовик 4 патрона выполнен с конусом Морзе № 2 а и входит в конусное отверстие шпинделя. Ось хвостовика смещена относительно оси посадочного отверстия на величину e . Это позволяет сохранить постоянную ширину паза B при переточках фрезы. Предпочтительная величина заднего угла незаточенных фрез находится в пределах $10 \dots 20^\circ$.

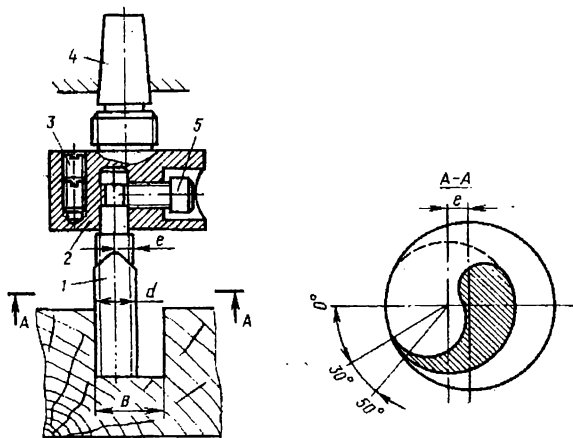


Рис. 5.15. Крепление незатылованной концевой фрезы в эксцентриковом патроне:
 1 - фреза; 2 - корпус патрона; 3 - балансировочный винт; 4 - хвостовик;
 5 - винт крепления фрезы

Для правильной установки фрезы на патроне нанесена шкала. Диаметр фрезы D и эксцентриситет e патрона выбирают в зависимости от заданной ширины паза B (табл. 5.4). Концевые фрезы с резьбовым хвостовиком снабжены базирующим пояском. Поясок обеспечивает требуемую точность установки фрезы, а резьба - ее надежное закрепление.

Таблица 5.4

**Рекомендуемые диаметры фрез и эксцентриситеты патрона
 при заданной ширине фрезеруемого паза**

Ширина паза B , мм	Диаметр фрезы D , мм	Эксцентриситет e , мм	Ширина паза B , мм	Диаметр фрезы D , мм	Эксцентриситет e , мм
3,4 - 3,6	3	0,5	11,4 - 11,8	10	1
3,7 - 3,9	3	0,5	12 - 12,7	10	1,5
4 - 4,4	3	0,75	12,9 - 13,8	10	2
4,5 - 4,9	4	0,5	14 - 14,7	12	1,5
5 - 5,4	4	0,75	14,9 - 15,6	12	2
5,5 - 5,9	5	0,5	15,7 - 16,5	12	2,5
6 - 6,3	5	0,75	16,9 - 17,6	14	2

Ширина паза B , мм	Диаметр фрезы D , мм	Эксцентриситет e , мм	Ширина паза B , мм	Диаметр фрезы D , мм	Эксцентриситет e , мм
6,5 - 6,8	5	1	17,6 - 18,4	14	2,5
7 - 7,3	6	0,75	18,4 - 19,4	14	3
7,4 - 7,8	6	1	19,6 - 20,5	16	2,5
8 - 8,7	6	1,5	20,8 - 21,2	16	3
8,7 - 8,9	8	0,5	21,4 - 22,4	16	3,5
9 - 9,3	8	0,75	22,3 - 23,4	18	3,3
9,4 - 9,8	8	1	23,4 - 24,3	18	3,5
10 - 10,7	8	1,5	24 - 25,3	18	4
10,7 - 10,9	10	0,5	25,8 - 27,2	20	4
11 - 11,3	10	0,75	27,5 - 29	20	5

Дефекты обработки из-за неправильной подготовки и установки фрез представлены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Дефекты обработки из-за неправильной подготовки и установки фрез

Брак обработки и характер повреждения инструмента	Брак подготовки инструмента к работе
Заметное увеличение длины и глубины части волн, уменьшение ширины пазов и увеличение шероховатости.	Заточка фрез на ручном точильном станке без делительного приспособления, неточная установка вставных резцов.
Частый выход из строя подшипников шпинделя, вибрация шпинделя и детали при работе.	Неудовлетворительная балансировка фрез.
Искажения профиля детали, нарушение плоскостности поверхностей шипов.	Искажение первоначального профиля зубьев, резцов при переточке.
Выламывание зубьев.	Чрезмерное стачивание оснований зубьев при заточке.
Резкое ухудшение качества обработки в результате произвольного смещения, вибраций резцов.	Недостаточное крепление вставных резцов; изношенность крепежных элементов (болтов, гаек, винтов, упорных выступов-кромки, стружколомателей); большой выступ лезвий относительно кромки стружколомателя.
Засинение лезвий при работе, увеличение усилия подачи.	Уменьшение заднего угла при заточке; недостаточный выступ лезвий относительно стружколомателя.
Появление вырывов волокон на поверхности обработки.	Плохая заточка и правка.

6. НОЖИ И ПРИЖИМНЫЕ ЛИНЕЙКИ

6.1. Типы ножей и линеек

Ножи - это режущие элементы плоской формы, используемые и как самостоятельные режущие инструменты и как составная часть сборного инструмента. Технологическое назначение ножей разнообразно: получение плоских и профильных поверхностей фрезерованием (ножи для фрезерования), получение строганного шпона (строгальные ножи), получение лущенного шпона (луцильные ножи), получение щепы (рубильные ножи), ножи для рубки шпона (ножи гильотинных ножниц), для получения стружки в производстве ДСП (стружечные ножи) [2, 20, 28, 30, 38].

Все ножи имеют вид пластин. Режущая кромка ножа образована фаской, расположенной под углом заострения к плоскости ножа. Ножи гильотинных ножниц, стружечные и рубильные часто имеют две режущие кромки. Размеры основных типов ножей приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Размеры основных типов дереворежущих ножей

Назначение ножей	Размеры ножа, мм		
	длина	ширина	толщина
Для фрезерования древесины:			
тип I	30-1610	25-40	3
тип II	40-310	20-35	10
Шипорезные	60-410	90-120	3-10
Луцильные	900-2800	150, 180	15, 17
Строгание шпона	До 5500	150-260	4-22
Стружечные	140-525	55-100	4-8
Резание шпона на гильотинных ножницах	1300-3100	115	15

По конструкции к ножам очень близки прижимные линейки луцильных и строгальных станков. Прижимные линейки также представляют собой пластины с рабочей фаской. В зависимости от способа крепления в станке линейки так же, как и ножи, бывают без вырезов и с вырезами различной конфигурации. Профили прижимных линеек зависят от типа станка и толщины шпона. Размеры линеек по длине соответствуют длине ножей луцильных и строгальных станков. Прижимные линейки служат для обжима шпона в процессе резания с целью предотвращения появления в нем трещин.

6.1.1. Стругальные ножи

Ножи разделяются на толстые и тонкие, без прорезей и с прорезями (рис. 6.1).

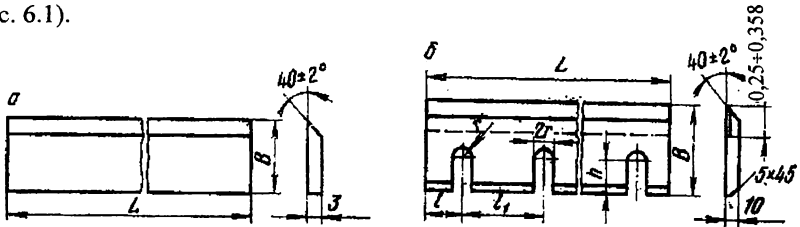


Рис. 6.1. Стругальные ножи:
1 - без прорезей (тип I); 2 - с прорезями (тип II)

Основные размеры ножей типа I указаны в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Основные размеры ножей типа I

Длина L , мм	Ширина B , мм
30; 40; 50; 60; 80; 100; 310	25; 32; 40; 45
110; 125; 140; 160; 170; 200; 260; 270; 325; 410; 460; 510; 610	32; 40; 45
640; 810; 1010; 1260; 1610	40; 45

Ножи шириной 45 мм рекомендуется по возможности не применять.
Основные размеры ножей типа II указаны в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Основные размеры ножей типа II

Длина L , мм	Ширина B , мм	l	l_1	Число прорезей
40; 50; 60		20; 25; 30		1
80; 100; 110; 125	100; 110	20; 25; 25; 32,5	40; 50; 60 60	2
140; 160; 170; 200	125	25; 30; 30; 30	50; 50; 60; 70	3
260; 270; 310		25; 30; 35	70; 70; 80	4

Длина прорезей ножей типа II указана в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Длина прорезей ножей типа II

Параметр	Значения		
Ширина ножа B , мм	100	110	125
Длина прорези H , мм	41	47	53

Ножи типа I однослойные изготавливают из сталей P9, 9X5BФ, X6BФ, 8X6HФТ, 8X4B4Ф1 (P4), 85X4B4Ф, ножи типа II - из двухслой-

ной стали: режущую часть - марки 9Х5ВФ или 8Х6НФТ, а корпус - из стали марки 15.

Твердость режущей части в зоне лезвия HRC 55-59. В зоне прорезей и отверстий твердость снижается. Все ножи подвергают балансировке комплектами. Ножи попарно (комплектно) подгоняют по массе. Разница в массе парных ножей не должна быть больше 5 %.

6.1.2. Стружечные ножи

Размеры ножей приведены на рис. 6.2 и в табл. 6.5.

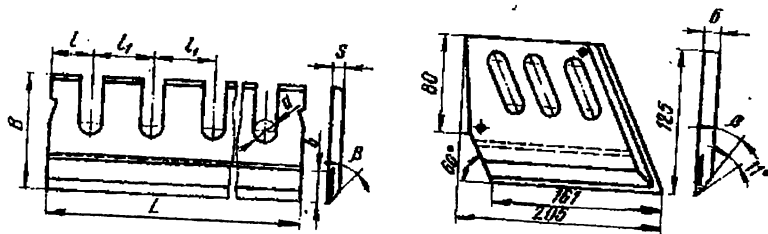


Рис. 6.2. Стружечные ножи

Таблица 6.5

Размеры ножей

L	B	S	l	l_1	d	b	β	Число прорезей
Тип I								
420	100	8	30	90	17	53,5	40	5
420	100	6	60	100	17	53,5	40	4
Тип II								
370	100	7	25	80	17	53,5	25	5
140	55	6	20	50	11	34	40	3
Для станков ДС								
525	62	4	-	-	-	-	33	-
420	100	8	-	-	-	-	33	-
179	55	8	-	-	-	-	33	-
140	55	6	-	-	-	-	33	-

Ножи изготавливают из двухслойной стали, режущая часть из 9Х5ВФ, а корпус из Ст. 15. Ножи для ДС-6 однослойные из Р-18. Твердость режущего слоя 55-60.

6.1.3. Лушильные ножи

Выпускают двухслойные, режущая часть – из стали 85ХФ или 9Х5ВФ. Угол заострения 18-25°. Ножи поставляют с притупленной кромкой, ширина фаски 0,5 мм длина ножей от 750 до 2800 мм, ширина 115-200 мм толщина 9-17 мм, твердость режущей части 55-60 HRC.

6.1.4. Ножи фанерострогальных станков и ножиц

Состоят из двух слоев. Режущая часть - из стали В1. Ножи для разрезания шпона выпускают длиной от 600 до 2000 мм, толщиной 8 мм, шириной 120-150 мм. Угол заострения 30°.

Фанерострогальные ножи имеют толщину 15 мм, ширину 150-200 мм, длину до 5000 мм. Угол заострения ножа 18-23°. Твердость в зоне лезвия 56-60 HRC.

6.1.5. Прижимные линейки лушильных и фанерострогальных станков

Выпускают одно и двухслойные длиной 850-2750 мм, толщиной 10-15 мм, шириной 50-80 мм. Угол заострения 45-60°. На рабочей части фаски (нажимная кромка) имеют ширину 1 мм. Рекомендуется следующая ширина фасок в зависимости от толщины шпона:

толщина шпона, мм	1	1,5	2	3
ширина фаски, мм	1	2	3,5	6

При лушении сосны угол заострения линейки увеличивается до 65-70°. При установке зазор между ножом и линейкой берется на 7-30 % меньше толщины шпона (подача суппорта на оборот чурака). При установке кромки линейки должна быть впереди лезвия ножа на $\frac{1}{5}$ толщины шпона.

Получает распространение волнистое декоративное лушение. В этом случае лезвию ножа и кромке прижимной линейки придают волнистость. Обычно это достигается установкой на заточном станке волнистого копировального бруса отклоняющего шлифовальную головку заточного станка. Волнистый профиль лезвия ножа должен точно повторяться кромкой прижимной линейки. Глубина волны 0,3-0,6 мм.

Прижимные линейки фанерострогальных станков представляют стальной брус прямоугольного сечения с выступающим ребром. Угол заострения ребра 50°, ширина фаски 2 мм. Нормы уменьшения зазора между линейкой и ножом такие же, как и при лушении.

6.2. Заточка ножей и линейек

В процессе заточки необходимо обеспечить высокую остроту режущих кромок ($\rho = 6 \dots 8$ мкм), постоянство угла заострения β ($\pm 1^\circ$), прямолинейность кромок (0,05 мм на длине 1000 мм) и шероховатость заточенных поверхностей. Выполнение этих требований обеспечивается правильным выбором вида и технологии заточки, типа ножеочильного станка. Ножи и линейки затачивают по фаске. В зависимости от положения шлифовального круга относительно затачиваемой фаски различают четыре вида заточки, характеризуемые формой получаемой фаски (рис. 6.3).

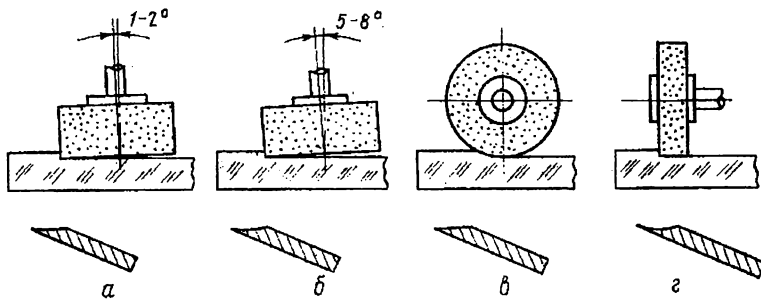


Рис. 6.3. Виды заточки ножей:

a - плоская торцом круга; *б* - вогнутая торцом круга; *в* - плоская заточка периферией круга; *г* - вогнутая заточка периферией круга

При заточке торцом круга может быть получена плоская (рис. 6.3, а) и вогнутая (рис. 6.3, б) фаска ножа в зависимости от угла наклона шпинделя с абразивным кругом. Строго перпендикулярно задней грани ось шпинделя устанавливать не рекомендуется, так как при этом формировать затачиваемую поверхность будут обе ветви круга. Разворот шпинделя должен обеспечить работу той части круга, которая набегаёт на лезвие.

Небольшая вогнутость фаски при наклоне круга на $5-8^\circ$ незначительно ослабляет лезвие, но создает удобство для ручной доводки ножа оселком. При заточке периферией круга плоского прямого профиля фаска имеет плоскую форму, если ось круга перпендикулярна лезвию (рис. 6.3, в). При этом виде заточки минимальна площадь контакта круга с ножом и опасность перегрева лезвия уменьшается. Недостаток - поперечное направление шлифовальных рисок, способствующее выкрашива-

нию лезвия. Если ось круга параллельна лезвию ножа, то при заточке периферией плоского круга получают вогнутую фаску (рис. 6.3, г). Вогнутость фаски будет тем больше, чем толще нож и меньше диаметр круга. Этот вид заточки применим при использовании кругов диаметром не менее 200-300 мм.

Режимы заточки плоских ножей приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Режимы заточки плоских ножей

Материал ножа	Тип круга	Скорость круга, м/с	Поперечная подача, мм/дв. ход	Скорость продольной подачи, м/мин	Количество проходов выхаживания. Не менее
Легированная сталь	ЭБ25М2К	12-25	0,02-0,03	12,5	8
	ЭБ40СМ1К	12-25	0,02-0,04	12,5	
	Л16Б1-100%	30-40	0,015	3	
Быстрорежущая сталь	ЭБ25М2К	12-25	0,02-0,04	12,5	15
	ЭБ40СМ2К	12-25	0,04-0,06	12,5	
Твердый сплав	АСОМАБ8-100%	15-20	0,05	2,5	-

Доводку выполняют после окончания выхаживания. Качественная доводка - очень трудоемкая ручная операция. Для доводки используют оселки размерами 200×50×20 мм из электрокорунда или карбида кремния зернистостью 6-4, твердостью ВТ или ЧТ на керамической связке. Во время доводки оселок смачивают водой. Сначала шлифуют заднюю грань кругообразными движениями, постепенно снижая давление оселка (рис. 6.4, а). Ширина доводочной фаски на лезвии 0,5-1 мм. Оселок должен опираться на кромки задней грани, если она вогнутая (рис. 6.4, в), или располагаться под углом 2-3° к плоской задней грани (рис. 6.4, б). У новых ножей следует особое внимание уделить доводке передней грани, обеспечивая улучшение ее шероховатости. Доводку выполняют также кругообразными движениями оселка, плотно прилегающего к передней грани. При этом давление оселка на переднюю поверхность должно быть больше у режущей кромки (рис. 6.4, г). После образования вдоль всей режущей кромки полоски одинаково шероховатой поверхности вновь слегка шлифуют заднюю поверхность.

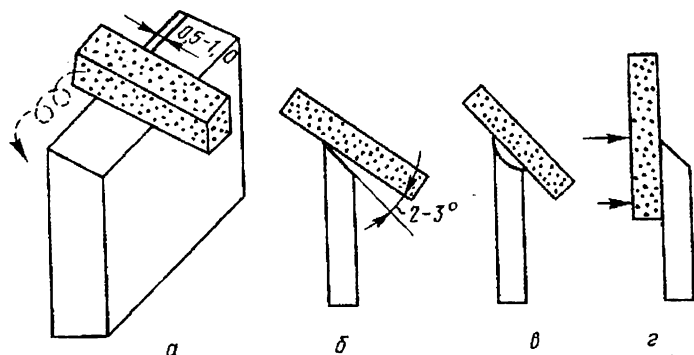


Рис. 6.4. Доводка ножей:

- а* - схема движения оселка; *б* - положение оселка при доводке плоской фаски;
в - положение оселка при доводке вогнутой фаски;
г - положение оселка при доводке передней грани

Не следует срезу после заточки снимать заусенец со стороны передней грани, так как при его обламывании образуются зазубрины на режущей кромке. В результате доводки по задней поверхности заусенец становится тонким и его обламывание при доводке передней грани не приводит к заметным выкрошинам лезвия.

Для восстановления плоской формы оселка, который неизбежно теряет плоскостность, оселок притирают на чугунной плите, смазанной машинным маслом и посыпанной шлифпорошком.

Более производительна доводка ножей на заточном станке. Для этого надо установить на шпиндель мелкозернистый круг и доводить одновременно всю партию заточенных ножей. Хороших результатов можно добиться лишь при условии изготовления второго комплекта зажимных фланцев для доводочного круга, а также при обеспечении точного вращения круга и точной выставки ножей.

Ножи фугуют при вращении ножевого вала с нормальной рабочей скоростью. Суппорт с абразивным бруском (ЭБМ28С1К) осторожно подводят к окружности резания ножей. При появлении искр осуществляют продольную подачу со скоростью 4-6 м/мин. Поперечную подачу (0,5 мм/двойной ход) осуществляют, надвигая брусок на ножи, когда он находится за пределами вала. Реверсирование не следует производить в зоне контакта бруска с ножами, так как это приводит к выхватам

на режущей кромке. Фугование проводят до тех пор, пока не появятся фаски на всех ножах. Ширина фуговочной фаски не должна превышать 0,15-0,2 мм. Если ширина фаски на каком-либо ноже превышает величину, следует этот нож заточить, доведя ширину фаски до требуемой.

6.3. Установка ножей и линеек

Установка фрезерных ножей на валу рейсмусовых и фуговальных станков аналогична установке ножей сборных фрез. Отличие ножевого вала от круглой ножевой головки состоит в том, что вал (рис. 6.5) имеет шейки для установки в подшипниковых опорах. Кроме того, регулировочные винты в ножевых валах часто заменяют пружинами, что облегчает выверку ножей.

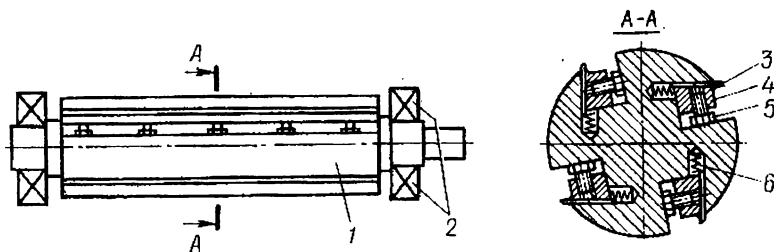


Рис. 6.5. Ножевой вал:

1 - корпус; 2 - подшипник; 3 - нож; 4 - клин; 5 - винт; 6 - пружина

Нож устанавливают так, чтобы лезвие выступало за кромку клина на 1,5-2 мм при средней толщине срезаемой стружки менее 0,2 мм. При большой толщине стружки лезвие должно выступать за кромку клина на 0,5 мм, что обеспечивает получение качественной поверхности. Разность в радиусах резания ножей не должна превышать 0,05 мм, а непараллельность лезвия базовой поверхности стола не должна быть более 0,1 мм на длине 1000 мм.

Порядок установки ножей: фиксируют ножевой вал стопорным устройством; освобождают винты крепления ножей; вынимают затупившиеся ножи и клинья; очищают пазы корпуса и клинья от стружки и смолы; устанавливают заточенные ножи. Для достижения требуемой точности используют различные контрольно-установочные приспособления.

Заточенный нож выдвигается до упора в брусок (рис. 6.6, а), с помощью регулировочных винтов либо пружинами. Сначала выравнивают

нож с одного конца вала и слегка закрепляют распорным винтом, а затем с другого конца. Когда лезвие по всей длине будет касаться бруска, нож окончательно закрепляют винтами от середины к краям. Выверять ножи можно шаблоном в виде скобы, базирующейся на корпусе вала (рис. 6.6, б). Предварительно регулируют упор, используя винт и контргайку.

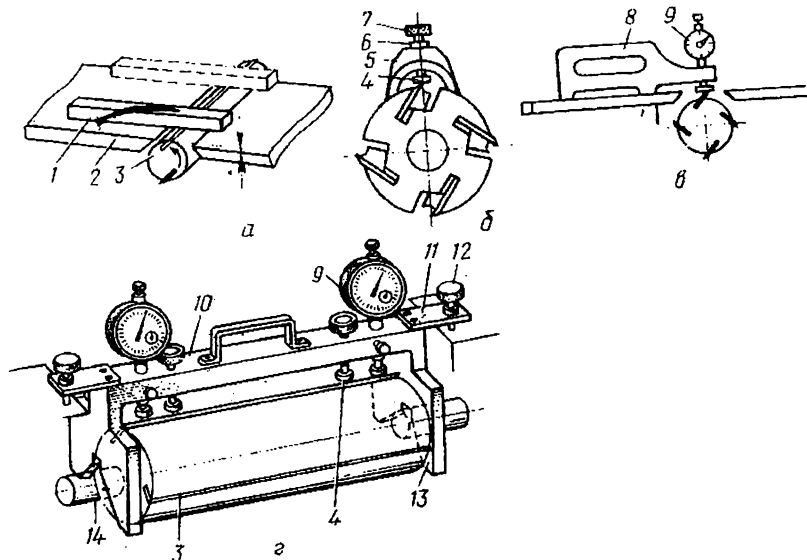


Рис. 6.6. Контрольно-установочные приспособления для выверки ножей в ножевых валах: а - контрольной линейкой или бруском; б - шаблоном; в - индикаторным прибором, установленным на столе; г - индикаторным прибором с базированием на подшипниковых шейках вала; 1 - брусок (линейка); 2 - стол; 3 - ножевой вал; 4 - упор; 5 - скоба; 6 - контргайка; 7 - винт; 8 - основание; 9 - индикатор; 10 - корпус; 11 - пластинчатая пружина; 12 - винт крепления; 13 - базирующий элемент; 14 - шейка ножевого вала

Приспособления с индикатором (рис. 6.6, в) позволяют устанавливать ножи с точностью до 0,02 мм. Приспособление с базированием на подшипниковых шейках ножевого вала (рис. 6.6, г) состоит из упоров и индикаторов для контроля точности установки ножей. Приспособление укрепляют винтами на станине так, чтобы обеспечивался надежный прижим базирующих элементов к шейкам вала. Одновременно с закреплением ножей контролируют точность их установки по индикаторам.

При неправильной подготовке и установке ножей возникают различные дефекты (табл. 6.7).

Таблица 6.7

Дефекты из-за неправильной подготовки и установки ножей

Брак обработки и характер повреждения инструмента	Брак подготовки инструмента к работе
Увеличенная длина волны	Неточная установка ножей (в образовании поверхности участвует один выступающий нож)
Неплоскостность обработанной поверхности	Перекосы при установке ножей
Биение шпинделя, ножевого вала, ухудшение чистоты строгания, ускоренный износ подшипников	Несбалансированность ножей или резцов; перегрев лезвий при заточке
Быстрое затупление ножей	Отсутствие или плохая правка ножей оселком после заточки и подчистки
Заколы на обработанной поверхности или увеличение усилия подачи и мощности строгания, мшистая поверхность, вырывы	Неправильная установка стружколомателя, прижимной линейки
Выкрашивание или быстрое затупление лезвий	Заточка ножей с засинением лезвий
Образование дорожек на обработанной поверхности	Совпадение мест стыка твердосплавных пластин у разных ножей, выкрашивание лезвий

7. СВЕРЛА

7.1. Основные понятия

Сверление как процесс технологической обработки используется для образования в деревянных деталях цилиндрических сквозных отверстий или несквозных гнезд чаще всего для соединения деталей посредством болтов, деревянных шкантов или винтов, для удаления сучков при заделке отверстий специальными пробками или для изготовления изделий (катушек, веретен). Для выполнения указанных работ применяют сверла [2, 14, 24, 30, 38].

В конструкции сверл различают следующие основные элементы и части (рис. 7.1).

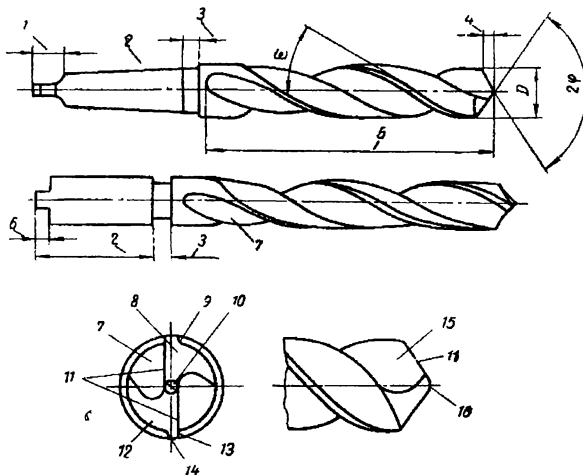


Рис. 7.1. Элементы сверла:

- 1 - лапка; 2 - хвостовик; 3 - шейка; 4 - режущая часть; 5 - рабочая часть;
6 - поводок; 7 - канавка; 8 - задняя поверхность; 9 - спинка зуба; 10 - сердцевина;
11 - режущие кромки; 12 - зуб; 13 - кромка ленточки; 14 - ленточка;
15 - передняя поверхность; 16 - поперечная кромка

На рис. 7.1 приняты следующие обозначения.

Режущая часть - часть, снабженная режущими кромками.

Подрезатели - резцы на периферийной режущей части сверла для подрезания волокон древесины.

Направляющий центр - пирамидальный выступ в центральной режущей части сверла для обеспечения правильного направления сверла.

Шейка сверла - промежуточная часть, соединяющая рабочую часть сверла с хвостовиком.

Хвостовик - для закрепления сверла и передачи крутящего момента от шпинделя.

Главные режущие кромки - образованы пересечением передних и задних поверхностей сверла.

Поперечная кромка - образуется пересечением обеих задних поверхностей сверла.

Винтовые ленточки - две узкие винтовые фаски, обеспечивающие направление и центрирование сверла в отверстии.

Угол наклона винтовой канавки (ω) - угол, заключенный между направлениями оси сверла и касательной к винтовой ленточке.

Угол при вершине сверла (2φ) - угол между режущими кромками.

7.2. Классификация сверл

Типы сверл по форме режущей части и тела определяются условиями работы, направлением сверления по отношению к направлению волокон, диаметром и глубиной сверления, требуемой точностью и производительностью сверления. Разновидности сверл по форме хвостовика определяются размерами сверл и конструкцией нормальных крепежных приспособлений у типовых сверлильных станков.

Так как сверление представляет сложный процесс резания, совершаемый по различным направлениям относительно волокон древесины, конструктивное оформление режущих элементов сверла чрезвычайно затрудняется. Вследствие этого существуют различные типы сверл (рис. 7.2).

Они лишь в той или иной степени удовлетворяют указанным требованиям к их конструкции.

Классификация сверл по древесине:

- 1) центровые простые;
- 2) центровые станочные;
- 3) с круговыми подрезателями;
- 4) с зубчатыми подрезателями;
- 5) полые;
- 6) ложечные;
- 7) спиральные;
- 8) винтовые;
- 9) шнековые;
- 10) штопорные.

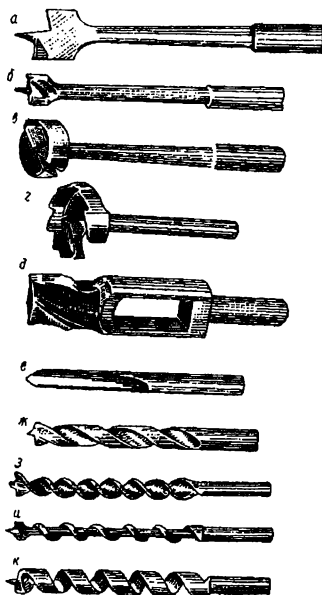


Рис. 7.2. Сверла для работы по дереву:

а - простое центровое с плоской головкой; *б* - станочное центровое с цилиндрической головкой; *в* - с круговыми подрезателями; *г* - с зубчатыми подрезателями; *д* - полое цилиндрическое; *е* - ложечное; *ж* - спиральное; *з* - винтовое; *и* - шнековое; *к* - штопорное

По форме тела конструктивные разновидности сверл, приведенные в классификации, можно разделить на две группы: с цилиндрическим стержнем; с винтовым телом.

Сверла второй группы наиболее рациональны, так как канавки, расположенные в их теле по винтовой линии, обеспечивают лучшее размещение и вывод снимаемых стружек, особенно при глубоком сверлении. Кроме того, такой вариант тела обеспечивает возможность формирования режущих элементов торцевой части сверла вследствие переточек по рабочей длине тела.

По форме режущих частей сверла можно разделить на две основные группы:

- 1) с подрезателями и направляющим центром;
- 2) с конической заточкой.

Наличие подрезателей характерно для сверл, предназначенных для сверления перпендикулярно направлению волокон древесины. В этом случае подрезатели, перерезая волокна перед основными лезвиями, снимающими стружку, обеспечивают более высокое качество поверхности высверленного отверстия.

Для сверления древесины вдоль волокон сверла имеют наклонно расположенные режущие кромки - коническую заточку.

Для получения сквозных отверстий большого диаметра или полуотверстий целесообразно применять полые цилиндрические сверла.

7.3. Углы резания и их значения

При конструировании сверл большое значение имеет правильный выбор угловых параметров режущих элементов с учетом величины угла движения.

Главное движение при сверлении - вращение режущего элемента (сверла). Движение подачи - прямолинейное движение вдоль оси со скоростью u , м/с. Это движение может совершаться сверлом либо заготовкой (рис. 7.3).

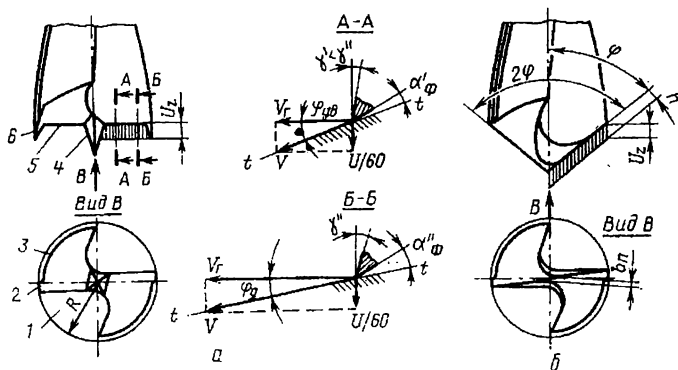


Рис. 7.3. Схемы сверления:

- a – поперечного; b – продольного; 1 – канавка; 2 – ленточка; 3 – боковая поверхность;
 4 – направляющий центр; 5 – главная режущая кромка; б – подрезатель;
 tt – касательная к траектории резания

Скорость главного движения v_2 различных точек режущей кромки сверла тем больше, чем дальше эта точка расположена от оси вращения

сверла. Максимальную скорость (м/с) главного движения определяют по формуле:

$$v_z = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (7.1)$$

где D – диаметр сверла, равный диаметру отверстия, мм;
 n – частота вращения сверла, c^{-1} .

По мере приближения к центру сверла скорость главного движения уменьшается, а скорость подачи постоянна, поэтому при назначении номинальных углов сверла необходимо учитывать угол движения α_∂ .

Углы движения α_∂ в этом случае меняются, достигая наибольшего значения для частей режущей кромки вблизи оси вращения (при малых радиусах резания). В связи с этим задний угол заточки затылка режущей кромки α должен быть больше, чтобы обеспечить необходимый угол зазора $\alpha_{заз}$ между поверхностью лезвия сверла:

$$\alpha = \alpha_\partial + \alpha_{заз}. \quad (7.2)$$

Углы движения для различных точек режущей кромки сверла определяются по формуле:

$$\alpha_\partial = \arctg \frac{u_0}{2 \cdot \pi \cdot r_n}, \quad (7.3)$$

где u_0 – подача на один оборот сверла;

r_n – радиус резания определенной точки режущей кромки.

Приведенная зависимость понятна из следующего примера (рис. 7.4).

Если развернуть на плоскости путь точки I режущей кромки, соответствующая траектория относительного перемещения этой точки (по винтовой линии) за один оборот сверла обратится в прямую I–I с углом наклона $\alpha_{I\partial}$, причем:

$$\alpha_{I\partial} = \arctg \frac{u_0}{2 \cdot \pi \cdot r_1}. \quad (7.4)$$

Соответствующая траектория точки II будет иметь наклон:

$$\alpha_{2\partial} = \arctg \frac{u_0}{2 \cdot \pi \cdot r_2}. \quad (7.5)$$

Угловые значения режущего лезвия сверла, по практическим данным, находятся в пределах:

$$\alpha=20-25^\circ; \quad \beta=20-25^\circ; \quad \gamma=40-25^\circ.$$

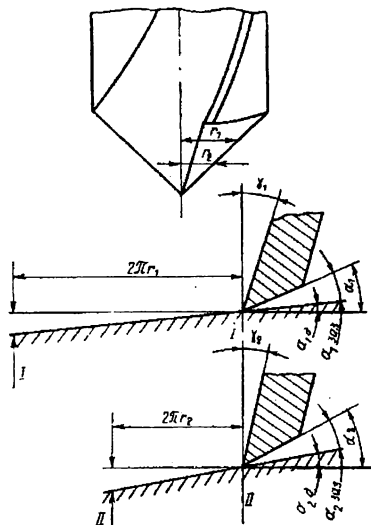


Рис. 7.4. Схема определения заднего угла движения

Стружка при сверлении представляет собой непрерывную винтообразную ленту. Толщина стружки h (мм) зависит от подачи на зуб u_0 и угла наклона φ режущей кромки к оси сверла:

$$h = u_0 \cdot \sin \varphi. \quad (7.6)$$

Передний угол спиральных сверл рассматривается в плоскости, перпендикулярной режущей кромке (плоскость Н-Н рис. 7.5).

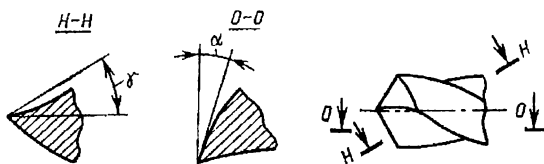


Рис. 7.5. Углы спирального сверла с конической заточкой

В каждой точке режущей кромки передний угол является величиной переменной. Наибольшее значение угол γ имеет на периферии сверла, где в плоскости, параллельной оси сверла (плоскость О-О), он равен углу наклона винтовой канавки. Наименьшее значение передний угол имеет у вершины сверла. Задний угол спиральных сверл принято рассматривать в плоскости О-О. Действительное значение заднего угла α_{δ} в процессе резания меньше, чем измеренное после заточки в статическом состоянии α_{cm} . Это объясняется тем, что сверло во время работы не только вращается, но и перемещается поступательно. При этом $\alpha_{\delta} = \alpha_{cm} - \mu$. В свою очередь, угол

$$\mu = \arctg \frac{S_n}{D}, \quad (7.7)$$

где S_n – подача на оборот, мм;

D – диаметр сверла, мм.

Для того чтобы уменьшить контакт задней поверхности сверла и поверхности резания, задний угол на периферии сверла делают равным $8 \dots 15^{\circ}$ у сверл с конической заточкой и $15 \dots 25^{\circ}$ у сверл с центом и подрезателями. Это особенно важно при форсированных подачах.

Для правильной эксплуатации сверл с конической заточкой имеет значение угол при вершине 2φ . Для сверления в тангенциальном направлении и радиальном направлении относительно волокон рекомендуется применять угол при вершине 120° с подточкой перемычки, а для сверления вдоль волокон – 60° с подточкой перемычки.

7.4. Назначение и типы сверл

7.4.1. Центровые сверла

Центровые сверла с плоской головкой состоят из следующих основных элементов: подрезателя, режущего лезвия и направляющего центра (рис. 7.6).

Так, наибольшее усилие испытывает режущее лезвие, простое центровое сверло испытывает несимметричную нагрузку; это приводит к изводу и биению сверла при больших подачах. Для правильного направления сверления большое значение имеет направляющий центр.

Для уравнивания нагрузок на правую и левую части центрального сверла и главным образом для деления снимаемой режущим лезвием

стружки с целью более легкого ее выхода из отверстия некоторые конструкции центровых сверл выполняются с двумя подрезателями с одной стороны пера (с разными радиусами резания).

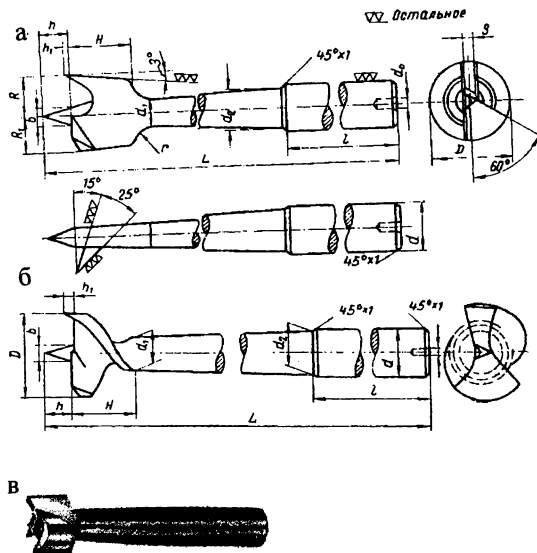


Рис. 7.6. Центровые сверла:

а - простое с плоской головкой; б - станочное цилиндрическое;
 в - станочное с пластинками из твердого сплава

Простые центровые сверла применяются для сверления сквозных и несквозных сравнительно неглубоких отверстий, так как при сверлении глубоких отверстий затруднен выход стружки.

Основным недостатком простых центровых сверл является засорение высверливаемого отверстия стружкой уже при сверлении на глубину $H > 2D$. При глубоком сверлении необходим неоднократный вывод сверла из отверстия, что снижает производительность труда.

Более совершенной конструкцией для неглубокого сверления отверстий является станочное центровое сверло с цилиндрической головкой (рис. 7.6, б). Расположение у него передней поверхности режущей кромки по винтовой линии обеспечивает лучшие условия выхода снимаемой стружки.

Для сверления выклеинных деталей и древесностружечных плит целесообразно применение станочных центровых сверл с пластинками из твердого сплава (рис. 7.6, в).

Диаметры центровых сверл колеблются от 10 до 60 мм с градацией через 2 мм. Применение сверл диаметром меньше 10 мм не рекомендуется из-за плохого выхода стружки.

Длина центровых сверл обуславливается сравнительно малой глубиной сверления из-за плохого выхода стружки из отверстия и колеблется в пределах 120-210 мм, в зависимости от диаметра сверла.

Размеры основных элементов центровых сверл определяются следующими практическими соотношениями:

$$\begin{aligned} D &= 2R, \\ R_1 &= R - (0,8 \div 1), \\ S &= (0,1 \div 0,3) \cdot D, \\ h &= (0,25 \div 0,5) \cdot D, \\ h_1 &= u_{o \max}. \end{aligned} \tag{7.8}$$

Учитывая большие углы движения при форсированных подачах, задние углы заточки центровых сверл следует делать возможно большими. С другой стороны, для лучшего стружкообразования углы резания должны быть не более $\delta = 40 \div 50^\circ$, принимая минимально допустимый угол заострения режущего лезвия при сверлении сосны в $20 \div 25^\circ$. Меньшие углы заострения приводят к ослаблению режущего лезвия к упругому отжиму его под действием сил сопротивления резанию. Большие углы заострения требуют уменьшения заднего угла, либо увеличения угла резания.

7.4.2. Сверла с круговыми и зубчатыми подрезателями

Применяются для сверления неглубоких отверстий (главным образом для высверливания сучков), которые потом заделывают деревянными пробками, отверстий в фанере, точных и чистых отверстий в деталях (рис. 7.7). Эти сверла могут также применяться для сверления полуокружности в краях деталей.

Сверла с круговыми подрезателями имеют две основные режущие кромки, обеспечивающие срезание стружки, и по окружности резания два лезвия (круговые подрезатели), подрезающие стружку с боковой поверхности гнезд. Подрезающие лезвия выступают над уровнем основных режущих кромок на 0,5 мм (рис. 7.7, а).

Зубчатые подрезатели расположены почти по всему периметру сверла с серповидным утолщением к концу; они имеют лишь одну основную режущую кромку (рис. 7.7, б).

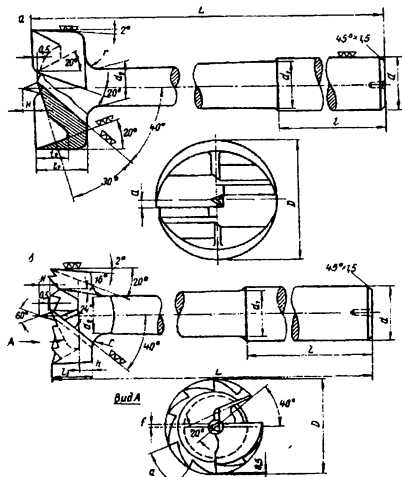


Рис. 7.7. Сверла:

а - с круговыми подрезателями; б - с зубчатыми подрезателями

Диаметр сверл с круговыми подрезателями колеблется от 10 до 50 мм, а сверла с зубчатыми подрезателями - от 30 до 100 мм. Такое различие диаметров объясняется необходимостью облегчения работы подрезателей при большом диаметре отверстия путем придания им зубчатой формы.

При тяжелых условиях работы (форсированных подачах) круговые подрезатели из-за значительного трения сильно нагреваются и подвергаются интенсивному отпуску, ухудшающему режущие свойства лезвий. Для сверл этого типа максимальная подача не превышает 1 мм/об и максимальная скорость резания 2 м/с.

Градация размеров сверл по диаметру до 50 мм принята через 2 мм, а для больших диаметров через 5 мм.

Применение сверл минимального диаметра (10 мм) ограничивается из-за трудности выхода стружки и малой производительности по сравнению с другими типами сверл. Применение сверл диаметром меньше 10 мм исключается по тем же причинам.

Углы резания элементов сверла α , β , и γ составляют по 30°.

Во избежание трения боковая поверхность головки сверла имеет поднутрение под углом 2°.

В сверлах с круговыми и зубчатыми подрезателями для выборки по-уокружностей с краев деталей направляющий центр отсутствует. Такие сверла затачивают следующим образом: лезвия со стороны задней грани, круговые подрезатели с внутренней стороны, зубчатые - со стороны передних граней зубьев.

Сверла приведенных конструкций закрепляют в патроне, вследствие чего они имеют цилиндрический хвостовик.

7.4.3. Сверла цилиндрические пустотелые с выталкивателем

Предназначены для выполнения сквозных отверстий, а также для изготовления пробок и используются при ремонте столярно-строительных деталей (рис. 7.8).

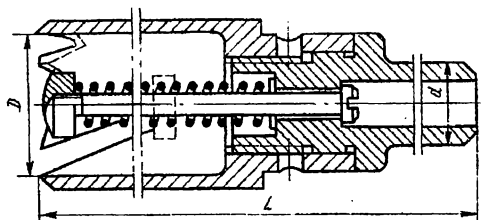


Рис. 7.8. Сверло пустотелое с выталкивателем

Основные размеры сверл цилиндрических пустотелых с выталкивателем представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Основные размеры сверл цилиндрических пустотелых с выталкивателем, мм

Обозначение	D	d	L	Обозначение	D	d	L
3314-4004	20	16	117	3314-4004.03	35	16	117
3314-4004.01	25			3314-4004.04	40		
3314-4004.02	30			3314-4004.05	45		

Разница между внешним и внутренним D диаметрами выдерживается постоянной и равняется 5 мм. Размеры пробок 20; 30; 40 мм для заделки сучков соответствуют диаметрам сверл с круговыми подрезателями, применяющихся для рассверливания сучков.

Для посадки в гнездо с зазором 0,4-0,5 мм пробки изготавливают с минусовым допуском в теле пробки за счет развода зубьев в пределах 0,2-0,3 мм, что к тому же необходимо для устранения трения о боковые поверхности древесины.

Зубья цилиндрического сверла имеют профиль, подобный профилю зубьев круглых пил для поперечной распиловки с косой заточкой передней и задней граней. Контурные углы заострения равны: $\alpha = 30^\circ$ $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, углы косой заточки $\varphi = 25^\circ$.

Хвостовик цилиндрических сверл предусматривается (в зависимости от крепежного приспособления станка) двух видов: цилиндрический или конический.

7.4.4. Ложечные сверла

Применяются для сверления отверстий в торце деталей вдоль волокон древесины (гнезд для шкантов, отверстий в веретенах, деревянных трубах и т.д.). Данная конструкция сверл характеризуется наличием одной режущей кромки и продольного желобка для отвода стружки (рис. 7.9), и это является основным его недостатком.

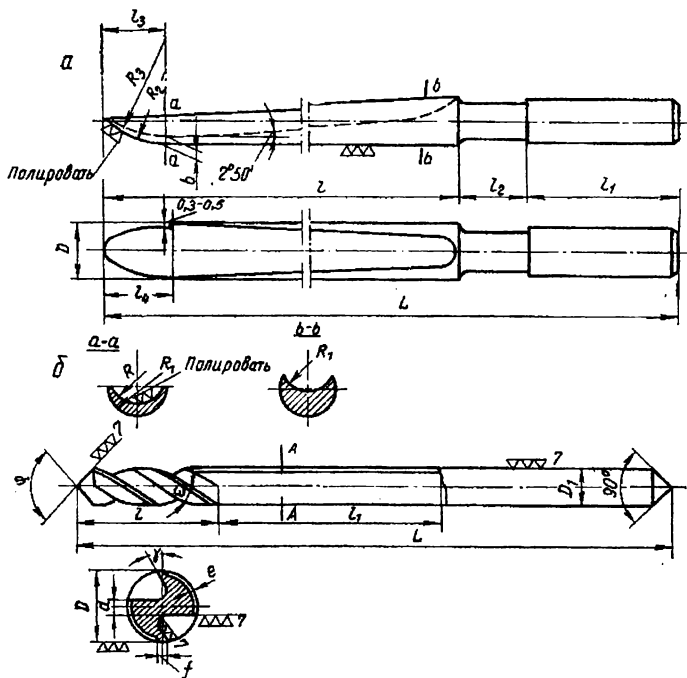


Рис. 7.9. Сверла для сверления вдоль волокон:
 а - ложечное; б - с переменным шагом винтовой канавки

Из-за односторонней реакции на сверло от сил сопротивления резанию последние при форсированной подаче отгибают сверло, что приводит к разбивке отверстия и к отклонению его оси от требуемого направления.

Для ослабления указанного вредного воздействия на стороне, противоположной режущей кромке, делается направляющая полоска, которая является частью цилиндрической поверхности, описываемой режущей кромкой.

Вторым недостатком ложечных сверл является запрессовка стружек в желобке при глубоком и форсированном сверлении, в связи с чем требуется неоднократный вывод сверла из отверстия в процессе сверления для вывода стружки.

Диаметр режущей части ложечных сверл колеблется от 6 до 50 мм с градацией размеров через 2-5 мм.

7.4.5. Спиральные сверла

К сверлам с винтовым телом относятся спиральные, винтовые, шнековые и штопорные, отличающиеся друг от друга формой винтового тела. У этих сверл канавки, или рабочие перья, образованы по винтовой линии.

Сверла спиральные с конической заточкой предназначены для сверления отверстий в древесине (рис. 7.10) и поставляются в двух исполнениях, различающихся длиной.

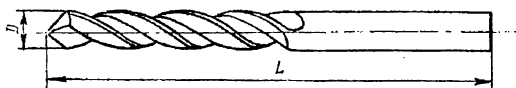


Рис. 7.10. Спиральное сверло с конической заточкой

Основные размеры сверл спиральных с конической заточкой представлены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Основные размеры спиральных с конической заточкой, мм

Обозначение	d	d_1	L	l	Обозначение	d	d_1	L	l
Короткая серия									
3300-0051	2	2	45	25	3300-0059	7	7	105	75
3300-0052	2,5	2,5	50	30	3300-0061	8	8	110	
3300-0053	3	3	55	35	3300-0062	8,5	8,5		85
3300-0054	3,5	3,5	65	45	3300-0063	9	9	120	
3300-0055	4	4	70	50	3300-0064	10	10	130	

Обозначение	d	d_1	L	l	Обозначение	d	d_1	L	l
3300-0056	4,5	4,5	75		3300-0065	11	11	140	90
3300-0057	5	5	80	55	3300-0066	12	12	145	95
3300-0058	6	6	90	60					
Длинная серия									
3300-0067	5	5	130	60	3300-0075	11	11	190	125
3300-0068	6	6			3300-0076	12			
3300-00669	7	7	150	80	3300-0077	14	12	210	140
3300-0071	8	8			3300-0078	16			
3300-0072	8,5	8,5	3300-0079	18					
3300-0073	9	9	170	100	3300-0081	20			
3300-0074	10	10							

Спиральные сверла с конической заточкой просты в эксплуатации и предназначены для сверления отверстий, к которым не предъявляются высокие требования, а также отверстий под шканты, шурупы и т.д. Сверла выпускаются с углом при вершине 85° .

Сверла спиральные с центром и подрезателем предназначены для сверления отверстий в древесине мягких и твердых пород (рис. 7.11).

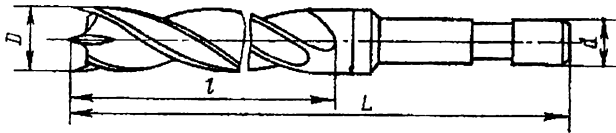


Рис. 7.11. Спиральное сверло с центром и подрезателями

Основные размеры сверл спиральных с центром и подрезателями представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Основные размеры сверл спиральных с центром и подрезателями, мм

Сверло типа 1	Сверло типа 2	d	L	l	d_1
3301-0001	3301-0011	4	80	48	4
3301-0002	3301-0012	5	90	55	5
3301-0003	3301-0013	6	100	65	6
3301-0004	3301-0014	7	115	75	7
3301-0005	3301-0015	8	120	80	8
3301-0006	3301-0016	9	130	85	9
3301-0007	3301-0017	10	140	95	10
3301-0008	3301-0018	11	150	100	11
3301-0009	3301-0019	12	155	105	12

Сверло типа 1	Сверло типа 2	d	L	l	d_1
	3301-0021	14	165	115	12
	3301-0022	15	175	120	
	3301-0023	16	185	125	
	3301-0024	18	200	125	
	3301-0025	20			
	3301-0026	25			
	3301-0027	32			
					14

Эти сверла имеют пять режущих элементов: две главные режущие кромки, два подрезателя и направляющий центр. Направляющий центр предназначен для повышения координатной точности сверления и выступает над главными режущими кромками на 2,5...5 мм в зависимости от диаметра сверл из инструментальных сталей. В сверлах, оснащенных пластинками из твердого сплава, это превышение меньше (1,4...3,3 мм). Подрезатели перерезают материал перед главными режущими кромками и обеспечивают высокое качество сверления. В сверлах из инструментальной стали подрезатели выступают над главными режущими кромками на 0,5 мм для диаметров сверл 6...14 мм, на 1 мм - для диаметров 15...17 мм, на 1,5 мм - для диаметров свыше 17 мм. В сверлах, оснащенных пластинками из твердого сплава, эта величина равна 0,5 мм для диаметров 4...7 мм, 0,7...1 мм для диаметров 8...12 мм.

Сверла спиральные цельные твердосплавные предназначены для сверления отверстий диаметром 4...8 мм в различных древесных материалах (рис. 7.12).

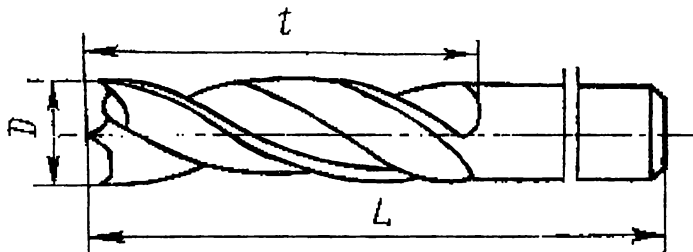


Рис. 7.12. Сверло спиральное твердосплавное

Основные размеры сверл спиральных твердосплавных представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Основные размеры сверл спиральных твердосплавных, мм

Обозначение	D	L	l
3301-4047	4	60	28
3301-4047.01	4,5		32
3301-4047.02	6	70	36
3301-4047.03	6,5		
3301-4047.04	7		
3301-4047.05	8	80	42
3301-4047.06		90	45

Сверла спиральные, оснащенные пластинками из твердого сплава предназначены для сверления отверстий в древесных материалах под мебельную фурнитуру и отличаются оригинальной формой режущей части (рис. 7.14).

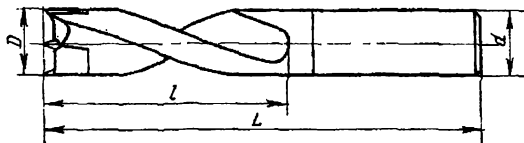


Рис. 7.14. Сверло спиральное, оснащенное твердым сплавом

Сверла выпускаются в двух исполнениях: длиной 70 мм с хвостовиком с лыской для крепления сверл в патроне винтом; длиной 110 мм с цилиндрическим хвостовиком для крепления в цанговом или трехкулачковом патроне. Оба исполнения имеют правое и левое вращение.

Основные размеры сверл спиральных, оснащенных пластинками из твердого сплава, представлены в табл. 7.5.

Таблица 7.5

Основные размеры сверл спиральных, оснащенных пластинками из твердого сплава, мм

Обозначение		D	d	L	l
правые	левые				
3301-4062	3301-4063	8	8	70	30
3301-4062.01	3301-4063.01	10	10		
3301-4062.02	3301-4063.02	10,5			
3301-4062.03	3301-4063.03	8	7,5	110	65
3301-4062.04	3301-4063.04	10	9,5		
3301-4062.05	3301-4063.05	10,5	10		

Угол наклона стружечной канавки в спиральных сверлах из инструментальных сталей в зависимости от диаметра сверла изменяется в пределах 25 ... 30°.

Угол наклона стружечных канавок для спиральных сверл, оснащенных твердым сплавом, находится в пределах 15 ... 20°.

7.4.6. Сверла чашечные

Сверла чашечные с твердосплавными пластинками предназначены для сверления отверстий в древесных материалах на одно- и многшпиндельных сверлильных станках и агрегатными головками (рис. 7.15).

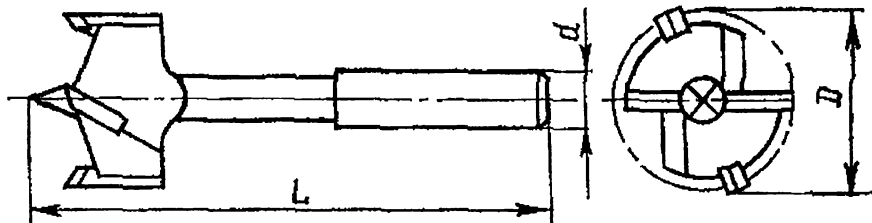


Рис. 7.15. Сверло чашечное, оснащенное твердым сплавом

Сверла поставляются в двух исполнениях: тип 1 - короткие (правые и левые), тип 2 - длинные (правые).

Основные размеры сверл чашечных с твердосплавными пластинками представлены в табл. 7.6.

Таблица 7.6

Основные размеры сверл чашечных с твердосплавными пластинками, мм

Обозначение		D	d	L
правые	левые			
Короткие				
3313-4014	3313-4015	18	10	60
3313-4014.01	3313-4015.01	25		
3313-4014.02	3313-4015.02	30		
3313-4014.03	3313-4015.03	35		
3313-4014.04	3313-4015.04	40		
Длинные				
3313-4016	-	18	10	100
3313-4016.01	-	25		
3313-4016.02	-	30	12	
3313-4016.03	-	35		
3313-4016.04	-	40		

В конструкции чашечных сверл, оснащенных пластинками из твердого сплава, предусмотрено использование основных параметров сверл диаметром 18 мм: $l = 16$ мм; $h = 2,2$ мм; $\gamma = 20^\circ$; $\lambda = 20^\circ$; сверл диаметром 25...40 мм: $l = 20$ мм; $h = 2,4$ мм; $\gamma = 30^\circ$; $\lambda = 15^\circ$.

Сверла чашечные предназначены для сверления неглубоких отверстий и высверливания сучков в древесине (рис. 7.16).

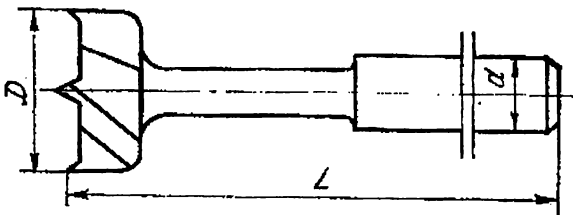


Рис. 7.16. Сверло чашечное из инструментальной стали

Основные размеры сверл чашечных представлены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Основные размеры сверл чашечных, мм

Обозначение	D	d	L
3314-3002	15	12	120
3314-4002.01	20		
3314-4002.02	25		
3314-4002.03	30	16	125
3314-4002.04	35		140
3314-4002.05	40		150
3314-4002.06	45		
3314-4002.07	55		

Сверла чашечные из инструментальной стали имеют следующие угловые параметры: передний угол - 40° , задний угол - 20° , угол заострения подрезателей - 20° .

7.4.7. Комплекты сверл для специализированных сверлильных станков

Предназначены для оснащения сверлильных автоматов СвСА-2 и СвСА-3. В комплект инструментов входят сверла чашечные для высверливания сучков (рис. 7.17, а) и пробочники (рис. 7.17, б) для изготовле-

ния пробки. Сверла чашечные имеют нормированный наружный диаметр, пробочники - нормированный внутренний диаметр.

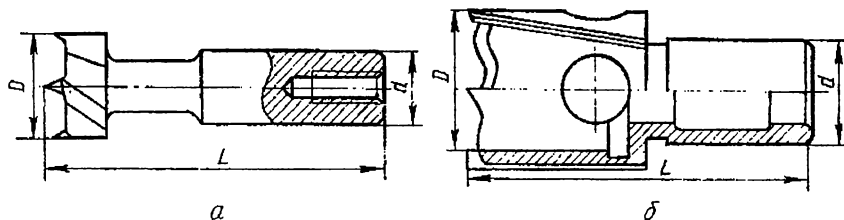


Рис. 7.17. Комплект сверл для станков СвСА:
а - сверло чашечное; б - пробочник

Основные размеры сверл для специализированных сверлильных станков представлены в табл. 7.8.

Таблица 7.8

Основные размеры сверл для специализированных сверлильных станков, мм

Обозначение	D	d	L	Обозначение	D	d	L
Чашечные сверла				Пробочники			
3314-6005	20	16	100	3314-6004	20	16	88
3314-6005.01	25			3314-6004.01	25		
3314-6005.02	35			3314-6004.02	35		
3314-6005.03	40			3314-6004.03	40		
		3314-6006	25	28			
		3314-6006.01	35				

7.4.8. Сверла для кольцевого сверления пробок

Предназначены для изготовления пробок (рис. 7.18), имеют нормированный внутренний диаметр.

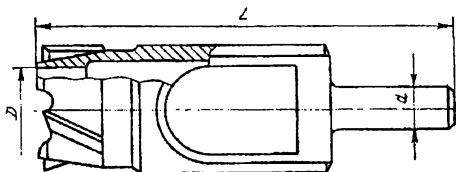


Рис. 7.18. Сверло для кольцевого сверления

Основные размеры сверл для кольцевого сверления представлены в табл. 7.9.

Основные размеры сверл для кольцевого сверления пробок, мм

Обозначение	D	d	L
КФАЛ.761.861.601	20	12	135
КФАЛ.761.861.601.01	25		140
КФАЛ.761.861.601.02	30	14	145
КФАЛ.761.861.601.03	35		150
КФАЛ.761.861.601.04	40	16	155
КФАЛ.761.861.601.05	45		160
КФАЛ.761.861.601.06	50		165
КФАЛ.761.861.601.07	55		170
КФАЛ.761.861.601.08	60		175

Сверла для кольцевого сверления имеют торцовые кромки с передним и задним углами, равными 20° . Для придания остроты торцовой цилиндрической кромке сверла снята фаска под углом 15° на длине 2 мм. Режущая часть цилиндрических сверл с выталькивателем имеет профиль (в развертке) аналогичный профилю круглых пил.

7.4.9. Винтовые сверла

Сверла с винтовой рабочей частью (телом) разделяются по форме на три вида:

- 1) винтовые;
- 2) шнековые;
- 3) штопорные.

Первый вид сверл образуется путем формирования двух полукруглых канавок с противоположных сторон цилиндрического стержня - по винтовой линии. Эти канавки образуют два рабочих пера с режущими элементами на торцовой части (рис. 7.19).

Шнековое сверло представляет собой цилиндрический стержень (сердцевину), вокруг которого по всей длине навивается одно рабочее перо, и лишь в конечной части сверла, в пределах одного витка, сформировано второе перо. Указанное обстоятельство обеспечивает образование двух режущих граней, симметрично расположенных по отношению к оси сверла (рис. 7.20).

Штопорное сверло получается путем завивания одного рабочего пера по винтовой линии, причем сердцевина сверла в данной конструкции отсутствует. Таким образом, в штопорных сверлах имеется лишь одна режущая грань рабочего пера (рис. 7.2, к).

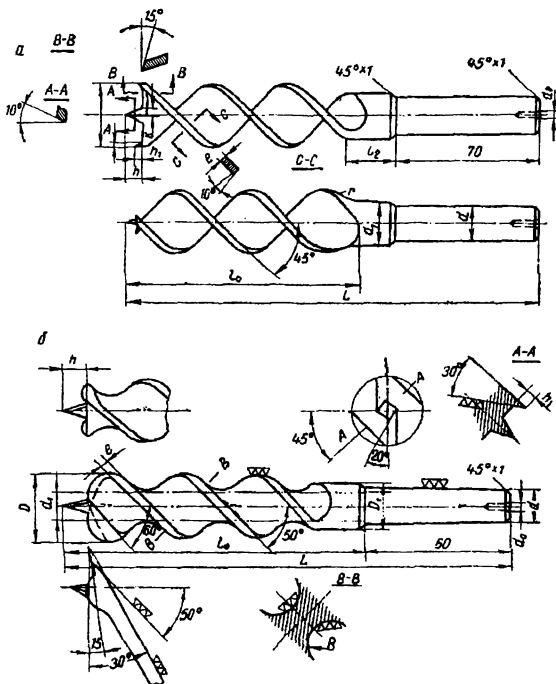


Рис. 7.20 Длинные сверла:
 а - винтовое; б - шнековое

Основное назначение штопорных и шнековых сверл - сверление глубоких отверстий. В зависимости от условий сверления режущие части винтовых сверл имеют различные варианты.

Короткие винтовые сверла (рис. 7.19), предназначенные для сверления в деталях неглубоких отверстий сравнительно большого диаметра, имеют диаметр от 20 до 50 мм с градацией через 1 мм до диаметра 30 мм и через 2 мм для диаметра свыше 30 мм. Длины сверл L приняты соответственно длине рабочей части l_0 , которая установлена в трех пределах: 100, 110, 120 мм.

Длинные винтовые, шнековые и штопорные сверла (рис. 7.20) применяются для сверления глубоких сквозных отверстий в брусках, деревянных фермах посредством ручных электроинструментов. Сверла, при-

меняемые в этих случаях, имеют различные длины ($L = 400 \div 1100$ мм) и диаметры ($D = 10 \div 50$ мм).

При глубоком сверлении следует отдать предпочтение шнековым сверлам, так как они обладают большей жесткостью. Недостаток штопорных сверл заключается в наличии лишь одной режущей грани, вследствие чего они испытывают одностороннюю нагрузку и подвержены изгибу при сверлении.

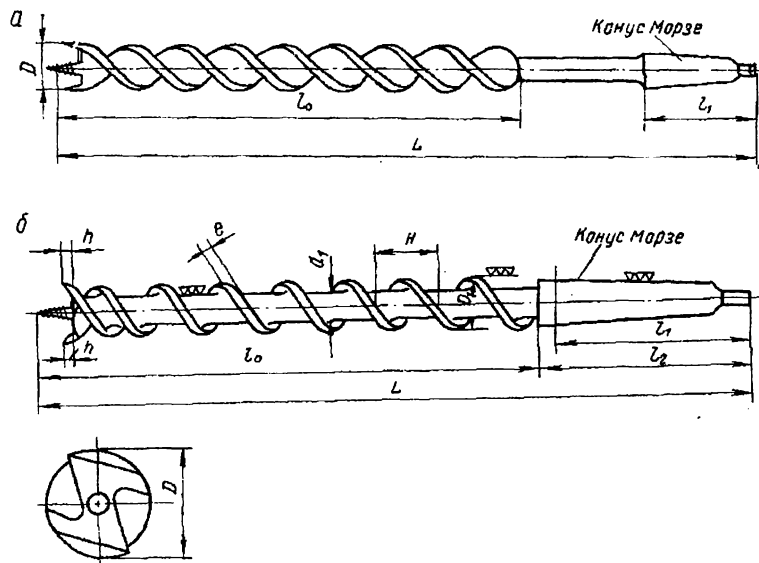


Рис. 7.19. Винтовое сверло:
а - витое короткое; б - фрезерованное

Во всех конструкциях длинных сверл (винтовых, шнековых и штопорных) предусмотрен конический хвостовик (конус Морзе). Наличие его определяется конструкцией крепежного приспособления - конусной втулки, так как крепление в патроне в данном случае ненадежно (при больших крутящих моментах) и к тому же не обеспечивает большой точности установки сверла, а между тем для длинных сверл это особенно важно.

Хвостовики коротких винтовых или шнековых сверл предусмотрены в двух вариантах (цилиндрические и конические) в зависимости от конструкции крепежного приспособления.

Винтовые сверла изготавливаются либо путем завивки специальной заготовки (витые сверла), либо путем фрезерования канавок в цилиндрическом стержне по винтовой линии (фрезерованные винтовые сверла), либо путем штампования.

Размеры элементов коротких витых сверл представлены следующими данными (рис. 7.19):

$$\begin{aligned} e &= 0,1 \cdot D; \\ h &= (2 \div 3) \cdot e; \\ h_1 &= u_z \approx 1,5 \div 2 \text{ мм}, \end{aligned} \quad (7.9)$$

Для длинных витых сверл соотношение размеров элементов увеличивают для придания им большей прочности.

Полная длина сверла

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \quad (7.10)$$

где l_0 – рабочая длина сверла;

l_1 – длина хвостовика;

l_2 – длина шейки (10 ÷ 50 мм).

Длина цилиндрического хвостовика принимается в зависимости от диаметра сверла 50 ÷ 70 мм; длина конического хвостовика зависит от номера конуса Морзе.

Для сверл длиной меньше 300 мм диаметр цилиндрического хвостовика принимается 12 и 18 мм: первое значение для сверл диаметром до 28 мм, второе – свыше 28 мм; при коническом хвостовике соответственно конус Морзе №1 и 2 и для длинных сверл большого диаметра – №3.

Помимо обратной конусности, для уменьшения трения боковых поверхностей перьев витков о стенки гнезда желательна затылковка перьев с задним углом $\alpha = 6 \div 10^\circ$ (рис. 7.19).

На рис. 7.19 приведена конструкция фрезерованного винтового сверла. Размеры его элементов могут быть определены по следующим практическим данным:

$$\begin{aligned} d_1 &= (0,2 \div 0,3) \cdot D; \\ d_2 &= d_1 + (0,004 \div 0,01) \cdot l_0; \\ D_1 &= D - (0,001 \div 0,006) \cdot l_0; \\ e &= (0,12 \div 0,25) \cdot D; \\ h &= (0,2 \div 0,5) \cdot D; \\ h_1 &= u_z. \end{aligned} \quad (7.11)$$

Большие значения коэффициентов соответствуют меньшим значениям диаметра D и рабочей длины сверла l_0 . Таким образом, пределы колебаний диаметра сердцевины d_1 в зависимости от диаметра сверла (от 20 до 50 мм) соответствуют значениям от 6 до 10 мм. Обратная конусность принимается равной 0,5 - 1 мм, в зависимости от длины рабочей части сверла $l_0 = 100 \div 1000$ мм.

Шнековое сверло (рис. 7.20, б) имеет несколько иные соотношения размеров. Так, для обеспечения большой прочности, во избежание продольного изгиба от воздействия усилий резания и осевого усилия, диаметр сердцевины принимается в следующих пределах:

$$d_1 = (0,25 \div 0,4) \cdot D. \quad (7.12)$$

Толщина пера витка в зависимости от диаметра и длины сверла принимается в пределах

$$e = (0,1 \div 0,25) \cdot D. \quad (7.13)$$

Форма режущих элементов винтовых и шнековых сверл имеет различные варианты в соответствии с условиями сверления. Так, для ручного сверления посредством электроинструмента и для сквозного сверления центр сверла имеет винтообразную форму (рис. 7.21), что способствует автоматическому перемещению сверла в древесину на величину шага нарезки за один оборот.

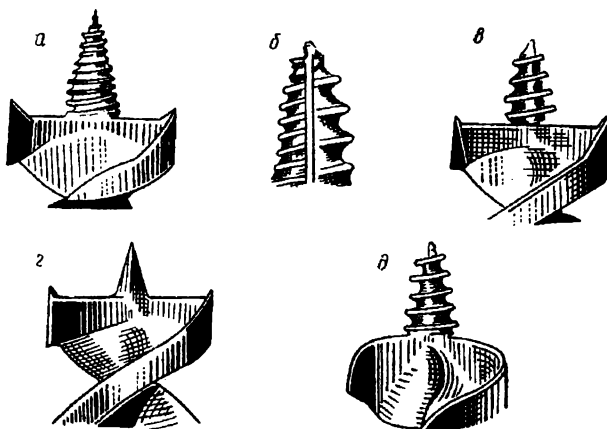


Рис. 7.21. Формы режущей части винтовых сверл:
 а б, в, д - с разной нарезкой винтообразного центра; з - направляющий центр имеет вид четырехгранной пирамиды; д - с загнутыми режущими гранями

Так как подача сверла за один оборот зависит от твердости обрабатываемой древесины, для сверления разных пород древесины должны применяться сверла с различной нарезкой винтообразного центра (рис. 7.21, а, б, в). Размеры шага нарезки винтообразных центров колеблются в пределах 0,75 - 2 мм.

При несквозном сверлении деталей на сверлильных станках направляющий центр сверл имеет вид четырехгранной пирамиды (рис. 7.22, г). Форма основных режущих элементов имеет также различные варианты в зависимости от условий сверления. На рис. 7.22, г показана наиболее распространенная форма режущих элементов сверл с подрезателями, режущими гранями и центром для высверливания отверстий в древесине в тангентальном и радиальном направлениях. На рис. 7.22, д приведена форма режущей части сверла с загнутыми режущими гранями для сверления в торцовом направлении вдоль волокон древесины или для сверления под углом к поверхности детали.

Углы режущих элементов винтовых и шнековых сверл имеют более благоприятные значения по сравнению с этими углами спиральных сверл вследствие большого угла наклона винтовой канавки. Так, угол подъема винтовой канавки τ , определяющий значения угла резания δ , для витых коротких сверл соответствует 45° .

В винтовых фрезерованных и шнековых сверлах первый виток выполняется с углом наклона $50-60^\circ$ для получения нормальных углов резания режущей грани, расположенных вблизи центра. Части режущей грани, расположенные у периферии, путем обратной подточки (рис. 7.19) с передней стороны доводятся до значения угла резания 40° . Задний угол выполняется в пределах $15-20^\circ$, в зависимости от обрабатываемой породы дерева и скорости подачи.

Крутящие моменты и осевые усилия (усилия подачи) сверл различных конструкций приведены в табл. 7.10.

Таблица 7.10

Соотношения крутящего момента и осевого усилия для различных типов сверл

Сверла	Среднее значение	
	Крутящего момента	Осевого усилия
Винтовые (витые)	1	1
Шнековые	1,15	1,24
Спиральные	1,55	1,05
Центровые	0,95	0,9

7.5. Технические требования

1. Сверла спиральные с конической заточкой и сверла спиральные с центром и подрезателями должны изготавливаться из стали марки Х6ВФ.

Допускается в технически обоснованных случаях изготовление сверл из стали марки Р6М5.

По заказу потребителя сверла диаметром до 12 мм допускается изготавливать из стали марки 9ХС. Сверла диаметром свыше 12 мм из быстрорежущей стали должны быть изготовлены сварными. Хвостовик сварного сверла должен быть изготовлен из стали марки 45 или марки 40Х.

Сверла спиральные цельные твердосплавные изготавливаются из твердого сплава ВК6, ВК8. Сверла диаметром до 4,5 мм включительно должны выполняться монолитными, свыше 4,5 мм - с напаянным хвостовиком из стали 45 или 40Х.

Режущую часть сверл спиральных оснащенных пластинками из твердого сплава изготавливают из твердого сплава ВК8 или ВК15, материал корпуса - конструкционные стали 40Х или 45, инструментальная легированная сталь 9ХС.

Сверла чашечные, комплект сверл для специализированных сверлильных станков, сверла для кольцевого сверления пробок и сверла цилиндрические пустотелые с выталкивателем изготавливают из инструментальной легированной стали Х6ВФ.

2. Твердость рабочей части сверла спирального с конической заточкой на длине винтовой канавки, уменьшенной на размер не более двух диаметров сверла от хвостовика, должна быть:

у сверл из быстрорежущей стали

диаметром до 5 мм HRC 60...62

диаметром свыше 5 мм HRC 61...63

у сверл из сталей марок Х6ВФ и 9ХС

диаметром до 5 мм HRC 55...57

диаметром свыше 5 мм HRC 57...60

Твердость рабочей части сверла спирального с центром и подрезателями на длине винтовой канавки, уменьшенной на величину не более

$1\frac{1}{2}$ диаметров сверла, должна быть:

у сверл из быстрорежущей стали HRC 58...61

у сверл из сталей марок Х6ВФ и 9ХС HRC 53...57

Твердость корпуса сверл спиральных, оснащенных пластинками из твердого сплава составляет HRC 27...32.

Твердость хвостовика сверл чашечных с твердосплавными пластинами составляет HRC 30...45.

Твердость режущей части сверл чашечных составляет HRC 53...57, материал хвостовика - HRC 35...50.

Твердость комплекта сверл для специализированных сверлильных станков, режущей части сверл для кольцевого сверления пробок и режущей части сверл цилиндрических пустотелых с выталкивателем составляет HRC 58...61.

3. Параметры шероховатости поверхностей сверл спиральных с конической заточкой и сверл спиральных с центром и подрезателями должны быть, мкм:

задних поверхностей режущей части $Rz \leq 6,3$ на базовой длине 0,8 мм; поверхностей направляющих ленточек $Rz \leq 6,3$ на базовой длине 0,8 мм; направляющего центра и подрезателей $Rz \leq 6,3$ на базовой длине 0,8 мм (для сверл спиральных с центром и подрезателями); поверхностей стружечных канавок $Rz \leq 10$ на базовой длине 0,8 мм; поверхности хвостовика $Ra \leq 1,25$; остальных поверхностей $Rz \leq 20$.

4. Нешлифованные поверхности сверл (с $Rz \leq 6,3$ мкм; $Ra \leq 1,25$ мкм) после термической обработки должны быть гидрополированы или очищены химическим путем.

После химической очистки канавки сверл диаметром свыше 10 мм должны быть полированы.

Примечание. Допускается защитное покрытие поверхностей сверл.

5. Предельные отклонения размеров сверл:

диаметров сверл, измеренных в начале рабочей части - по $h11$ (см приложение 1.1); диаметров хвостовиков сверл диаметром свыше 12 мм на длине не менее 35 мм от торца - по $h10$; общих длин - по удвоенному J_s16 ; длин рабочей части - по утроенному J_s16 ; остальных - по J_s14 .

6. Сердцевина рабочей части сверла должна утолщаться в направлении к хвостовику на 1,4...1,8 мм на каждые 100 мм длины.

Примечание. На расстоянии 10 % длины от начала сверла допускается участок с постоянной толщиной сердцевины.

7. Сверла должны иметь на рабочей части обратную конусность. Обратная конусность на 100 мм длины должна быть в пределах 0,1...0,2 мм (для сверл спиральных с конической заточкой).

Сверла спиральные с центром и подрезателями должны иметь на рабочей части обратную конусность на 100 мм:

0,1-0,2 мм - на сверлах диаметром до 18 мм;

0,15-0,25 мм - на сверлах диаметром свыше 18 мм.

Примечание. На сверлах диаметром до 12 мм обратная конусность распространяется на всю длину сверла.

8. В направлении к хвостовику допускается увеличение ширины пера на 0,8 мм, ширины ленточки на 0,4 мм на каждые 100 мм длины рабочей части сверла.

При изготовлении сверл с плавным переходом спинки зуба сверл в канавку, ширина пера уменьшается на величину, не превышающую 0,12 ширины пера.

9. Смещение оси направляющего центра относительно оси рабочей части сверла не должно превышать 0,2 мм (для сверл спиральных с центром и подрезателями).
10. Радиальное биение ленточек на всей длине рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно быть более значений, указанных в табл. 7.11.

Таблица 7.11

Значения радиальных биений ленточек на всей длине рабочей части сверла, мм

Номинальный диаметр сверла	Радиальное биение
до 10	0,08
свыше 10	0,12

Допуск радиального биения наружного диаметра чашечного сверла из твердого сплава относительно оси хвостовика составляет 0,12 мм.

11. Осевое биение режущих кромок сверл, проверяемое по середине, не должно быть более значений, указанных в табл. 7.12.

Таблица 7.12

Осевое биение режущих кромок сверл, мм

Номинальный диаметр сверла	Осевое биение
до 6	0,12
свыше 6 до 10	0,15
свыше 10 до 20	0,2

Допуск осевого биения главных режущих кромок, проверяемый по середине, и допуск осевого биения вершин подрезателей чашечного сверла из твердого сплава составляет 0,2 мм.

12. Отклонение углов от номинальных значений должно быть в пределах 1°.
13. У цилиндрических хвостовиков с торца должны быть сняты фаски.
14. Сверла должны быть остро заточены.

7.6. Методы испытаний

Периодические испытания сверл на работоспособность должны проводиться на сверлильных станках с механической подачей, нормы точности которых соответствуют требованиям ГОСТ.

При этих испытаниях обрабатываются заготовки из древесины хвойных пород с режимами, указанными в табл. 7.13, 7.14.

Для сверл спиральных с конической заточкой режимы указаны в табл. 7.13.

Таблица 7.13

Режимы испытания сверл спиральных с конической заточкой

Обрабатываемый материал	Частота вращения, об/мин	Диаметр сверл, мм	
		до 4	свыше 4
		Подача, мм/об	
Заготовки из древесины хвойных пород	3000	0,1-0,4	1-1,4
	6000		0,6-0,8

Для сверл спиральных с центром и подрезателями режимы указаны в табл. 7.14.

Таблица 7.14

Режимы испытания сверл спиральных с центром и подрезателями

Частота вращения шпинделя, об/мин	Подача на зуб для сверл диаметром, мм	
	до 18	свыше 18
3000	0,3-0,5	0,5-0,7
6000	0,2-0,3	0,3-0,4

При испытании сверл на работоспособность каждым сверлом должно быть просверлено не менее 25 отверстий глубиной, равной трем диаметрам сверла.

Просверленные отверстия не должны иметь прижогов и сколов на входе.

После испытаний на режущих кромках сверл не должно быть следов выкрашивания и заметных следов износа; сверла должны быть пригодны для дальнейшей работы.

Внешний вид поверхности сверл контролируется визуально или при помощи лупы с увеличением не менее 5 раз.

Шероховатость поверхностей сверл проверяют путем сравнения с образцами шероховатости по ГОСТ или с образцовыми инструментами, имеющими предельные значения шероховатостей поверхностей.

Погрешности измерений размерных и геометрических параметров сверл не должны быть более:

35 % допуска на проверяемый угол - для угловых размеров;

25 % допуска на проверяемый параметр отклонения формы и расположения поверхностей.

7.7. Заточка сверл

Сверла затачивают либо на универсальных станках со шлифовальными кругами З-А64, либо от руки личным напильником с последующей правкой режущих элементов соответствующим оселком (сверла с винтовыми центрами). Во втором случае твердость рабочей части затачиваемого сверла должна быть ниже твердости напильника (48-50 единиц по Роквеллу), что следует предусматривать при термической обработке сверл.

Заточка центровых сверл производится с задней стороны основных лезвий, с внутренней стороны подрезателей, а центр затачивается по граням пирамиды.

При заточке центровых сверл на заточных станках следует применять мелкозернистые шлифовальные круги. При этом сверло должно устойчиво опираться на специальный подручник для правильной заточки лезвий. В результате правильной заточки направляющий центр должен иметь симметрично расположенные грани и ось пирамиды, совпадающую с осью сверла; основные режущие лезвия должны быть расположены на одном уровне; подрезатели должны иметь одинаковую форму.

При конической заточке сверл должны быть соблюдены следующие требования:

- 1) обе режущие кромки должны иметь одинаковую длину;
- 2) обе режущие кромки должны быть заточены под одним и тем же углом к оси сверла;
- 3) средняя часть поперечного ребра (перемычки) сверла должна совпадать с осью его вращения;
- 4) торцовые поверхности перьев сверла должны быть заточены под определенным задним углом к поверхности вращения, образуемой режущими кромками сверла.

Спиральные сверла затачивают по задним поверхностям, образуя две симметричные прямолинейные режущие кромки одинаковой длины. Задние поверхности сверла представляют собой части поверхностей двух конусов, поэтому для их заточки применяют приспособления в виде державки, развернутой к плоскости круга на угол φ (рис. 7.22 а).

Сверло 1, закрепленное в державке 2, совершает колебательное движение относительно оси конуса заточки АА. Для этого державка снабжена цапфой, поворачивающейся в подшипнике 4. В процессе заточки сверло подается винтом 3 на вращающийся шлифовальный круг 5 и совершает возвратно-поступательное движение вдоль торцевой поверхности круга от периферии к центру и обратно. После заточки одной режу-

шей кромки сверло поворачивают в державке на 180° и затачивают вторую режущую кромку.

Заточку сверл с подрезателями и направляющим центром осуществляют в приспособлении, показанном на рис. 7.22 б, в.

Сверло устанавливают в поворотную втулку, закрепляют и надвигают на периферию вращающегося круга винтом, упирающимся в торец хвостовика сверла. При этом затачивают заднюю поверхность первой режущей кромки. Для заточки подрезателя с внутренней стороны втулку разворачивают относительно оси OO' на угол 30° . Для заточки направляющего центра сверло разворачивают в противоположную сторону на угол 10° . Для заточки второй задней поверхности подрезателя и направляющего центра втулку устанавливают в начальное положение, а сверло разворачивают на угол 180° . Для заточки двух других граней направляющего центра приспособление разворачивают на угол 180° к горизонтальному диаметру абразивного круга и подводят одну из граней направляющего центра к кругу. После ее заточки сверло разворачивают на 180° и затачивают последнюю, четвертую грань.

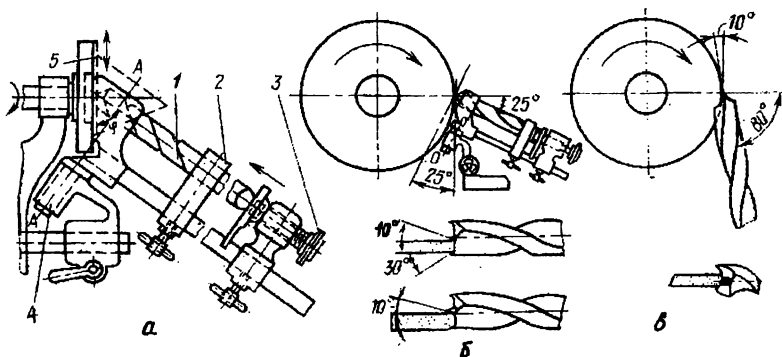


Рис. 7.22. Заточка сверл:

а - для сверления вдоль волокон (по задней поверхности); б - для сверления поперек волокон (по задней поверхности); в - с направляющим центром

Режим заточки сверл: скорость вращения абразивного круга 25-30 м/с; $u=0,066 \div 0,083$ м/с; $S_{non} 0,05 \div 0,08$ мм; круги зернистостью 25 - 40 на керамической связке, твердостью СМ - СТ.

Правильность заточки контролируют шаблонами (рис. 7.23 б, в) или угломерами (рис. 7.23 а).

Спиральные сверла с конической заточкой можно затачивать несколькими методами. Одним из наиболее простых методов является эллиптическая заточка, которая может производиться на универсально-заточных станках без специальных приспособлений.

Сущность метода заключается в том, что требуемая задняя поверхность сверла создается путем разворота шлифовального круга, имеющего форму цилиндрической чашки (рис. 7.24, а). Заточка производится внутренней угловой кромкой круга, которая при прямолинейном перемещении сверла образует заднюю эллиптическую поверхность. Сверло устанавливается в универсальной головке с помощью цангового патрона таким образом, чтобы главные режущие кромки были горизонтальными. Шлифовальный круг разворачивается на угол β - угол между осью круга и направлением поступательного перемещения сверла. $\beta = 90^\circ - 2 \cdot D$, где D - диаметр сверла.

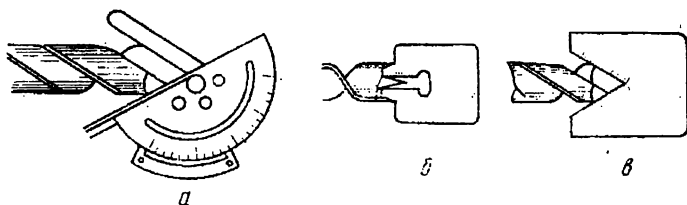


Рис. 7.23. Контроль заточки сверла:
 а - угла при вершине; б - направляющего центра и подрезателей;
 в - угла при вершине и длины режущих кромок

Поднимая шлифовальный круг, добиваются, чтобы расстояние y от вершины сверла до горизонтальной осевой плоскости шлифовального круга было максимальным. Затем, поворачивая сверло в горизонтальной плоскости, устанавливают угол при вершине сверла φ , поворачивая его в вертикальной плоскости на угол τ (рис. 7.25, а), устанавливают требуемую величину заднего угла сверла.

Другим методом заточки спиральных сверл является заточка по конической поверхности. Заточка осуществляется с помощью специального приспособления, устанавливаемого на универсально-заточном станке (рис. 7.24, б).

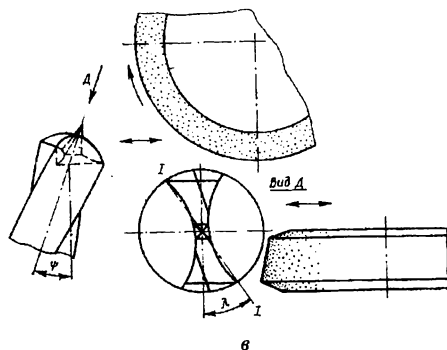
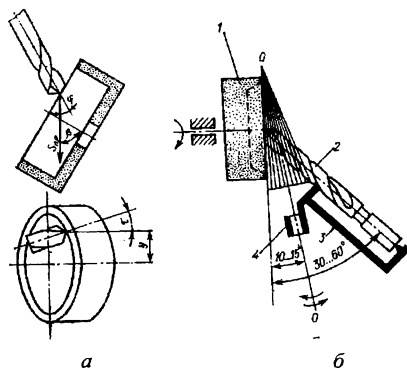


Рис. 7.24. Схема заточки спиральных сверл:
 а - эллиптическая заточка; б - заточка по конической поверхности;
 в - заточка сверл с центром и подрезателями

Сверло 2 затачивается торцевой поверхностью плоского с выточкой круга 1. При этом сверло, установленное в призме сверлодержателя 3, получает медленное качательное движение относительно оси 4. Припуск на заточку снимается при перемещении сверла вдоль оси. Образованная в процессе заточки задняя поверхность является частью конической поверхности.

Для заточки спиральных сверл с центром и подрезателями, имеющими выпуклую несимметричную эллиптическую форму (из инструментальной стали и твердого сплава), рекомендуется метод копирования профилированным шлифовальным кругом. Сверло закрепляют в цанговом патроне универсальной головки, входящей в комплект универсаль-

но-заточного станка, таким образом, чтобы его ось I—I, проходящая через точки пересечения главных режущих кромок и подрезателей, была перпендикулярна плоскости шлифовального круга. Затем сверло устанавливается под заданным углом α и разворачивают против часовой стрелки (для сверл правого вращения) на угол λ (рис. 7.25 в), значение которого берется из табл. 7.15.

Таблица 7.15

Основные параметры спиральных сверл, оснащенных пластинками из твердого сплава

Диаметр D , мм	Размер C , мм	Углы, град*				
		λ	ψ	φ_n	φ_k	φ_{ψ}
8	2,4	39	16	29	12	25
10	3,1	41		35	13	
10,5	3,2	41		37	13	

Примечание. *Расчетные параметры получены при $\alpha=20^\circ$; $h_n=1$ мм; $h_{\psi}=1,5$ мм, где h_n – высота подрезателя, мм; h_{ψ} – высота направляющего центра, мм; α – задний угол, град.

Из табл. 7.15 определяют также углы φ_n , φ_k и φ_{ψ} , размер C профилирования шлифовального круга. Для профилирования выбираются шлифовальные круги формы ПП, для алмазного круга рекомендуется высота алмазоносного слоя 5 мм.

Здесь λ – угол поворота сверла;

ψ – задний угол в плоскости заточки;

φ_n – угол заострения подрезателя в плоскости заточки;

φ_k – угол дополнительной профилировки шлифовальным кругом;

φ_{ψ} – угол при вершине направляющего центра в плоскости за-

точки.

Заточка чашечных сверл, сверл для обработки пробок также производится на универсально-заточных станках. Режимы заточки сверл приведены в табл. 7.16.

Примечание. В скобках указаны марки порошков из синтетических алмазов.

7.8. Требования к оборудованию

Сверлильные станки должны соответствовать нормам точности, установленным для каждого типа. Особое внимание необходимо уделять

Таблица 7.16

Режимы заточки чашечных сверл и сверл для обработки пробок

Характеристика абразивных инструментов, параметры режимов обработки	Заточка сверл				
	Из инструментальной легированной стали		Из быстрорежущей стали		Из твердого сплава
	25А, 24А, 23А	ЛЮ	25А, 24А, 23А	ЛЮ	
Абразивный материал	25 ... 40	10 ... 16	25 ... 40	10 ... 16	64С, 63С АС2 (АСО) АС4 (АСР) 100 ... 125
Зернистость	СМ2 ... С1	-	СМ2 ... С1	-	СМ1 ... СМ2
Твердость	5-6	100	5-8	100	5-8 100
Структура или концентрация зерен, %					
Связка	К	Б	К	Б	К
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	15 ... 20	25 ... 30	20 ... 25	25 ... 30	15 ... 18 20 ... 25
Продольная подача, м/мин	3 ... 4	0,5 ... 1,5	4 ... 6	1 ... 2	3 ... 5 1 ... 2
Поперечная подача, мм/дв.ход	0,03 ... 0,05	0,01 ... 0,02	0,02 ... 0,04	0,02 ... 0,03	0,04 ... 0,06 0,02 ... 0,03
Характеристика абразивных инструментов, параметры режимов обработки	Доводка сверл				
Абразивный материал	Из инструментальной легированной стали		Из быстрорежущей стали		Из твердого сплава
	25А, 24А, 23А	ЛЮ	64С, 63С	ЛЮ	
Зернистость	16 ... 25	5 ... 8	5 ... 6	5 ... 8	64С, 63С АС2 (АСО) АС4 (АСР) 50 ... 63
Твердость	СМ1 ... СМ2	-	СМ2 ... С1	-	СМ2 ... С1
Структура или концентрация зерен, %	5-6	50 ... 100	5-8	100	5-8 50 ... 100
Связка	К	Б	Б	Б	К
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	20 ... 25	30 ... 40	25 ... 30	30 ... 40	15 ... 20 25 ... 30
Продольная подача, м/мин	1 ... 2	0,5 ... 1	1 ... 2	0,5 ... 1	1 ... 1,5 0,7 ... 1

точности отдельных узлов станка, непосредственно связанных с работой инструмента.

1. Прямолинейность направляющих сверлильных головок, отклонение от прямолинейности - не более 0,1 мм на длине 1000 мм.
2. Перпендикулярность осей сверлильных шпинделей (или шпинделя) рабочей поверхности стола, отклонение от перпендикулярности осей - не более 0,05 мм на длине 1000 мм.
3. Осевое биение шпинделей, допускаемое отклонение - не более 0,1 мм.
4. Радиальное биение шейки шпинделей, допускаемое отклонение не более 0,03 мм для вертикальных и 0,04 мм для горизонтальных шпинделей.

Для повышения жесткости сверла рекомендуется устанавливать его с возможно меньшим вылетом. Соотношение глубин H и диаметра D сверления должно быть $H \leq 10D$. При закреплении сверла в патроне он должен надежно зажимать сверло без провертывания его во время работы. Механизм подачи станка должен обеспечивать движение подачи инструмента равномерно, без рывков и заеданий.

Рациональный режим сверления заключается в таком сочетании его элементов, при котором обеспечивается наибольшая производительность при соблюдении необходимого качества обработки. Основным параметром, характеризующим режим сверления, является подача сверла на оборот S_n (мм), которая определяется по формуле:

$$S_n = \frac{U \cdot 1000}{n}, \quad (7.13)$$

где n – частота вращения, с^{-1} .

U – скорость подачи, м/с.

У современных сверлильных станков частота вращения шпинделей $50 \dots 167 \text{ с}^{-1}$ и скорости подач $0,003 \dots 0,083 \text{ м/с}$. Это позволяет широко регулировать в производственных условиях подачу на оборот.

В качестве ориентировочных данных можно рекомендовать следующие значения подачи на оборот:

при обработке древесины спиральными сверлами из инструментальных сталей $S_n = 0,2 \dots 0,8 \text{ мм}$;

сверлами других типов из инструментальных сталей $S_n = 0,8 \dots 2 \text{ мм}$;

при обработке облицованных древесных материалов спиральными сверлами, оснащенными пластинками из твердого сплава $S_n = 0,8 \dots 1,2 \text{ мм}$;

чашечными сверлами, оснащенными пластинками из твердого сплава $S_n = 1 \dots 2 \text{ мм}$;

7.9. Установка сверл

Сверла крепят на шпинделе патронами или устанавливают в коническое отверстие шпинделя. Различные типы патронов для закрепления сверл показаны на рис. 7.25.

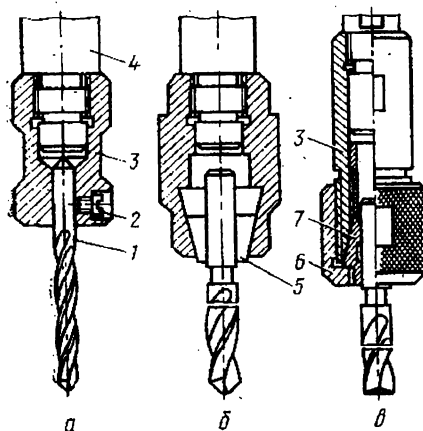


Рис. 7.25. Типы патронов для крепления сверл:
а - со стопорным винтом; б - кулачковый; в - цанговый; 1 - сверло; 2 - винт;
3 - патрон; 4 - шпиндель; 5 - кулачки; 6 - гайка; 7 - цанга

Главные требования к установке сверл - обеспечение соосности сверла и шпинделя и необходимой прочности закрепления. Патрон со стопорным винтом (рис. 7.25, а) допускает установку сверл с цилиндрическим хвостовиком одного диаметра и не обеспечивает точного центрирования.

Двух- или трехкулачковые патроны (рис. 7.25, б) допускают закрепление сверл различных диаметров. При таком изготовлении и малом износе патрона достигается требуемая точность установки сверл.

Цанговый патрон (рис. 7.25, в) выполнен в виде втулки, внутри которой вставлена разрезная цанга 7. Гайка 6, нажимая на торец цанги, перемещает ее вдоль оси шпинделя и заклинивает конус цанги между втулкой и хвостовиком сверла. Использование цанговых патронов обеспечивает высокую точность положения сверла.

Дефекты обработки из-за неправильной подготовки и установки инструмента

Брак обработки и характер поведения инструмента	Брак подготовки инструмента
Вырывы на стенках отверстий.	Неправильная заправка подрезателей.
Разбивание отверстий, поломка сверл.	Отклонение положения направляющего центра от оси сверла.
Плохое удаление стружки из глубоких отверстий, поломка сверл.	Плохое состояние канавок (канавки рекомендуется хромировать или полировать).
Нагревание сверл при работе.	Установка сверл на шпиндель с повышенной частотой вращения; высокая шероховатость поверхностей канавок.
Прекращение удаления стружки, нагрев сверла; поломка.	Недостаточная длина канавки, плохое состояние поверхностей канавок.

При неправильной подготовке и установке сверл возникают различные дефекты, самые распространенные из которых представлены в табл. 7.17.

8. ЦЕПОЧКИ ФРЕЗЕРНЫЕ И ДОЛБЯКИ

8.1. Общие сведения о долблении

Долбление служит для выбора продолговатых гнезд в деревянных деталях. Наиболее распространены процессы долбления цепными и гнездовыми фрезами (рис. 8.1) [2, 3, 14, 24, 38].

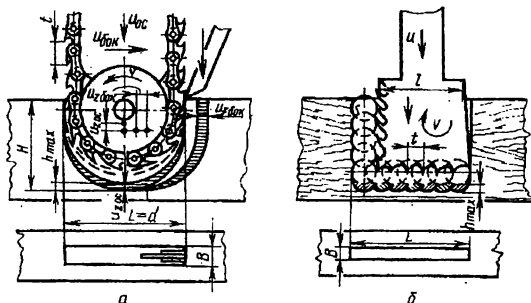


Рис. 8.1. Схемы долбления:
а - фрезерной цепочкой; б - гнездовой фрезой

8.1.1. Цепное фрезерование

Главное движение при цепном фрезеровании (рис. 8.1, а) совершает цепь с режущими элементами. При движении цепи вдоль направляющей линейки траектория главного движения прямолинейная, при огибании натяжного ролика траектория главного движения - окружность. В зависимости от способа получения гнезд при цепном фрезеровании может быть одно или два прямолинейных движения подачи. Если длина гнезда L равна размеру d фрезерной головке, то достаточно одной осевой подачи со скоростью $u_{ос}$. В этом случае зубья срезают стружку на дуговом участке, длина которого равна половине длины окружности диаметра d . Если длина гнезда L больше размера d фрезерной головке, то цепь заглубляют в заготовку сначала в правом конце гнезда, затем в левом и перемещением инструмента или заготовки в боковом направлении со скоростью $u_{бок}$ выбирают перемычку. При боковой подаче стружка срезается на дуговом и на прямолинейном участке.

Скорость главного движения v_2 (м/с) и подачу на зуб u_z (мм) при цепном фрезеровании рассчитывают по формулам:

$$v_2 = \frac{t \cdot z \cdot n}{1000}; \quad u_{zoo} = \frac{u_{oc} \cdot t}{v_2}; \quad u_{zббо} = \frac{u_{бок} \cdot t}{v_2}, \quad (8.1)$$

где t – шаг зубьев ведущей звездочки (мм);

z – число зубьев звездочки ($z = 4$);

n – частота вращения звездочки (c^{-1}).

Шероховатость поверхностей гнезда, сформированного цепным фрезерованием, характеризуемая максимальной высотой неровностей, составляет $R_{z\max} = 200$ мкм при средних режимах резания ($v_2 = 4 \div 10$ м/с;

$u_{zoo} = 0,02 \div 0,2$ мм).

8.1.2. Долбление гнездовыми фрезами

Главное движение при долблении совершает инструмент. Траектория этого движения представляет собой замкнутую кривую типа эллипса (рис. 8.1, б). Движение подачи совершает либо инструмент, либо заготовка. Траектория движения подачи – прямая линия. Каждый нижний зуб срезает стружку переменной толщины. Максимальное ее значение h_{\max} (мм) равно подаче на один цикл качания фрезы Δ :

$$h_{\max} = \Delta = \frac{u \cdot 1000}{n}, \quad (8.2)$$

где u – скорость подачи, м/с;

n – частота циклов главного движения, c^{-1} .

Длина стружки, срезаемой каждым зубом, равна горизонтальной амплитуде колебаний фрезы r (мм). Длина получаемого гнезда

$$L = l + 2 \cdot r, \quad (8.3)$$

где l – ширина фрезы, мм.

При долблении гнездовой фрезой получается гнездо с плоским дном с минимальной шириной гнезда до 3 мм. При этом точность формы и размеров гнезд значительно выше, чем при цепном фрезеровании, а максимальная высота неровностей $R_{z\max} \approx 32$ мкм.

8.2. Долбежные инструменты

По конструктивным признакам и кинематике резания среди долбежных инструментов (рис. 8.2) различают:

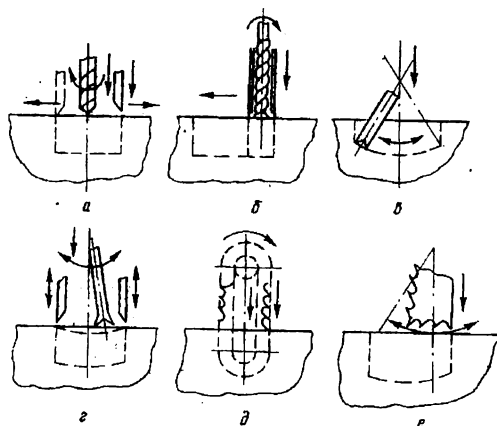


Рис. 8.2. Виды долбежных инструментов:

a - простое станочное долото со сверлом; *б* - квадратное полое долото со сверлом; *в* - качающаяся стамеска; *г* - качающаяся стамеска с долбяком; *д* - фрезерная цепь; *е* - плоская долбежная фреза

- 1) простые станочные долота;
- 2) квадратные полые долота;
- 3) качающиеся стамески с долбяками;
- 4) фрезерные цепочки;
- 5) долбежные фрезы.

Простое станочное долото вытеснено более производительным инструментом, поэтому долбежные станки такого типа отечественная станкостроительная промышленность больше не выпускает.

То же можно сказать и о долбежных станках с комбинированным пустотелым долотом со сверлом. Комбинированный инструмент в виде качающейся двухлезвийной стамеской с долбяками, созданный за рубежом, не получил широкого распространения в России.

Все эти типы долбежного инструмента достаточно сложны и малопродуктивны.

8.3. Фрезерные цепочки

Фрезерные цепочки предназначены для выборки гнезд различного назначения в древесине на цепно-долбежных станках, электродолбежках и агрегатных цепно-долбежных головках.

Фрезерная цепь (рис. 8.3) состоит из отдельных звеньев - резцов, шарнирно-соединенных осями. Фрезерные цепочки выпускают с шагом 11,3 мм.

Основные параметры и размеры цепочек, а также минимальная длина гнезда L и максимальная H представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Основные размеры фрезерных цепочек

Тип и исполнение	B_1 , мм	b , мм	b_1 , мм	Число наружных звеньев	L , мм	l , мм
Трехрядные с внутренними звеньями: без уступов	8	2,6	6	64	42	100
	10	3,4	8	70	60	125
с уступами	12	6	10	74	42	100
					60	140
					42	125
	16	6	14	74	60	140
Пятирядные	20	10,2	18	74	60	140

Угловые параметры зубьев фрезерных цепочек: $\alpha=15^\circ$, $\gamma=15...20^\circ$,
 $\beta=55...65^\circ$, $\delta=70...75^\circ$.

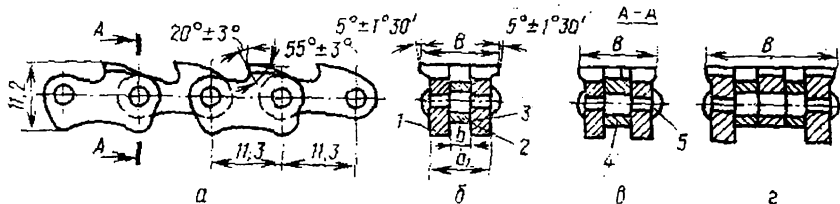


Рис. 8.3. Фрезерные цепи:

- a - общий вид; b - тип I (исполнение с внутренними звеньями без уступов);
- v - тип I (исполнение с внутренними звеньями с уступом); z - тип II;
- 1 - звено наружное правое; 2 - внутреннее звено без уступа;
- 3 - звено наружное левое; 4 - внутреннее звено с уступом; 5 - ось

Большие значения угла резания δ относятся к обработке твердых пород, меньшие - к обработке мягких пород.

Конструктивно цепочки изготавливаются двух типов: тип 1 - трехрядные (ширина 8...16 мм); тип 2 - пятирядные (ширина 20 мм). Кроме того,

по форме внутреннего звена предусмотрено два исполнения: 1 - с внутренними звеньями без уступа; 2 - с внутренними звеньями с уступом.

Для работы фрезерную цепь натягивают между приводной звездочкой и натяжным роликом. Ролик установлен на направляющей линейке. Цепочку в комплекте с линейкой называют режущей головкой (рис. 8.4).

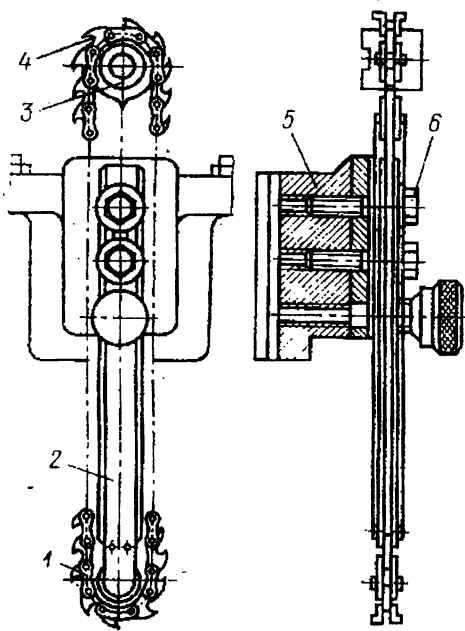


Рис. 8.4. Режущая цепнофрезерная головка:
1 - натяжной ролик; 2 - направляющая линейка; 3 - ведущая звездочка;
4 - фрезерная цепь; 5 - ползун; 6 - болты

Направляющие линейки различают по форме и размерам.

Каждому типу цепочки соответствуют определенные размеры направляющей линейки и звездочки. В соответствии с этим цепи, линейки и звездочки маркируют. Например, клеймо на линейке имеет вид 12-16/42-125. Это означает, что она предназначена для цепей шириной 12 и 16 мм, минимальная длина гнезд 42 мм, максимальная глубина 125 мм.

8.4. Направляющие линейки

Направляющие линейки, на которые надевают фрезерные цепи, бывают с параллельными направляющими боковыми поверхностями, расположенными под углом.

Угловые направляющие линейки применяются для выборки в строительных деталях сквозных "конусных гнезд" под шипы с расклинкой.

Таблица 8.2

Параметры фрезерных цепей

Обозначение цепочки	Тип	Минимальная длина паза, мм	Ширина цепочки, мм	Обозначение	
				звездочки	линейки
367-0001	1	42	8	3367-0001/001	3367-001/010
367-0002					3367-0001/010
367-0003	2	60	12		3367-0003/010
367-0004	1	42			3367-0004/010
367-0005	2	60	16	3367-0003/001	3367-0005/010
367-0006	1	42			3367-0004/010
367-0007	2	60	20	3367-0004/001	3367-0005/010
367-0008					3367-0006/010

Направляющая линейка имеет в поперечном сечении профильную форму. Ребра ее посередине имеют выступ прямоугольного сечения, ширина которого должна соответствовать расстоянию между внутренними сторонами внешних звеньев цепи (рис. 8.4). Назначение выступа - препятствовать боковому сдвигу цепи, так как внешние звенья ее охватывают этот выступ. В нижней части направляющая линейка оканчивается свободно вращающимся роликом, ширина которого соответствует ширине боковых выступов направляющей линейки.

Ведущая звездочка, укрепляемая на рабочем шпинделе суппорта, имеет четыре зуба. Зубья звездочки входят в промежутки звеньев цепи и при своем вращении приводят ее в движение по направляющей линейке. В зависимости от конструкции цепи (трех- или пятирядной) применяется одинарная или двойная звездочка. Размеры режущих головок цепно-долбежных станков представлены в табл. 8.3.

Размеры режущих головок, мм

Стандартизируемые размеры	Номера головок							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ширина выбираемого гнезда	6;8	10	6; 8	10	12; 16	12; 16	20	25
Наименьшая длина выбираемого гнезда	40	40	55	55	40	55	55	55
Наибольшая глубина выбираемого гнезда	100	120	100	120	140	140	140	140
Ширина режущей цепочки	6; 8	10	6; 8	10	12; 16	12; 16	20	25

8.5. Типы и геометрия фрезерных цепей

Как видно на рис. 8.3, звенья фрезерной цепи для выборки гнезда шириной от 6 до 11 мм состоят из трех пластинок-зубьев в одном шарнире. Цепь шириной от 12 до 16 мм также состоит из трех пластинок в шарнире, но средние ее пластинки имеют уступ, вследствие чего ширина режущей кромки соответствует значению $\frac{b}{2} + 0,5$ мм. Уступ в соседних

пластинках по длине цепи имеет шахматное расположение. Цепь шириной от 18 до 20 мм состоит из пяти пластинок в шарнире и, наконец, цепь шириной от 25 до 30 мм - из семи пластинок в одном шарнире. Таким образом, с увеличением ширины цепи число пластинок в шарнире увеличивается, причем крайние зубья-резцы повторяются последовательно в каждой пластине по длине цепи, средние ж пластинки-зубья с увеличением ширины цепи располагаются в шахматном порядке.

В конструктивном отношении крайние пластинки звена различаются по месту нахождения на линейке на правые и левые. Крайние пластинки имеют выступ на внешнюю сторону величиной от 0,5 до 0,8 мм (по аналогии с расклепкой зуба) во избежание трения боковых поверхностей пластинок и головок заклепок о боковые плоскости и обрабатываемого гнезда (или выступы крайних пластинок звена во избежание трения о поверхности гнезда имеют поднутрение боковых плоскостей под углом 5° (рис. 8.3)).

Основные параметры контура средней и крайней пластинок звена приведены на рис. 8.5.

Толщина пластинок звена фрезерной цепи зависит от общей ширины лезвия, определяющей ширину обрабатываемого гнезда B , и числа пластинок в гнезде.

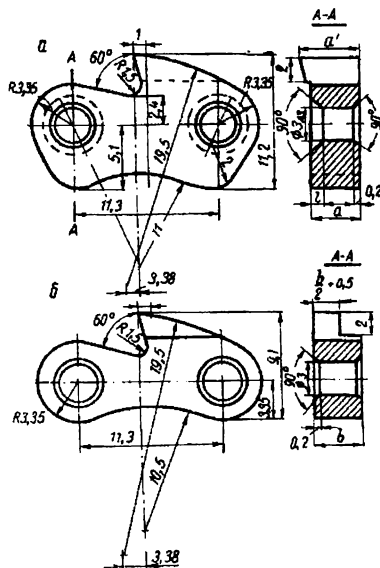


Рис. 8.5. Размеры крайней и средней пластинок звена:
a - звено правое крайнее; *б* - звено среднее правое с уступом

8.6. Технические требования, предъявляемые к фрезерным цепочкам

1. Звенья фрезерных цепочек изготавливают из инструментальных сталей марок Х6ВФ или 9ХФ, оси – из конструкционных сталей 15Х ли 20Х.
2. Твердость режущей части зубьев должна быть HRC 56...59 твердость остальной части зуба HRC не менее 51, твердость осей - HRC 54.
3. Оси должны иметь поверхностное упрочнение на глубину 0,15-0,25 мм.
4. Предельное отклонение размеров цепочек:

по шагу не более	$\pm 0,05$ мм;
по длине внутреннего звена не более	$\pm 0,2$ мм.
5. Поверхности торцов осей цепочек не должны выступать над боковыми внешними поверхностями наружных звеньев более чем на 0,5 мм.

8.7. Уход за фрезерными цепями

Уход за фрезерными цепями заключается в их заточке, соединении пластинок звеньев в случае разрыва цепи, в смазывании цепи во время ее работы и хранении.

Зубья фрезерных цепей затачивают со стороны передних режущих граней на специальных точильных станках. Правильная заточка должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Угол наклона передней грани зубьев должен оставаться неизменным после каждой заточки.
2. Зубья фрезерной цепи должны быть остро заточены. При заточке не допускается оставление крупных заусенцев и засинения вершин зубьев. После заточки цепи на заточном станке необходимо доводить грани зубьев.
3. Впадина зубьев не должна иметь острых углов после заточки.
4. Режущие кромки однотипных зубьев должны находиться на одинаковом расстоянии друг от друга и лежать в одной и той же плоскости при прямолинейном расположении ветви цепи.

При заточке цепи на ручном станке втулка-звездочка вместе с цепью перемещается рукой вдоль ее оси так, что режущая грань затачиваемого зуба проходит вдоль боковой плоскости шлифовального круга. Фиксация необходимого положения каждого затачиваемого зуба относительно шлифовального круга осуществляется в данном случае посредством упора или делительной головки (рис. 8.6, а).

На автоматических станках цепь затачивают опускающимся шлифовальным кругом при неподвижном положении цепи. Перемещение цепи на величину одного зуба-звена происходит автоматически (посредством собачки или делительного устройства) во время подъема шлифовального круга.

В обоих случаях цепь должна быть правильно установлена по отношению к шлифовальному кругу; это необходимое условие для получения требуемого переднего угла γ режущей грани зубьев-пластинок. Достигается это путем смещения звездочки (рис. 8.6, б). Величина смещения центра звездочки цепи от боковой плоскости точильного круга x зависит от радиуса R вершин зубьев оттачиваемой цепи и переднего угла зубьев γ и соответствует следующему выражению $x = R \cdot \sin \gamma$.

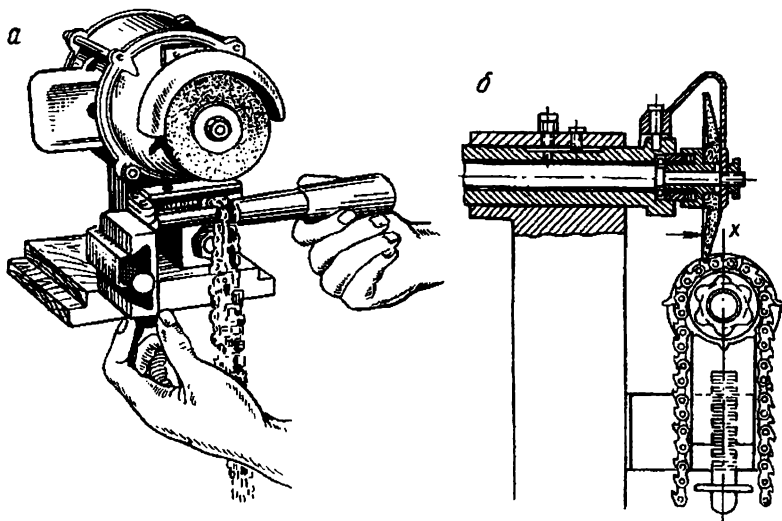


Рис. 8.6. Положение фрезерной цепи по отношению к шлифовальному кругу при заточке

Для заточки цепей применяется шлифовальный круг тарельчатой формы $D = 100$ мм. В процессе заточки следует тщательно следить за правильностью формы круга и выправлять профиль соответствующими правилами.

Соединение пластинок-звеньев цепи в случае ее разрыва или необходимости замены дефектного звена следует производить с особой тщательностью. Склепанные звенья должны свободно вращаться в шарнирах, без заметной слабину в поперечном и продольном направлениях.

Заклепки цепи надо расклепывать очень аккуратно, чтобы не погнуть ось заклепки или не осадить ее. Головки заклепки формируют специальной обжимкой. Боковая поверхность заклепок должна быть ниже боковых поверхностей режущей части зубьев цепи. Головки заклепок стачиваются до уровня на 0,3-0,4 мм ниже боковой поверхности режущих частей крайних зубьев.

Для нормальной работы цепи большое значение имеет правильное ее натяжение. Слишком туго натянутая цепь быстрее изнашивается, вызывает нагревание концевой ролика, достигающее в некоторых случаях до цвета побежалости, и повышенный расход мощности. С другой стороны, слабое натяжение цепи приводит к нечистой и неточной работе.

Сила натяжения цепи в некоторой степени может характеризоваться стрелой продольного искривления цепи F при оттягивании ее в средней части силой P .

При нормальном состоянии шарниров режущей цепи обработка гнезда с допустимой степенью точности достигается при натяжении ее силой $T \approx 100$ Н. Этой силе натяжения соответствует стрела прогиба $F = 6$ мм при оттягивании ее от направляющей линейки с силой $P = 20$ Н.

Достаточная степень натяжения цепи должна определяться посредством специального упругомера.

Во избежание сильного трения цепи о направляющую линейку и ее нагревания необходимо периодически смазывать их в процессе работы. Периодическому смазыванию должен подвергаться и направляющий ролик. Для этой цели в направляющей линейки предусмотрен маслопровод, идущий к роликовому подшипнику. Смазывание ролика осуществляется либо посредством масленки, либо шприцевым устройством - через шариковый клапан в маслопроводе направляющей линейки.

8.8. Точность и качество обработки фрезерных цепей

Фрезерные цепи во время работы подвержены вибрации. В результате продольной вибрации сбегающей ветви цепи в процессе углубления режущей головки боковая стенка обрабатываемого гнезда получается наклонной - не параллельной оси головки. Изменяется и размер длины гнезда на величину продольной разбивки.

Продольная вибрация цепи приводит к поперечной ее вибрации и, как следствие, к поперечной разбивке, особенно краев гнезда. На величину поперечной разбивки влияет люфт цепи в поперечном направлении из-за разности размеров между внутренними сторонами крайних элементов звена и толщиной выступа направляющей линейки или ролика. Износ шарниров цепи и увеличение поперечного ее люфта вследствие этого, а также слабое натяжение цепи приводят к увеличению поперечной разбивки гнезда. В связи с неизбежной поперечной разбивкой гнезда из-за вибрации цепи отклонение от номинального размера ширины ее режущей части должно осуществляться в теле звеньев, т.е. с отрицательным допуском. Вибрация цепи сказывается на точности и качестве обработки гнезда. Качество обработки боковых поверхностей гнезд при выборке их фрезерными цепями соответствует шестому классу чистоты поверхности.

Точность обработки гнезд фрезерными цепями соответствует третьему классу точности. Для улучшения качества и точности обработки большое значение имеет точность изготовления звеньев цепи и их монтаж.

Точность основных размеров и качество обработки фрезерных цепей должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Отклонения от номинальных толщин пластинок звеньев должны лежать в пределах допуска третьего класса точности по скользящей посадке h8.
2. Допускаемые отклонения в размерах пластинок и угловых параметрах режущих частей от номинальных значений должны быть в пределах:

по шагу звеньев	$\pm 0,1$ мм;
по высоте зуба	$\pm 0,1$ мм;
по угловым параметрам	$\pm 1^\circ$.
3. Фрезерная цепь должна быть подвижной в сочленениях и в то же время без заметного продольного и поперечного люфта в звеньях.
4. Звенья цепи должны быть без заусенец, засинений, волосовин и трещин.
5. Поверхность расклепанной головки шарнирной оси-заклепки должна быть гладкой. Расклепку заклепок следует производить обжимкой.
6. Возвышение поверхности головки заклепки над боковой поверхностью режущих элементов крайних звеньев не допускается.
7. Боковые опорные поверхности звеньев и затылочные поверхности режущих частей должны быть шлифованными.

8.9. Гнездовые долбежные фрезы

Долбежные фрезы представляют собой плоскую мерную по ширине пластину с зубьями на торцевой и одной из боковых сторон. Зубья на торце фрез срезают стружку, а зубья на боковой поверхности служат для транспортировки срезанной стружки из гнезда.

Долбяки (гнездовые долбежные фрезы) предназначены для получения пазов и гнезд в древесине с относительно малым размером: по длине от 12 до 80 мм; по ширине от 2 до 10 мм и по глубине от 20 до 80 мм.. Основное применение долбяки нашли при производстве столярно-строительных изделий: Т-образные соединения, установка петель, задвижек и т.п. Долбяками оснащаются агрегатные долбежные головки, встраиваемые в долбежные станки.

Как и цепочки, долбежные фрезы - мерный инструмент (ширина паза равна ширине долбежной фрезы). Конструктивные решения долбежных фрез (рис. 8.7) и долбежных головок разнообразны и позволяют выбрать два близко расположенных гнезда.

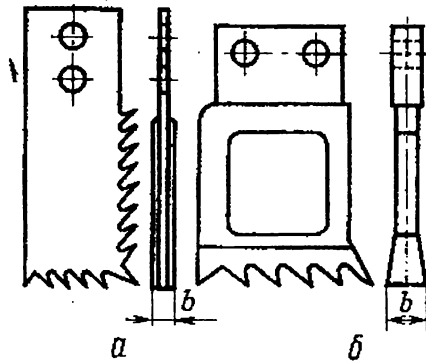


Рис. 8.7. Гнездовые долбежные фрезы для выборки узких (а) и широких (б) гнезд

Долбежные фрезы обеспечивают получение качественных пазов большой точности, но по производительности они уступают фрезерным цепям.

Согласно схеме (рис. 8.1, б) цикл среза стружки долбяком можно разделить на четыре стадии: врезание, рабочий ход, вывод срезанной стружки и передача ее в направлении рабочего хода, вывод срезанной стружки из гнезда, холостой ход. При выходе долбяка в конце рабочего хода обычно происходит скалывание древесины. Для предотвращения этого в зоне выхода должен быть жесткий подпор. Отсутствие сколов достигается при работе двумя долбяками с правым и левым направлениями движения.

Указанное движение гнездовой фрезы может быть осуществлено посредством четырехзвенного механизма с вращающимися и поступательными парами. На рис. 8.7 приведены механизмы движения гнездовой фрезы.

Для определения параметров движения инструмента и профилирования зубьев долбежной фрезы необходимо ознакомиться с кинематикой движения характерных зубьев фрезы. К характерным режущим зубьям, расположенным в нижней части фрезы, относятся первый зуб 1 (рис. 8.8), формирующий в конечной стадии рабочего цикла переднюю стенку гнезда, следующие за ним режущие зубья 2, 3, 4, формирующие дно гнезда, и последний зуб 5, формирующий в начальной стадии рабочего цикла заднюю стенку гнезда. Боковые зубья выполняют только

функции транспортирования срезанной режущими зубьями стружки за пределы гнезда и в резании участка не принимают.

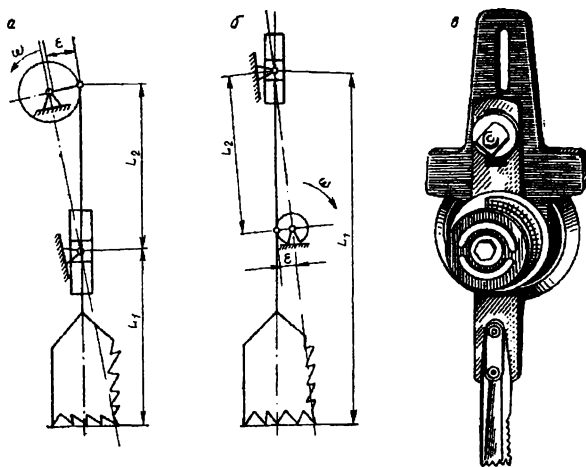


Рис. 8.7. Варианты механизмов резания гнездовой фрезой:
 а - с верхним расположением кривошипной шайбы; б - с нижним расположением кривошипной шайбы; в - сменный механизм к цепнодолбежному станку (с регулируемым эксцентриситетом)

Для упрощения расчетов принимаем замкнутую траекторию относительного движения лезвия зуба по эллипсу, что в основном соответствует реальному характеру движения кулисного механизма, и пренебрегаем изменением угловых параметров зубьев, вызванным переменным наклонным расположением долбежной фрезы из-за качаний вокруг оси (ошибка в пределах 2-3°).

Анализируя движение режущего среднего зуба 3, убеждаемся в том, что в процессе резания углы резания зуба претерпевают изменения в связи с изменением значений угла движения α_{δ} .

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы встреча лезвия зуба с древесиной происходила на тех участках траектории, на которых зуб мог бы беспрепятственно внедряться в древесину своими режущими элементами, т.е. при допустимых углах резания, обеспечивающих стружкообразование. Прилегающие к этой траектории части древесины должны быть срезаны соседними зубьями.

Рассмотрим в связи с этим, при каких условиях возможно нормальное резание режущего зуба 3 (рис. 8.8).

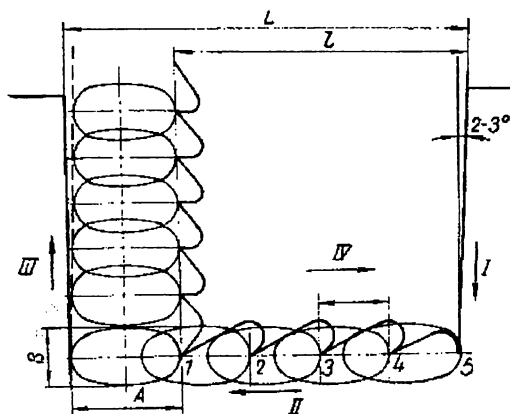


Рис. 8.8. Схема движений зубьев (1-5) гнездовой фрезы

Максимальное значение заднего угла движения соответствует $\alpha_{\delta} = 20^{\circ}$.

$$\operatorname{tg} \alpha_{\delta} = \frac{B}{A} \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad (8.4)$$

где B и A – длина соответствующих осей эллипса;
 φ – угол контакта резца на выходе из древесины.

Определив максимальное значение угла движения α_{δ} , задаемся статическими углами резания зубьев: $\gamma = 30^{\circ}$; $\beta = 30^{\circ}$ и $\alpha = 30^{\circ}$.

Для обеспечения более нормальных значений углов резания целесообразно, чтобы замкнутая кривая траектории движения зуба имела вид удлиненного эллипса с соотношением параметров $\frac{B}{A} = 0,3 \div 0,5$.

Исследования процесса резания долбежными фрезами показали, что выброс стружки обеспечивается не только боковыми зубьями, выполняющими транспортную роль, но и воздушным потоком, создаваемым движением пилки, поэтому значения B могут быть меньше горизонтальной амплитуды колебаний. В то же время для транспортирования стружки к нижней части по горизонтали важно, чтобы амплитуда движения зуба по горизонтали была больше шага зубьев.

Выбранные параметры долбежной фрезы и ее движения позволяют получать одной и той же фрезой гнезда различной длины путем увеличения амплитуды ее колебаний A в пределах до 25% от расчетного значения.

Условия резания крайнего правого - последнего зуба 5, формирующего заднюю стенку гнезда, существенно отличаются от условий работы средних режущих зубьев (рис. 8.8). В данном случае задний угол резания меняется от 0° до 60° . Это обстоятельство при нормальном угле заострения $\beta = 30^\circ$ приводит к работе зуба с углом резания больше 90° , в связи с чем зуб профилируется со значением бокового заднего угла $\alpha = 0^\circ$.

Некоторый задний угол $\alpha = 2 \div 3^\circ$ образуется в начальный период резания в связи с наклонным положением долбежной фрезы в крайних положениях при качании, что устраняет вредное трение ее грани о стенки гнезда. В таких же тяжелых условиях приходится работать и первому крайнему левому зубу 1 фрезы (рис. 8.8).

Как видно из схемы, значение угла резания зуба 1 становится больше 90° ($\angle \gamma$ приобретает отрицательный уклон). Некоторого улучшения работы зубьев (1 и 5) можно достичь путем уменьшения их шага и увеличения отношения A/B против указанных величин с соответствующей перепрофилировкой первого зуба. Ненормальные условия работы резания первого и последнего зубьев долбежной фрезы приводят к ускоренному их затуплению. Для увеличения износоустойчивости зубьев следует изготавливать долбежные фрезы из легированной хромистой инструментальной стали X12M.

Выше было сказано, что, помимо резания, торцовые зубья транспортируют стружку по горизонтали к передней стенке гнезда. Стружка, срезанная зубом, передвигается несколько больше, чем шаг ($A > t$) при обратном ходе, в результате сил инерции выбрасывается из впадины, при рабочем ходе снова захватывается следующим зубом и т.д., пока не дойдет до передней стенки гнезда.

За пределы гнезда стружка выбрасывается (по вертикали) боковыми транспортирующими зубьями путем последовательной передачи из впадины одного зуба во впадину следующего зуба. Вместе с тем, как показали специальные исследования, движение стружки в гнезде по вертикале обеспечивалось и воздушным потоком. В гнезде, видимо, при работе пилки образовывались воздушные (турбулентные) потоки, которые подхватывали стружку у передней стенки гнезда и подбрасывали ее вверх; если стружка не вылетала из гнезда, то замедляла свой ход и начинала опускаться, но до падения подхватывалась зубьями и воздушным пото-

ком, который вновь образовывался движением фрезы и т.д., пока стружка не удалялась из гнезда. При работе долбежной фрезы с большими амплитудами качания основное значение в транспортировании стружки из гнезда имеют сила инерции стружки и воздушный поток. Во избежание запрессовки стружки впадины зубьев должны иметь соответствующие радиусы закрепления дна.

Во избежание трения боковые поверхности фрезы поднутрены по сравнению с шириной режущей части (на 0,6 мм на каждую сторону).

Производительность долбежной фрезы при $n=3000$ качаний в минуту равна 15-25 мм/с. Качество поверхности гнезда соответствует девятому классу чистоты.

Работами ВНИИинструмента установлены значения углов параметров долбяков (рис. 8.9).

Форма межзубной впадины должна обеспечить ее максимальный объем и оформляться прямыми поверхностями с радиусом впадины в пределах 2...4 мм. Отсутствие на передней вертикальной поверхности транспортирующих зубьев обеспечивает хорошие условия вывода стружки из паза. Для безаварийной работы долбяков необходимо, чтобы соблюдалось соотношение между глубиной и длиной паза, равное 1,5. Подача на одно качание долбяка должно быть не более 0,2 мм.

Выборка гнезда обеспечивается по первому классу точности. Возможность выполнения гнезд малых размеров по длине и ширине технологической формы при высоком качестве и точности изготовления деталей мебели делает этот инструмент весьма перспективным.

Линейные размеры долбяка зависят от размеров паза и кинематических соотношений долбежной головки. Долбяк является мерным инструментом, и его толщина должна быть равна ширине паза. Между длиной паза L и шириной долбяка l существует соотношение

$$L = l + A, \quad (8.5)$$

где A – амплитуда колебания (23...25 мм).

$$l = t \cdot (z - 1), \quad (8.6)$$

где t – шаг долбяка мм;

z – число зубьев долбяка, шт.

Для обеспечения нормальных условий резания необходимо стремиться к минимальному числу зубьев. Таким образом, исходя из размеров паза и амплитуды колебания, определяют ширину долбяка и его параметры t и z . Длина долбяка обычно находится в пределах 100...130 мм.

Долбяки в настоящее время централизованно не выпускаются и изготавливаются силами деревообрабатывающих предприятий.

9. КОРОСНИМАТЕЛИ

9.1. Общие сведения

Коросниматели предназначены для окорки пиловочного сырья из древесных хвойных и мягколиственных пород на окорочных станках роторного типа [38, 40, 41].

Стандартом предусмотрено изготовление короснимателей трех типов: тип 1 - цельные для окорочных станков ОК 40-1, ОК 63-1, ОК 66М, ОК 35М, ОК 35 К; тип 2 - сварные для окорочных станков ОК 63 М, ОК 40, ОК 80; тип 3 - сборные для окорочных станков ОК 35 М при зимних условиях окорки. Конструкции и размеры приведены на рис. 9.1.

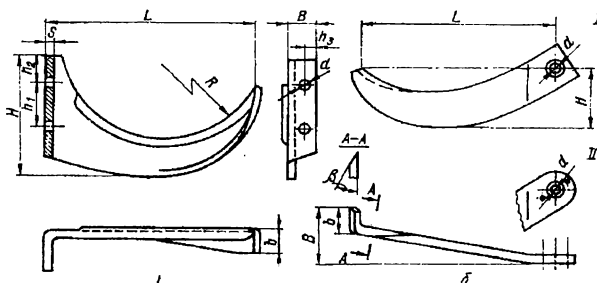


Рис. 9.1. Коросниматели:
а - цельные; б - сварные

Основные размеры цельных короснимателей представлены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Размеры цельных короснимателей, мм

Параметр	Обозначение короснимателей	
	13-3146-0001 (ОК 35М, ОК 35К)	13-3146-0002 (ОК 66М)
Просвет ротора	350	660
L	231 ± 1	413 ± 1
H	$155+3$	275 ± 3
B	$43 \pm 0,5$	$78 \pm 0,5$
R	105 ± 1	197 ± 1
S	6-0,1	10-0,1
a	4	6
b	25	50
c	3	5
d	16,5	21
d_1	$50 \pm 0,2$	$100 \pm 0,2$
d_2	$20 \pm 0,5$	$35 \pm 0,5$

Размеры сварных короснимателей представлены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Размеры сварных короснимателей, мм

Параметр	Обозначение короснимателей		
	13-3146-0011 (ОК 40)	13-3146-0012 (ОК 63)	13-3146-0013 (ОК 80)
Просвет ротора	400	630	800
L	265 ± 1	$370/365^* \pm 1$	472 ± 1
H	90	125	175
B	77 ± 2	$132/140 \pm 2$	147 ± 2
S	11	14	16
b	45	40/50	50
d	40	45/35	45
β	30°	30°	30°

* Знаменатель - исполнение II с закругленным основанием, остальное - исполнение I с прямоугольным основанием.

Рабочую кромку короснимателей затачивают в зависимости от состояния древесины. По мере затупления затачивают и серповидную кромку. Форма и параметры кромок короснимателей в зависимости от условий работы станка приведены на рис. 9.2.

Материал корпуса короснимателей - сталь марки 60С2А. Твердость корпусов HRC=35...40.

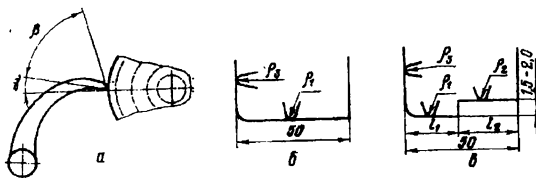


Рис. 9.2 Схемы установки короснимателя (а); рабочие кромки при работе летом (б) и зимой (в)

Формы и параметры рабочих кромок короснимателей представлены в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Форма и размеры кромок короснимателей

Параметр	Состояние окариваемой древесины	
	Свежесрубленная сплавная оттаянная	Промерзшая подсушенная
Общая длина кромки l , мм	50	50
Длина разделяющей кромки l_1 , мм	35	40
Длина базирующей кромки l_2 , мм	15	10

Параметр	Состояние окариваемой древесины	
	Свежесрубленная сплавная оттаянная	Промерзшая подсушенная
Угол заострения β , град	55	55
Передний угол γ , град	0-10*	0-10*
Радиус закругления разделяющей кромки ρ_1 , мм	0,2	0,1
Радиус закругления базирующей кромки ρ_2 , мм	2	1,5
Радиус закругления серповидной кромки ρ_3 , мм	0,1-0,2	0,1-0,2

* Передний угол 0° для бревен диаметром 16 см увеличивается до 10° для бревен диаметром до 40 см и более.

Соотношение длин кромок l_1 и l_2 , когда $l < 50$ мм, изменяется пропорционально.

Есть конструкции короснимателей с рабочими головками из твердых сплавов, которые крепятся на конце короснимателя болтами и имеют специальное замковое крепление. При заточке головки снимают и на их место крепят новые или заточенные. Известны станки, у которых кроме короснимателей на роторе устанавливают дополнительные резцы, удаляющие с поверхности все выступающие на ней сучки.

Подрезающие ножи обычно делают из короснимателей путем разворота рабочей кромки на 90° с выносом ее на 30-40 мм вперед по отношению к плоскости вращения короснимателя. Конструкции и размеры подрезающих ножей для ОК 63 показаны на рис. 9.3.

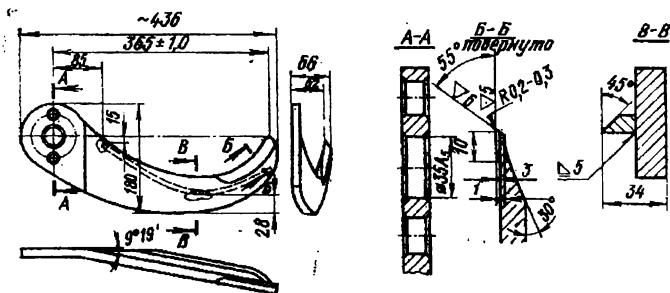


Рис. 9.3. Подрезающий нож

При больших скоростях подачи вынос увеличивается до 60-70 мм.

9.2. Конструктивные элементы

Коросниматель имеет сложную геометрическую форму и переменное по длине сечение. Криволинейные кромки короснимателя имеют определенное назначение: передняя радиусная, имеющая угол заострения 60...65°, служит для вывода (размыкания) короснимателя на периферию бревна при его входе в ротор станка, задняя обеспечивает необходимую прочность короснимателя. Рассматривая коросниматель как балку равного сопротивления прямоугольного сечения постоянной толщины s переменной ширины h_i , получим

$$h_i = \frac{\sqrt{h_0^2 \cdot x_i}}{\sqrt{L}}, \quad (9.1)$$

где h_0 – ширина короснимателя в месте крепления, мм;

L – длина короснимателя, мм;

x_i – текущее значение длины, мм.

Формула показывает, что для обеспечения постоянного напряжения по длине короснимателя его ширина должна изменяться по параболическому закону. По этой формуле была определена расчетная кривая, ограничивающая коросниматель по затылку (рис. 9.4). При этом за линию, от которой производился отсчет значения h_i , была принята передняя кромка.

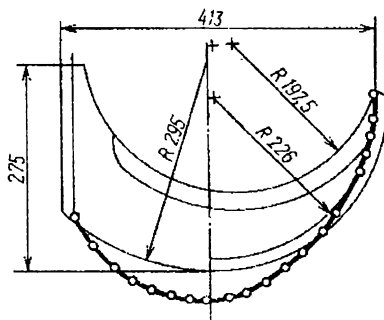


Рис. 9.4. Расчетная кривая задней кромки короснимателя

Установлено, что напряжение в короснимателях не превышает 100 МПа. Наиболее нагруженной является зона режущей кромки, но и в этом месте напряжения значительно меньше допускаемых. Таким обра-

зом, конструкция короснимателей обладает необходимым запасом прочности и не может являться причиной разрушения. В то же время на практике наблюдаются поломки короснимателей в зоне наплавленной режущей кромки. Поэтому восстановление режущей кромки - ответственная операция.

9.3. Подготовка короснимателей к работе

Подготовка короснимателей к работе заключается в их заточке, установке и ремонте.

9.3.1. Заточка короснимателей

Коросниматели одного комплекта должны иметь одинаковые размеры и форму. Их периодически проверяют на поверочном стенде. Отклонения размеров смещений рабочих кромок короснимателей (B) одного комплекта не должны превышать ± 2 мм, а угловых величин $\pm 2^\circ$.

Перед заточкой проводят выверку короснимателей. Для этого используют приспособление, представленное на рис. 9.5.

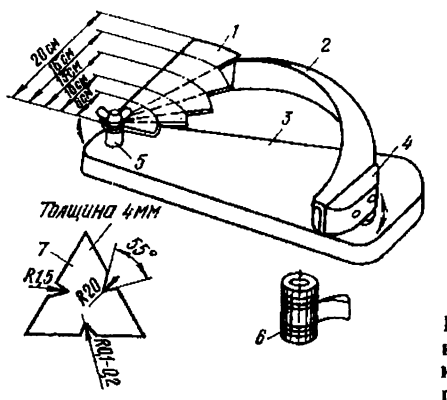


Рис. 9.5. Приспособление для выверки короснимателей:
 1 - сектор; 2 - коросниматель; 3 - основание; 4 - ножедержатель;
 5 - стойка; 6 - контрольный цилиндр; 7 - шаблон

Контролируются размеры A и B (рис. 9.6).

Проверяемые размеры короснимателей представлены в табл. 9.4.

Проверяемые параметры короснимателей различных окорочных станков, мм

Параметр	ОК 40-1	ОК 63-1	ОК 80-1
<i>A</i>	265	370	472
<i>B</i>	77	114	126

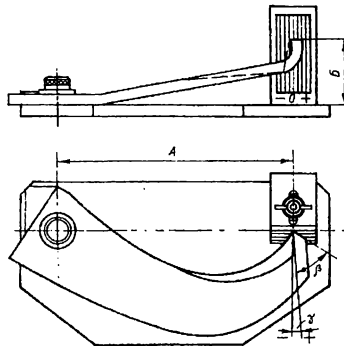


Рис. 9.6. Схема выверки короснимателя

Допускаемые отклонения этих размеров соответственно равны $\pm 0,5$ и ± 1 мм.

При проверке этих размеров в приспособлении режущая кромка короснимателя должна полностью касаться вертикальной поперочной поверхности угольника.

Коросниматели затачивают комплектами на специальных станках модели ТчКС или в приспособлениях на станках ТчПН-4. Сначала затачивают передние, затем задние грани. Рекомендуемые параметры заточки в зависимости от конкретных условий окорки приведены в табл. 9.5.

Таблица 9.5

Рекомендуемые параметры заточки

Параметр	Свежесрубленная древесина	Сплавная древесина	Мерзлая и подсушенная древесина
Радиус округления режущей кромки, мм	0,7	1,5	0,3
Угол заострения β , град	55	55	50
Передний угол γ , град	-3 ... -5	-3 ... -5	0

Для мерзлой и подсушенной древесины рекомендуется ступенчатая заточка (рис. 9.7).

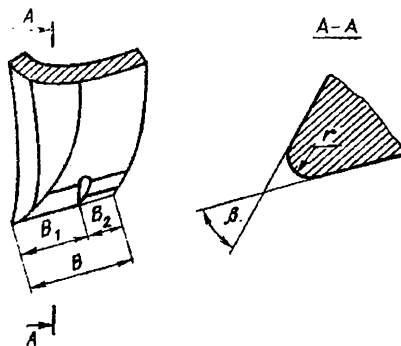


Рис. 9.7. Ступенчатая заточка короснимателя

На длине $B_1 = 35$ мм режущую кромку выполняют с радиусом $0,2 \dots 0,3$ мм, а на длине B_2 режущую кромку занижают и выполняют с радиусом округления 1 мм. Последняя часть режущей кромки препятствует ее внедрению ниже камбиального слоя.

Радиус заострения разделяющей кромки контролируют шаблоном. Серповидную кромку затачивают на тех же станках или вручную. Базисные кромки притупляют на станке или вручную с контролем на шаблоне. Подрезающие ножи затачивают вручную; угол заострения контролируют по шаблону ($\beta = 25 \dots 30^\circ$ с отклонением $\pm 2^\circ$).

Коросниматели и подрезающие ножи затачивают плоскими шлифовальными кругами ПП300 \times 25 \times 127 на бакелитовой связке (зернистостью 36 - 46, твердость СМ1, СМ2). Скорость их подачи 1 - 2 м/мин, глубина слоя, снимаемого за один проход, 0,1 - 0,2 мм.

9.3.2. Установка короснимателей

Рабочие кромки короснимателей должны располагаться на одной цилиндрической поверхности. Допускается отклонение кромок по радиусу ± 1 мм, а также смещение серповидных кромок в направлении подачи не более 3 мм. Положение кромок проверяют цилиндрическим шаблоном, прикрепляемым к ротору станка. Передняя грань рабочей кромки подрезателя должна находиться впереди серповидных кромок на 30-40 мм. В

зависимости от породы и состояния древесины предварительное усилие прижима короснимателей колеблется в пределах 800 - 1500 Н. Допускаемая разница сил прижима рабочей кромки короснимателей ± 30 Н контролируется периодическим динамометром. Основные причины неудовлетворительной окорки указаны в табл. 9.5.

Таблица 9.5

Основные причины неудовлетворительной окорки

Неисправность станка	Причина	Способ устранения
Медленное вращение ротора	Слабое натяжение ремней	Натяжным приспособлением (ОК-66М) или перемещением электродвигателя (ОК-63) натянуть ремни
Остановка подающих валцов при работающем электродвигателе подачи	1. Слабое натяжение цепи привода валцов 2. Смятие зубьев у блока конических шестерен 3. Разрыв цепи привода валцов 4. Слабое натяжение ремней	1. Регулировочным винтом усилить давление натяжной звездочки (ОК-66М, ОК-63) 2. Заменить блок шестерен (ОК-63) 3. Заменить цепь (ОК-66М) 4. Усилить натяжение ремней (ОК-66М)
Остановка одного вальца	Износ зубьев малой конической шестерни	Разобрать коленообразный рычаги заменить шестерню (ОК-66М)
Биение бревна при заходе его в станок	Недостаточное усилие прижима подающих валцов	Усилить натяжение механизма прижима (ОК-66М и ОК-63)
То же при выходе из станка	Недостаточное усилие прижима извлекающих валцов	То же
Поворачивание бревна во время окорки	Недостаточное усилие прижима извлекающих валцов	>>
Нераскрытые подающих валцов из-за упирания в них бревен больших диаметров	1. Чрезмерный прижим валцов 2. Износ шипов валцов	1. Ослабить натяжение валцов (ОК-66М) 2. Установить новые шипы (ОК-66М)
Осевой люфт ротора	Увеличение зазора в подшипнике ротора	Подтянуть регулировочную гайку подшипника (ОК-66М, ОК-63)
Медленное вращение ротора при запуске	Чрезмерное натяжение подшипника ротора	Ослабить натяжение гайки
Нераскрытые короснимателей при подходе бревна	1. Чрезмерный предварительный прижим короснимателей 2. Затупление серповидных кромок короснимателей	1. Ослабить натяжение короснимателей 2. Снять коросниматели и заточить серповидные кромки

Неисправность станка	Причина	Способ устранения
Медленное вращение ротора	Слабое натяжение ремней	Натянуть ремни
Нечистая окорка	1. Ослабление прижима короснимателей 2. Чрезмерная скорость подачи	1. Увеличить натяжение короснимателей 2. Снизить скорость подачи
Снятие слоя древесины при окорке	1. Чрезмерный прижим короснимателей 2. Уменьшенные радиусы закругления рабочих кромок	1. Ослабить натяжение короснимателей 2. Притупить рабочие кромки
Винтовые полосы коры на поверхности окоренного бревна	1. Поломка части рабочей кромки короснимателя 2. Нарушение центрирования короснимателя 3. Нахождение короснимателей не в одной плоскости вращения	1. Заменить коросниматель 2. Отрегулировать положение короснимателя относительно оси ротора 3. Выправить изогнутые коросниматели
Односторонняя окорка с порчей древесины	Несовпадение оси блока валцов с осью ротора	Восстановить центрирование валцов

На окорочных станках ОК 40-1 устанавливают 8 короснимателей, на станках ОК 63-1 - 5, на станках ОК 80-1 - 6. На станках ОК 40-1 и ОК 63-1 могут устанавливаться по два надрезающих ножа для летних условий окорки.

В комплект станка подбираются коросниматели, у которых разность между размерами *A* и *B* не превышает соответственно 2 и 1 мм. Режущие кромки короснимателей должны быть установлены на одинаковом расстоянии от оси ротора. Минимальный просвет между режущими кромками должен быть для станков:

ОК 40-1	не более 40 мм;
ОК 63-1	не более 80 мм;
ОК 80-1	не более 120 мм.

Режущие кромки короснимателей должны быть параллельны оси бревна, передние кромки должны находиться в одной плоскости.

Режим окорки: частота вращения $3 \dots 6 \text{ с}^{-1}$, скорость подачи $0,3 \dots 1 \text{ м/с}$ для свежесрубленной и сплавной древесины; частота вращения $2,3 \dots 3,3 \text{ с}^{-1}$, скорость подачи $0,2 \dots 0,5 \text{ м/с}$ - для мерзлой и подсушенной древесины.

9.3.3. Ремонт короснимателей

Правка короснимателей. При работе коросниматели могут изгибаться. Перед каждой заточкой требуется их контролировать и в необходимых случаях править в приспособлении (рис. 9.5).

Коросниматели крепят болтами к опорной площадке или на валу, рабочие кромки подводят к контрольному цилиндру с рисками, надетому на стойку. Коросниматель изгибают таким образом, чтобы разделяющая кромка плотно прилегала к требуемой риске. Допускается зазор не более 0,5 мм. Режущая кромка подрезающего ножа при установке на станок должна находиться на 30 - 40 мм впереди переднего торца разделяющей кромки короснимателя. Смещение рабочих кромок короснимателей вдоль оси станка не должно быть более ± 3 мм, разница длин короснимателей допускается ± 2 мм.

Наплавка рабочих кромок, приварка и припайка пластинок из твердого сплава. Новые коросниматели поставляют с закаленными или наплавленными твердым сплавом рабочими кромками. Наплавка, приварка и припайка позволяют в 5 - 8 раз увеличить их стойкость. Наплавку можно производить последовательным наращиванием слоев при помощи сварочного аппарата, переменным или постоянным током (табл. 9.6), предварительно просушенными электродами Т620 или Т590 диаметром 5 мм.

Таблица 9.6

Режимы электродуговой наплавки твердых сплавов

Показатель	Диаметр электрода, мм	Марка прутков электрода		
		Пр-С1 (ЦС-1)	Пр-С2 (ЦС-2)	ПР-ВЗК-Р (Т-590, Т-540, Т-620)
Ток постоянный обратной полярности, А	4	-	-	200-220
	5	180-225	180-225	250-270
	6	200-250	200-250	-
Ток переменный, А	4	-	-	200-220
	5	180-225	180-225	250-270
	6	200-250	200-250	-
Температура предварительного нагрева рабочей кромки короснимателя, °С	-	400-500	400-500	400-500
Цвет маркировки торца	-	Зеленый	Красный	Белый

Кромку для наплавки помещают в тиски со специальными губками из красной меди (рис. 9.8, б).

Наклон электрода к поверхности шва 30 - 60°, толщина каждого слоя не более 2 мм, общая толщина наплавки 5 - 7 мм. Перед наплавкой

кромку нагревают до 600°C . За период переноса и крепления короснимателя его температура снижается до значений, указанных в табл. 9.6.

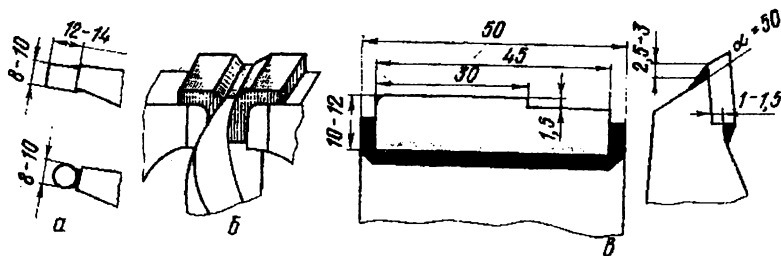


Рис. 9.8. Армирование рабочих кромок короснимателя приваркой пластинки или прутка (а); наплавкой (б); припайкой пластин (в)

После наплавки ее вторично нагревают до $550 - 600^{\circ}\text{C}$ и медленно охлаждают в сухом песке комнатной температуры для снятия напряжений. При наплавке в результате естественной усадки металла при застывании возникают остаточные напряжения, которые являются основной причиной поломок короснимателей. Для снятия напряжений необходимо провести отпуск: нагрев до температуры $500 \dots 520^{\circ}\text{C}$, выдержка в течение 1 ч с момента прогрева всей садки до рабочей температуры, охлаждение после отпуска на воздухе.

Возможна газовая наплавка прутками (рис. 9.8 а,) сормайта № 1 и 2 диаметром 3 - 5 мм.; в качестве флюса используют порошок обезвоженной буры. Пламя горелки с избытком ацетилена должно быть восстановленным. Режимы газовой наплавки представлены в табл. 9.7.

Хорошо зарекомендовала себя приварка к кромке пластинок из сталей Р9 и Р18 или прутков из сормайта. Наибольшая износостойкость кромок достигается припайкой пластинок твердого сплава ВК-8, Т5К10. Для этого на кромке делают уступ (рис. 9.8, в), поверхность которого перед пайкой нагревают до 800°C и очищают с использованием флюса от окислов. Пластины припаивают к гнезду в прижатом состоянии припоем Л-63. После припайки необходимо медленное охлаждение в подогретом песке или крупке древесного угля. Размеры пластинок $3 \dots 5 \times 12 \dots 14$ мм после припайки и заточки указаны на рис. 9.8.

Режимы газовой наплавки твердых сплавов

Показатель	Пр-С1 (сор- майт №1), диаметр 3-4 мм	Пр-С2 (сор- майт №2), диаметр 3-4 мм	Пр-ВЗК-Р (стеллит ВК-1, ВК-2), диаметр 5-7 мм
Расстояние ядра пламени от по- верхности, мм	3 - 5	3 - 5	3 - 6
Глубина расплавления поверхно- стного слоя, мм	0,1	0,1	0,3 - 0,5
Толщина наплавленного слоя, мм	3 - 7	3 - 7	5 - 7
Температура предварительного нагрева рабочей кромки, °С	650 - 750	650 - 750	650 - 750

Заварка трещин. Трещины предварительно разделявают, затем заваривают посредством газовой горелки. Наплавляемый материал подбирают в соответствии с маркой стали. Коросниматели изготавливают из сталей 45, 65Г, 60С2А, 50ХГФА и др. высококачественных пружинных сталей с пределом прочности 1,4 гПа. Съёмные резцы короснимателей периодически заменяют. Затачивают их на приспособлении или универсальных станках ЗА64.

10. ПИЛЬНЫЕ ЦЕПИ

10.1. Классификация пильных цепей

Важным элементом цепной пилы является пильная цепь, которой производится пиление. От режущих свойств пильной цепи зависит производственная эффективность применения цепных пил [4, 17, 22, 41].

Пильные цепи могут быть подразделены по следующим основным признакам:

1. По типу зубчатого венца:

- с зубцами открытого профиля, каждый из которых выполняет определенную работу;
- с зубцами Г-образной формы, имеющими сложную форму и выполняющими работу по образованию пропила.

2. По способу направления пильной цепи по шине:

- с хвостовиками на средних звеньях, перемещающимися в пазах пильной шины;
- седлающего типа с выступами на боковых звеньях, благодаря чему между боковыми звеньями образуются пазы, в которые входят направляющие пильной шины.

3. По величине шага цепи по осям заклепок:

- мелкозвенные цепи с шагом до 15 мм;
- крупнозвенные цепи с шагом свыше 15 мм.

4. По ширине пропила:

- с малой шириной пропила (до 10 мм);
- с большой шириной пропила (свыше 10 мм).

10.2. Конструкции пильных цепей

Применяют два типа пильных цепей: для поперечной распиловки (ПЦП) и универсальные пильные цепи (ПЦУ). Универсальные пильные цепи могут пилить древесину под любым углом к направлению волокон. Пильная цепь состоит из стальных фасонных звеньев с одинаковым или парным шагом, соединенных шарнирно. Шаг цепей от 8 до 30 мм. Обе пильные цепи состоят из трех рядов звеньев. Толщина звена цепи выбирается по прочности и изготавливается по возможности меньшей для получения небольшой ширины пропила и уменьшения массы цепи. Звенья среднего ряда имеют хвостовики, которые входят в зацепление с ведущей звездочкой и, кроме того, двигаясь в пазу пильной цепи, предохраняют ее от бокового сдвига. Толщина внутренних звеньев обычно в 2 раза больше толщины наружных.

Нижняя часть звеньев цепи приспособляется к условиям ее зацепления на звездочке и передвижения по шине. На нижней части внутренних

или наружных звеньев имеются выступы или хвостовики (рис. 10.1, а, в), которые при огибании звездочки входят в ее углубление. Если хвостовики имеются на внутренних звеньях, то шина делается с прорезью или пазом, в который входят хвостовики внутренних звеньев. Это предохраняет цепь от бокового сдвига и спадания с шины. Для седлающей цепи (рис. 10.1, г) шина не имеет прорези и цепь охватывает ее с обеих сторон хвостовиками наружных звеньев. Форма верхней части звеньев цепи соответствует профилю зубьев для поперечного пиления. Зубья пильной цепи ПЦП (рис. 10.1, а) имеют разное назначение. Одни из них служат для образования стенок пропила и называются режущими, другие образуют дно пропила и называются скальвающими, а третьи - подрезающими, улучшающими условия работы режущих и скальвающих зубьев.

Пильная цепь ПЦУ (рис. 10.1, в, г) имеет Г-образные строгающие зубья, которые формируют одновременно стенки и дно пропила, а также ограничители подачи.

Пильные цепи поперечные (ПЦП). Режущие зубья (рис. 10.1, б) имеют переднюю (короткую) режущую кромку OO' и боковую режущую кромку Om , которые производят перерезание волокон древесины при пилении.

Угол резания для передней (короткой) режущей кромки зубьев $\delta = 70 \dots 80^\circ$. С увеличением его возрастает усилие надвигания и усилие резания. Угол заточки передней (короткой) короткой режущей кромки $\beta = 60 \dots 70^\circ$, а задний угол $\alpha = 9 \dots 10^\circ$. Для боковой режущей кромки можно принимать угол резания равным углу заточки, т.е. $\delta' = \beta' = 45 \dots 55^\circ$, а задний угол $\alpha = 0$. Боковая режущая кромка режущего зуба производит резание в торце, формируя стенку пропила, и выполняет основную и наиболее тяжелую работу при поперечном пилении. Для уменьшения мощности, потребной на пиление, необходимо делать угол $\delta' = \beta'$ как можно меньше, не снижая, однако прочности зуба. Короткая режущая кромка производит поперечное резание, участвуя в формировании дна пропила. При изготовлении пильных цепей режущим зубьям дается развод величиной 1,4...1,6 мм на одну сторону, уменьшающий трение грани о стенку пропила.

Подрезающие зубья по конструкции аналогичны режущим зубьям, но они обычно являются внутренними звеньями цепи. Для их передней (короткой) режущей кромки $\delta = 80^\circ$, $\beta = 70^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, а для боковой режущей кромки $\delta' \cong \beta' \cong 70^\circ$. Высота подрезающих зубьев принимается на 0,3...0,6 мм меньше высоты режущих зубьев. Скальвающие или очищающие зубья (рис. 10.1, б) всегда представляют собой внутренние

звенья цепи и подобно режущим зубьям имеют переднюю (короткую) режущую кромку OO' и боковую режущую кромку $Oм$.

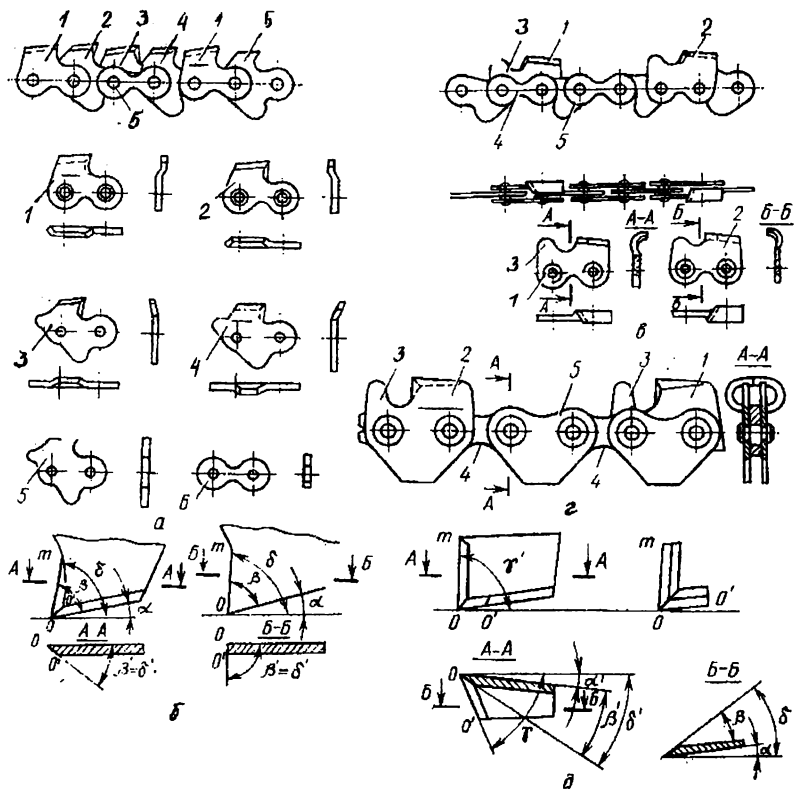


Рис. 10.1. Пильные цепи:

a - пильная цепь для поперечной распиловки: 1 и 3 - левый и правый режущие зубья; 2 и 4 - правый и левый подрезающие зубья; 5 - скалывающий зуб; 6 - соединительное звено; δ - параметры режущих и скалывающих зубьев; *в* - универсальная пильная цепь ПЦУ: 1 и 2 - правый и левый Г-образные зубья; 3 - ограничитель надвигания; 4-5 - соединительные звенья; *г* - параметры строгающего (Г-образного) зуба

Передняя кромка производит поперечное резание, скалывая элементы стружки, подрезанные с боков режущими зубьями, формируя тем самым дно пропила. Боковые кромки не касаются стенок пропила и резания не производят. Угол резания передней (короткой) режущей кромки $\delta = 80^\circ$, угол заточки $\beta = 70^\circ$, задний угол $\alpha = 9 \dots 10^\circ$. Заточка скалы-

вающего зуба прямая, т.е. для боковой кромки, углы соответственно будут равны $\delta' = \beta' = 90^\circ$ и $\alpha' = 0$. Скальвающие зубья не разводятся и высота их на 0,5...1 мм ниже режущих зубьев.

Пильные цепи универсальные (ПЦУ). Строгающие (Г-образные) зубья (рис. 10.1 д) имеют непрерывную переднюю режущую кромку в виде буквы Г с прямыми или с закругленными углами, которую условно можно разделить на горизонтальную OO' и боковую $Oм$. Угол заточки горизонтальной режущей $\beta = 40...60^\circ$, задний угол $\alpha = 9...10^\circ$ и угол резания $\delta = 50...70^\circ$. Соответственно для боковой режущей кромки $\beta' = 50...70^\circ$, $\alpha' = 2...3^\circ$ и $\delta' = 53...73^\circ$. Горизонтальная режущая кромка формирует дно пропила и составляет со стенкой пропила угол $\gamma = 50...70^\circ$. А боковая режущая кромка формирует стенку пропила и наклонена к дну пропила под углом $\gamma' = 90...100^\circ$. Строгающие зубья пильной цепи разведены на 1,5 мм в каждую сторону. Ограничители надвигания (рис. 10.1, в, г) делаются с закругленным верхним концом, имеют прямую заточку и снижены по отношению к строгающим зубьям на 0,7...2,5 мм.

В настоящее время для переносных цепных пил применяются пильные цепи ПЦП-15М, ПЦ-10 (ПЦУ-10,26), ПЦУ-9,3 и ПЦУ-8,25, а для станков и срезающих устройств многооперационных лесосечных машин цепи ПЦУ-20 и ПЦУ-30Б.

Пильная цепь ПЦП-15М (рис. 10.1 а) состоит из чередующихся правых и левых блоков. В каждый блок, включающий шесть зубьев, входят правые и левые режущие, правый и левый подрезающие и скальвающие зубья, а также соединительные звенья. Пильная цепь ПЦП-15М используется на электромоторных цепных пилах ЭПЧ-3.0 - 1, применяемых на раскряжке хлыстов и бензиномоторных пилах "Дружба - 4А" в индивидуальном пользовании.

Пильные цепи работают в тяжелых условиях, при высокой и быстро меняющейся нагрузке, поэтому для них допустимая скорость движения принимается в зависимости от шага цепи. Для цепей переносных инструментов с шагом 8...9 мм допустимая скорость 15...20 м/с, при шаге 10...42 мм скорость цепи 12...15 м/с, если шаг цепи 15...20 мм, скорость цепи 7...12 м/с.

В цепных станках и срезающих устройствах многооперационных лесных машин скорость пильных цепей 15...20 м/с.

Техническая характеристика отечественных пильных цепей приведена в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Техническая характеристика пильных цепей

Параметр, размерность	ПЦУ-8,25	ПЦУ-9,3	ПЦУ-10	ПЦУ-10,26	ПЦУ-19,84	ПЦУ-30В	ПЦУ-1	ПЦП-15М
Назначение	"Крона-202"	"Тайга-214", "Электрон"	МП-5 "Урал-2", М-228, "Тайга-214"	МП-5 "Урал-2"	ЛП-17, ЛП-17А, ЛП-49	ЛП-19А (Б,В), ВМ-4А(Б), ЛО-62	Универсальная	ЭПЧ-3, "Дружба-4М"
Шаг цепи, мм	8,25	9,3	10,26	10,26	19,84	30	30	15
Ширина профиля, мм	7,4	8	8,8	9,5	14,45	24	24,3 (19,7)	7,7
Шаг одноименных стругающих зубьев, мм	66	74	82	42	160	240	240	60
Максимальная скорость, м/с	-	-	-	-	20	20	20	-
Разрывное усилие, кН	7	7,5	8,8	8	24,5	44,2	44,2	0,38
Масса I погонного метра цепи, кг	0,25	0,4	0,41	0,432	1	2,5	2,5	-
Снижение ограничителя подачи, мм	0,6-1,2	0,6-1,2	0,6-1,2	1,4-2	1,6-2,4	1,6-2,5	-	-
Форма режущей части зуба	Г-образная с прямой режущей кромкой	Г-образная с прямой режущей кромкой	Г-образная закругленная	Г-образная	Г-образная	Г-образная, закругленная	Г-образная	Открытого профиля

10.3. Подготовка и уход за пильными цепями моторных пил

Для того чтобы цепные пилы имели высокую производительность чистого пиления, их следует содержать в надлежащем состоянии, периодически, по мере затупления режущих элементов, затачивать, а при необходимости фуговать.

Новая пильная цепь покрыта антикоррозийной смазкой, которая предохраняет ее от ржавчины, но она не обеспечивает смазку шарнирной системы цепи. Поэтому перед эксплуатацией пильной цепи необходимо антикоррозийную смазку удалить, а цепь погрузить полностью в масляную ванну не менее чем на 3 - 4 ч, чтобы масло проникло в шарнирное соединение. Для смазки цепи рекомендуется применять автотракторное масло Акп-10 или масло АС-9,5. После работы пильную цепь должны также ежедневно опускать в масляную ванну.

При пилении хвойных пород в весенне-летний период цепь покрывается смолой, поэтому необходимо такие цепи промывать в керосине. Цепи также в процессе работы должны обильно смазываться. Работа пильной цепи без смазки приводит к форсированному износу шарнирной системы и пильного аппарата в целом.

Перед работой новую пильную цепь необходимо обкатать. Для этого цепь осматривают и устраняют дефекты шарнирной системы, затем надевают цепь на пильную шину пилы и регулируют ее натяжение. Нормальным считается натяжение, когда при оттяжке верхней ветви цепи с усилием 50 - 60 Н опорные поверхности звеньев приподнимаются над беговыми дорожками шины на 5 - 6 мм, при этом направляющие хвостовики еще не выходят из паза шины. Цепь должна легко от руки проворачиваться на пильной шине. Нижняя сбегаящая ветвь цепи не должна обвисать. После этого следует завести двигатель пилы и проработать на холостом ходу при небольшой скорости одну-две минуты, а затем уже пилить, причем желательно провести первые резы на мягких породах.

Необходимо помнить, что в первоначальный период работы цепи в течение 30-40 мин происходит приработка всей шарнирной системы цепи. Кроме того, первые полчаса работы нужно внимательно следить за натяжением цепи. Проверяют его при отключенном двигателе пилы, при этом некоторое время дается на охлаждение пильной цепи и шины.

При подготовке пильных цепей к работе основной операцией является заточка зубьев. К заточке пильных цепей предъявляются следующие основные требования:

- 1) получение одинаковых угловых и линейных параметров у одноименных затачиваемых зубьев;

- 2) достаточная острота лезвий;
- 3) отсутствие заворотов, надломов и засинения режущих элементов;
- 4) наименьшая величина стачивания материала для увеличения срока службы цепи.

Заточку каждого зуба цепи необходимо проводить за три-четыре хода абразивного круга, снимая минимально возможный слой металла за один проход круга. Подача абразивного круга на затачиваемый зуб должна проводиться с небольшой скоростью. Нельзя допускать форсированных режимов заточки, так как это приведет к поджогу зубьев и резко снизит межзаточный период пильной цепи. После заточки цепь рекомендуется поместить на некоторое время в жидкую смазку.

В табл. 10.2 приведены значения угловых параметров зубьев пильной цепи ПЦП-15.

Таблица 10.2

Значения угловых параметров зубьев пильной цепи ПЦП-15

Геометрические параметры	Рекомендуемые значения параметров		
	для твердой древесины зимой	для твердой древесины летом и мягкой зимой	для мягкой древесины летом
Передний угол, град: режущих и подрезающих зубьев скалывающих зубьев	0 10	5 15	5-10 15
Угол заточки передних граней, град: режущих зубьев подрезающих зубьев	65 65	60 60	50-55 50-55
Снижение зубьев (относительно режущих), мм: подрезающих скалывающих	0,3-0,4 0,6-0,8	0,4-0,5 0,8-0,9	0,6-0,8 1-1,2

В табл. 10.3 приведены значения угловых параметров зубьев пильных цепей ПЦУ-15.

Таблица 10.3

Значения угловых параметров зубьев пильной цепи ПЦУ-15

Геометрические параметры	Рекомендуемые значения параметров		
	для твердой древесины зимой	для твердой древесины летом и мягкой зимой	для мягкой древесины летом
Угол наклона, град: горизонтальной режущей кромки вертикальной режущей кромки	20-25 100	30 90	35-40 90
Угол заточки, град: горизонтальной режущей кромки вертикальной режущей кромки	55-60 65-70	50 60	40-45 50-55
Снижение ограничителей подачи, мм	0,8-1	1-1,2	1,2-1,4

Заточка и фуговка пильных цепей осуществляются на заточных станках УЗС-6 (ПЦП - 15М) и ЛВ-116 и ЛВ-9 (ПЦУ).

Число допустимых заточек до полного износа цепи можно определить по формуле

$$m = \frac{l - 0,002}{\delta}, \quad (10.1)$$

где l – длина режущего или строгающего зуба, мм;

δ – толщина стружки, снимаемой при одной заточке, мм (при нормальной заточке пильных цепей $\delta = 0,15 \dots 0,2$ мм);

$0,002$ - минимально допустимая длина зуба, м.

Фуговка пильных цепей ПЦУ заключается в установлении одинаковой высоты строгающих зубьев и снижение ограничителей подачи до нужной величины, которую надо контролировать через каждые три-четыре заточки. Фуговка производится по зубу средней высоты снятием превышения с завышенных зубьев, при этом на фугованных зубьях получаются горизонтальные залыски. Во время заточки снимают стружку с передней грани зубьев. Зубья, которые имеют залыски после фуговки, стачиваются на всю длину залысок.

Фуговка пильных цепей ПЦП заключается в выравнивании вершин всех одноименных зубьев, при этом создается необходимое снижение подрезающим и скалывающим зубьям. Кроме того, проверяют развод зубьев и, при необходимости, исправляют. Операция производится на специальных приспособлениях, имеющихся на заточных станках.

Для подготовки пильных цепей рекомендуются абразивные круги, размеры которых приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

Размеры абразивных кругов для подготовки пильных цепей

Назначение круга	Размеры круга, мм		
	диаметр	высота	диаметр отверстия
Заточка и фуговка цепи ПЦП-15М	150 и 200	3	32
Заточка цепей ПЦУ	150	6	32
Снижение ограничителя подачи цепей ПЦУ на станке ЛВ-9	150	8	32

Основные неисправности, возникающие при работе пильными цепями и способы их устранения приведены в табл. 10.5.

Основные неисправности при работе пильными цепями и способы их устранения

Неисправность	Причины неисправности	Способы устранения
Неравномерное движение пильной цепи на холостом ходу, ритмичные стуки при движении цепи	Неудовлетворительная шарнирность цепи Забивание пазухов зубьев ведущей или ведомой звездочки опилками	Поместить цепь на некоторое время в подогретое масло, поработать цепью вхолостую; при плохой шарнирности отдельных осей заменить оси. Удалить опилки из пазухов зубьев.
Неравномерный ход пильной цепи в пропиле	Цепь недостаточно натянута Неравномерная высота зубьев или неравномерное снижение ограничителей подачи	Увеличить натяжение цепи. Провести фуговку зубьев или ограничителей подачи.
Остановка пильной цепи в пропиле из-за "зарезания зубьев"	Чрезмерно снижены ограничители подачи строгающих зубьев цепи ПЦУ	Уменьшить снижение ограничителей подачи оттяжкой их путем проковки. Если снижение слишком велико, сточить строгающие зубья на требуемую величину.
Низкая производительность пиления и сильный нагрев цепи	Цепь сильно натянута Зубья цепи затуплены Цепь не смазана Цепь неправильно заточена	Уменьшить натяжение цепи. Заменить цепь на заточенную. Смазать цепь. Переточить цепь.
Косорез при пилении	Высота зубьев или снижение ограничителей подачи на одной стороне цепи больше, чем на другой Различные углы заточки правых и левых зубьев	Провести фуговку зубьев и ограничителей подачи, имея в виду, что более высокие зубья или большее снижение ограничителей находятся на стороне, в которую уводит цепь. Проверить точность регулировки заточного станка; переточить цепь.
Ворсистость на торцах распиленных бревен	Неравномерная высота зубьев Недостаточное снижение подрезающих и скалывающих зубьев цепи ПЦП-15М	Провести фуговку зубьев цепи. Провести фуговку зубьев цепи.
Ступенчатость на торцах распиленных бревен	Неравномерный развод зубьев Передний контурный угол у режущих зубьев цепи ПЦП-15М завышен Угол наклона горизонтальной режущей кромки строгающего зуба цепи ПЦУ завышен (больше 35°)	Исправить неравномерность развода зубьев. Уменьшить угол переточки цепи. Уменьшить угол переточки цепи.

11. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Правильный выбор средств и методов контроля и измерений обеспечивает требуемую точность деталей, ускоряет измерения, сокращает сроки обработки деталей и сборки изделий.

При выборе типа и конструкции контрольно-измерительных средств следует учитывать требуемую точность измерения, характер производства, размер и качество измеряемой поверхности, экономические показатели [30].

Чем меньше допускаемые от номинальных размеров отклонения, тем более точным инструментом надо измерять деталь. Цена деления инструмента должна быть не более 1/4 допуска

При массовом или крупносерийном производстве (при большом количестве одинаковых деталей) контроль целесообразно осуществлять калибрами или специальными измерительными инструментами. При индивидуальном изготовлении деталей следует пользоваться универсальными измерительными инструментами.

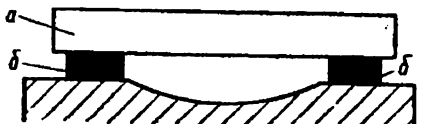
Для контроля грубо обработанных поверхностей применять точный инструмент не следует. Размеры деталей из мягких материалов нельзя контролировать инструментами со значительными измерительными усилиями, так как это приводит к искажению форм и размеров.

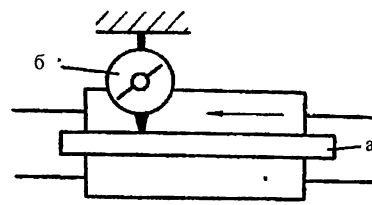
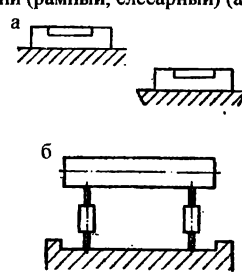
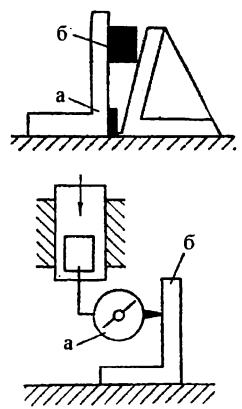
К экономическим показателям средств контроля и измерения относятся: стоимость инструмента, продолжительность его работы до ремонта, длительность контроля.

В табл. 11.1 представлен перечень основных контрольно-измерительных средств, применяемых в деревообработке в соответствии с видом и требуемой точностью измерения.

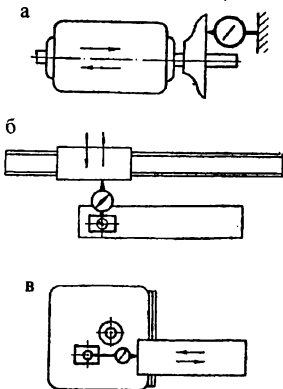
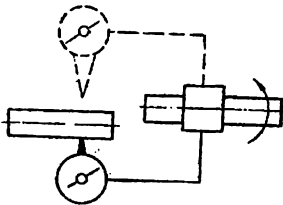
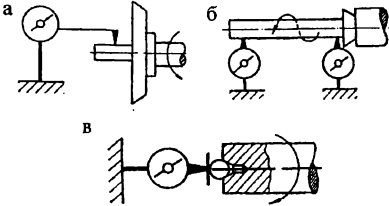
Таблица 11.1

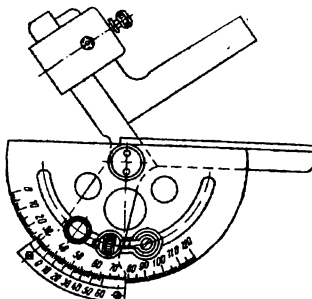
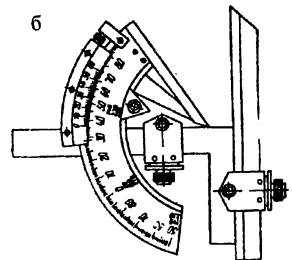
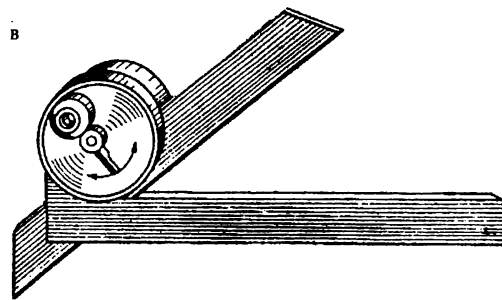
Контрольно-измерительные средства в деревообработке

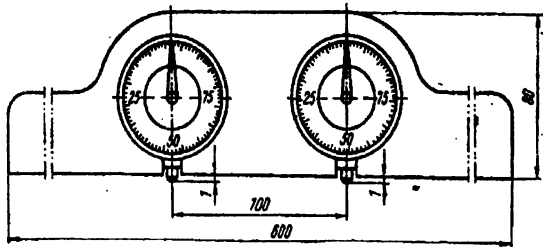
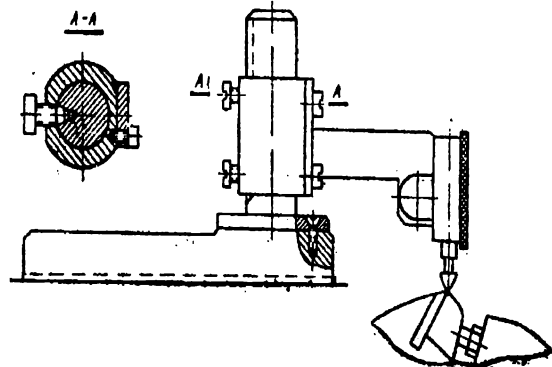
Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<i>1. Контроль геометрической точности элементов станков</i>	
1. Неплоскостность столов, плит, линеек (мм/1000) - линейка (а) и щупы (б)	0,01 - 0,017
	

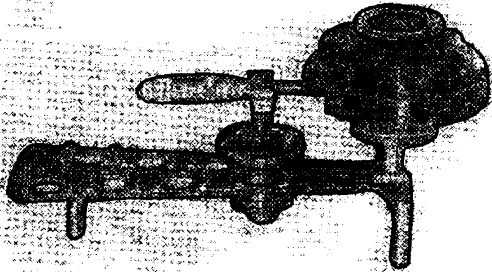
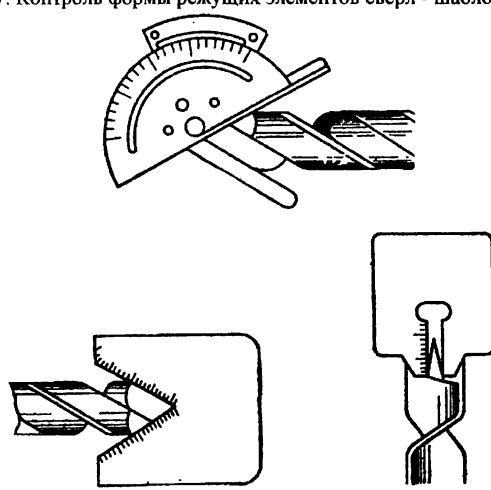
Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<p>2. Непрямолинейность перемещений (мм/1000) - линейка (а) и индикатор (б)</p> 	0,015 - 0,022
<p>3. Непараллельность элементов станков и их перемещений (мм/1000) - уровни (рамный, слесарный) (а) штихмасс (б)</p> 	0,02 - 0,1 0,01
<p>4. Неперпендикулярность элементов при их перемещении (мм/1000) - угольник (а) и шупы (б); индикатор (а) и угольник (б)</p> 	0,01 - 0,015 0,015 - 0,02

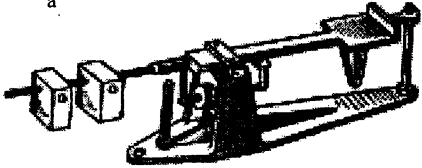

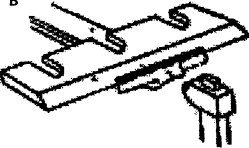
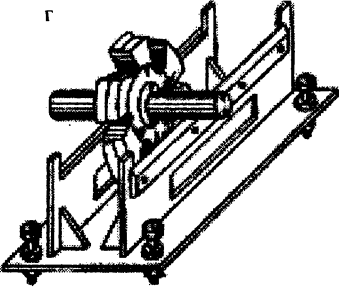
Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
5. Измерение уровня столов, кареток и шпинделей при их перемещении (мм/1000) - уровни, перемещение элемента на всю длину хода	0,02 - 0,05
6. Радиальное биение шпинделей и контрольных оправок (мм) - индикаторы (а) и (б) 7. Осевое биение шпинделей - индикатор (в)	0,015 - 0,02 0,015
8. Несоосность валов (мм) - индикатор, закрепляемый на одном из валов	0,015
9. Осевое и радиальное смещение валов а; поперечное смещение кареток в направляющих (б) и (в)	0,015

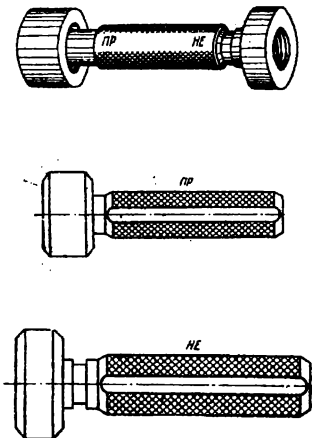
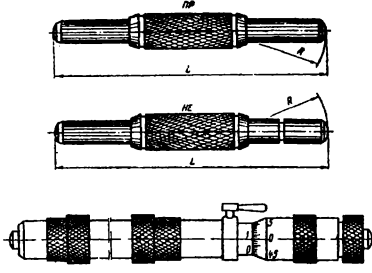


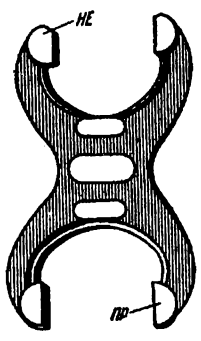
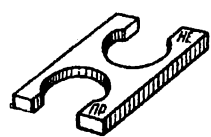

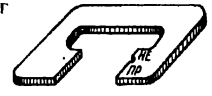

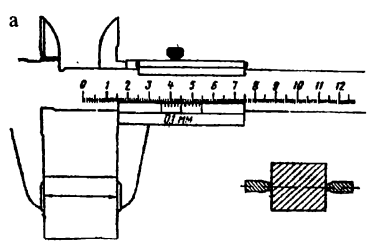
Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<i>2. Контроль качества подготовки и установки инструмента</i>	
1. Замер угловых параметров резцов (град.) - угломеры системы Кушникова (а) и Семенова (б);	$\pm 2'$
<p data-bbox="176 251 196 280">а</p>  <p data-bbox="238 532 259 560">б</p> 	
<p data-bbox="82 812 393 840">угломер - шаблон оптический (в)</p> <p data-bbox="134 854 155 882">в</p> 	$\pm 5'$

Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
2. Контроль и измерение стрелы прогиба дисковых пил (мм) - линейка с индикатором 	0,015
3. Контроль и уширения зубьев пил (мм) - разводмеры с индикаторной головкой	0,015
4. Выверка дисков - линейки - шаблоны	-
5. Контроль установки ножей на съемных головках и ножевых валах; проверка равенства радиусов резания зубьев цельных фрез - приспособления с индикаторными или микрометриче- скими головками 	0,015 0,007 - 0,008

Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<p>5. Выверка профиля режущей кромки фрез - профильные шаблоны</p> 	-
<p>7. Контроль формы режущих элементов сверл - шаблоны</p> 	-
<p>8. Контроль натяжения режущей цепи - упругомер</p>	-

Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<p data-bbox="80 116 676 190">9. Балансировка и попарный подбор ножей - балансировочные (а), (б) и (в) весы; балансировка фрез - специальная установка (г)</p> <p data-bbox="202 200 215 218">а</p>  <p data-bbox="122 445 135 463">б</p>  <p data-bbox="401 459 412 477">в</p>  <p data-bbox="236 690 246 708">г</p> 	1 г

Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<i>3. Контроль (относительно высокой точности) параметров обработки деталей</i>	
I. Контроль внутренних параметров обработки: при массовом производстве - калибры-пробки предельные двухсторонние и предельные односторонние (проходные - ПР и непроходные - НЕ)	0,09 - 0,15
	
при производстве малой серии и индивидуальном - штихмасы сферические (проходные и непроходные); микрометрический нутромер, штангенциркуль	$\pm 0,02$ 0,1
	

<p>Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы</p>	<p>Точность измерения (контроля), мм</p>
<p>2. Контроль наружных параметров обработки: при массовом производстве - калибры-скобы предельные двухсторонние (а) и (б)</p> <p>а</p>  <p>б</p>  <p>в</p>  <p>г</p>  <p>д</p>  <p>при производстве малой серии и индивидуальном - штангенциркуль (а)</p> 	<p>0,015 - 0,125</p> <p>а - 0,1</p>

Вид измерения (контроля), измерительные средства и их схемы	Точность измерения (контроля), мм
<p data-bbox="80 116 674 165">При производстве малой серии и индивидуальном - штангенрейсмас (б) и глубиномер микрометрический (в)</p> <div data-bbox="191 175 574 1085"> <p data-bbox="233 196 248 217">б</p> <p data-bbox="248 791 264 812">в</p> </div>	<p data-bbox="751 116 901 165">б - 0,05; в - 0,007 - 0,025</p>
<p data-bbox="243 1120 792 1169">4. Измерения невысокой точности линейных параметров (длины, ширины, толщины и внутренних размеров)</p>	
<p data-bbox="88 1169 678 1220">1. Измерительная линейка, рулетка, складной метр, линейка со скобой (а), линейка-глубиномер (б)</p>	<p data-bbox="782 1169 875 1197">0,25 - 0,5</p>

12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И РЕМОНТА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

12.1. Оборудование для подготовки пил к работе

12.1.1. Вальцовка полотен и дисков пил

Пила должна иметь достаточно высокую продольную и поперечную жесткость, обеспечиваемую ее продольным натяжением; в противном случае при работе на древесине образуется кривой и волнистый пропилен. Чем больше усилие натяжения, тем больше жесткость пил, однако чрезмерное натяжение может вызвать их обрыв.

На жесткость пильного полотна по-разному влияет натяжение различных его участков. Повышенный нагрев зубчатой кромки в пропилене вызывает ее большее удлинение и ослабление по сравнению со средней частью полотна и задней кромкой. Учитывая это, стремятся растянуть полотно пилы неравномерно, придав основное натяжение передней и задней кромкам. Это достигается предварительным растяжением средней части полотна и задней кромки путем их вальцовки [17, 18, 20, 27, 29, 30, 40]. Вальцовка пил равносильна увеличению их натяжения на 20 - 30 % и должна производиться у всех рамных, круглых и ленточных пил и повторно при их износе.

Кинематическая схема вальцовочного станка приведена на рис. 12.1.

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-2, ПВ-20 и ПВ-35.

Станок модели ПВ-20 предназначен для вальцовки рамных и ленточных делительных пил. На этом станке вальцуют пилы толщиной до 2,5 мм, шириной до 180 мм, с давлением до 1,96 Мпа, скоростью движения пилы 10 м/мин. Мощность привода станка 1 кВт, масса 50 кг, габариты 1085 × 390 × 475 мм. Кинематическая схема станка ПВ-20 подобна кинематической схеме, изображенной на рис. 12.1. Он имеет два приводных вальцовочных ролика, обеспечивая одновременную вальцовку полотна пилы с обеих сторон (снизу и сверху). Станок же ПВ-2, имея один приводной вальцовочный ролик, вальцует пилу только с одной стороны. Для вальцовки пилы с другой стороны ее надо перевернуть.

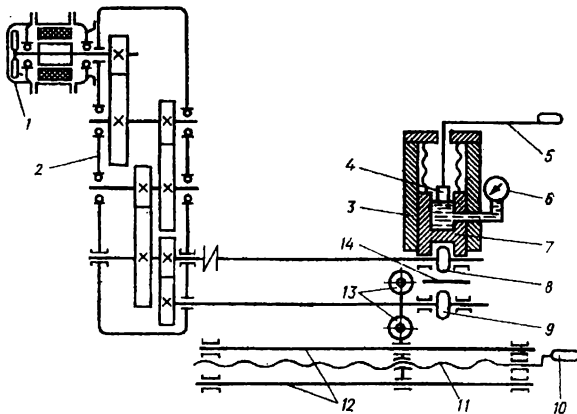


Рис. 12.1. Кинематическая схема пиловальцовочного станка:

- 1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - гидроцилиндр; 4 - поршень;
 5 - рукоятка установки давления; 6 - манометр; 7 - ползун; 8, 9 - верхний и нижний ролики;
 10 - рукоятка установки зоны вальцевания; 11 - винт; 12 - направляющие;
 13 - базирующие ролики; 14 - полотно пилы

Вальцовка рамных и ленточных пил выполняется по длине полотна. Начинают ее с середины полотна, а затем поочередно симметрично по обе стороны от середины пилы параллельными линиями, расположенными 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.

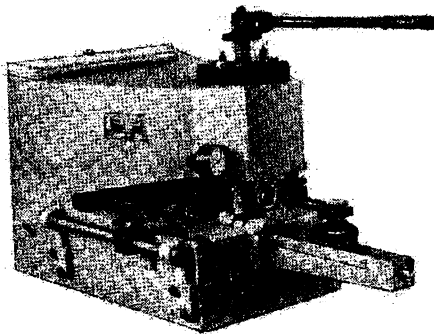


Рис. 12.2. Вальцовочный станок ПВ-35

Вальцовочный станок ПВ-35 настольного типа предназначен для вальцовки ленточных, рамных и круглых пил шириной 50 - 350 мм, диаметром 300 - 800 мм, толщиной 0,9 – 3,6 мм. Наибольшее усилие вальцевания 2,94 Мпа. Масса станка (рис. 12.2) 300 кг, габариты 1000×390×560 мм.

Станок ПВ-35 оснащен специальным приспособлением для установки ленточных делительных и широких пил для бревен. По конструкции он аналогичен станку ПВ-20, но имеет большую глубину рабочего зева и более массивную консоль верхнего вальца с боковыми ребрами жесткости. В станке ПВ-35 упрощена конструкция элементов базирования задней кромки пилы: вместо круглых направляющих и винтового механизма регулирования базирующих роликов имеется два одинарных опорных ролика, крепящихся винтами на горизонтальных штангах в требуемое положение. Станок ПВ-35 оснащен приспособлением для установки круглых пил. Пилу вальцуют по одной окружности.

12.1.2. Правка полотен и дисков пил

Для проверки состояния поверхности пильных дисков необходимо иметь пилоправные линейки различной длины, пилоправные молотки различной конструкции и массы, пилоправные наковальни.

Для правки ленточных пил применяют специальные молотки:

- 1) для общей проковки полотна и правки круглых выпучин - односторонний с круглым бойком массой 0,7 - 0,8 кг (рис. 12.3);

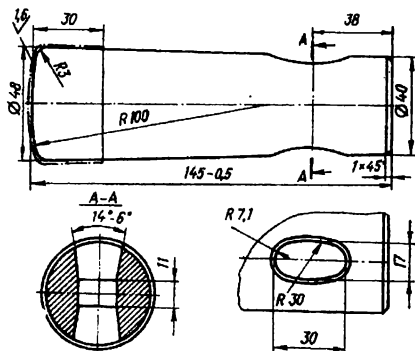


Рис. 12.3. Молоток пилоправный с круглым бойком

- 2) для правки продолговатых выпучин, крыловатости, скручивания - двусторонний косой, массой 0,5 - 0,6 кг, с двумя продолговатыми бойками, расположенными под углом 45° к рукоятке и перпендикулярно друг другу (рис. 12.4,б);
- 3) для правки выпучин, крыловатости и обработки шва спайки - двусторонний перекрестный массой 0,5 - 0,6 кг с продолговатыми бойками, из которых один расположен вдоль оси рукоятки, а второй под прямым углом к рукоятке (рис. 12.4, а).

Размеры и масса пилоправных молотков представлены в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Размеры и масса проковочных молотков

Номер молотка	Диаметр бойка, мм	Длина молотка, мм	Длина рукоятки, мм	Масса молотка, кг	Толщина пины, подлежащей проковке, мм
1	25	90	250	0,45	1,2-1
2	30	90	250	0,9	1,6-1,2
3	35	100	280	1,35	1,8-1,6
4	40	120	320	1,8	2,7-2,4
5	45	150	400	2,2	3,4-2,7

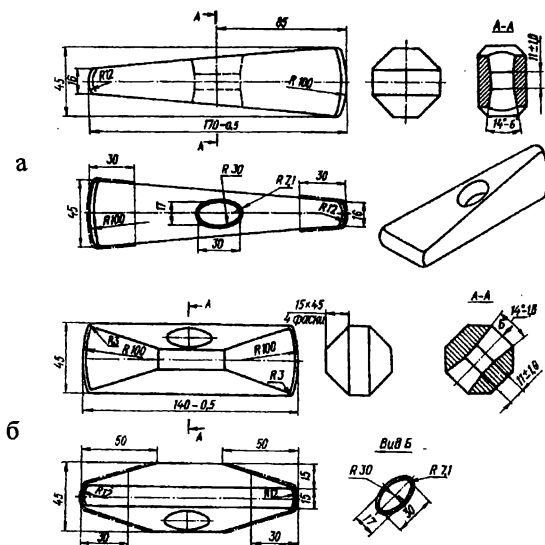


Рис. 12.4. Молотки пилоправные:
а - с перекрестными бойками; б - с косыми бойками

Рабочую поверхность бойка у молотков закаливают до твердости не менее 48... 50 HRC.

По возможности следует воздерживаться от проковки, применяя ее лишь при правке отдельных мест - для выправления местных выпучин, мест спайки и хребтов скручивания. Чем меньше пила обрабатывается молотком, тем больше ее срок службы.

Для проверки состояния полотна пилы применяют:

- 1) поперечную линейку длиной 100 - 125 мм с прямолинейной рабочей кромкой для проверки натяжения кромок пилы и выявления выпучин, крыловатости, скручивания;
- 2) шаблон длиной 100 - 125 мм с криволинейно выпуклой рабочей кромкой для проверки степени и равномерности вальцовки пилы и натяжения кромок. Стрела выпуклости кромки шаблона для пил шириной 100 - 125 мм, толщиной 1- 1,2 мм должна быть 0,15 - 0,2 мм (т.е. соответствовать необходимой величине просвета между пилой и линейкой);
- 3) двусторонний шаблон-линейку длиной 1 м с одной прямолинейной кромкой и второй криволинейной вогнутой, со стрелой вогнутости 0,3 - 0,4 мм для проверки выпуклости задней кромки пилы. Вместо таких шаблонов лучше использовать контрольные линейки со стрелочным индикатором часового типа, замеряющим стрелу прогиба или выпуклости с точностью до 0,01 мм.

Пилоправные линейки изготавливают из закаленной полосовой стали толщиной не менее 2...3 мм твердостью HRC 42... 47. Длинные линейки предназначены для оценки общего состояния пилы, выявления крупных дефектов, занимающих большие площади на поверхности пилы или придающих пиле общие искривления по радиусам и диаметрам (для круглых пил). Короткие линейки предназначены для выявления расположения и границ местных и мелких дефектов, имеющих на поверхностях пилы.

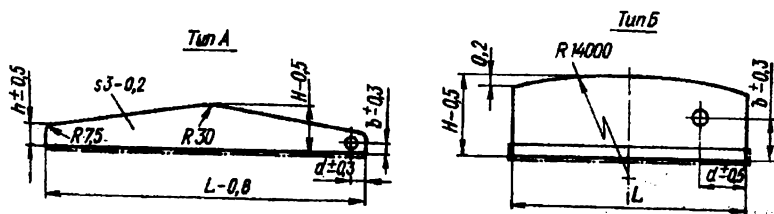


Рис. 12.5. Линейки пилоправные

Размеры линеек, мм

<i>a</i>	20	20	35	40	40	20*
<i>b</i>	15	15	20	25	25	25*
<i>h</i>	25	25	30	40	40	-/
<i>H</i>	60	70	75	80	90	50*
<i>L</i>	360	500	750	1000	1600	160*

* – тип Б, остальные линейки - тип А.

Прежде чем пользоваться пилоправными линейками, необходимо убедиться в прямолинейности их рабочих кромок. Для этого их проверяют на контрольной плите, а если ее нет, то две линейки одной длины прижимают друг другу рабочими прямолинейными кромками, предварительно протертыми и очищенными от грязи. Между кромками по всей длине линейки не должно быть больших зазоров.

У линеек длиной до 500 мм щуп толщиной 0,01 мм должен проходить только в отдельных местах. У линеек длиной 700...1000 мм местами может проходить щуп толщиной 0,02 мм. У линеек длиной 1000...1600 мм допускается в отдельных местах прохождение щупа толщиной 0,03 мм, а при грубых проверках пил - 0,05 мм.

Если между пилоправными линейками имеется большой зазор, то это свидетельствует об искривлении их рабочих кромок. Такими линейками пользоваться нельзя, так как с их помощью невозможно правильно проверить пилу, не удастся получить ее плоскостности и качественно подготовить ее к работе. В инструментальном цехе или мастерской необходимо иметь не менее двух комплектов линеек, из них один контрольный.

На рис. 12.6, 12.7 стальные наковальни для правки и проковки круглых пил. Рабочая поверхность у них должна быть шлифованной и закаленной до твердости 48...50 HRC. Масса наковальни от 20 до 100...120 кг.

Наковальни предназначены для правки и проковки круглых пил с плоским и коническим диском; наковальни, представленные на рис. 12.7, а, б – для правки и проковки круглых пил с плоским, коническим диском и пил с поднутрением (строгальных). Наковальня, показанная на рис. 12.7, а может быть использована для правки и проковки круглых пил, оснащенных пластинками из твердого сплава или иного неплавляемого материала.

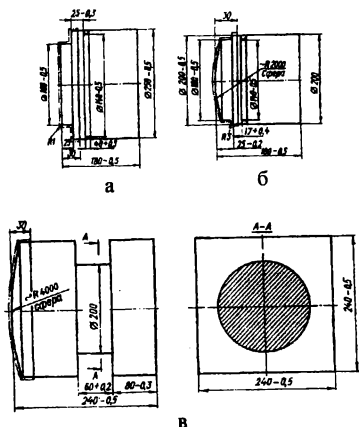


Рис. 12.6. Наковальни пилоправные:
а, б – круглые; в – квадратная

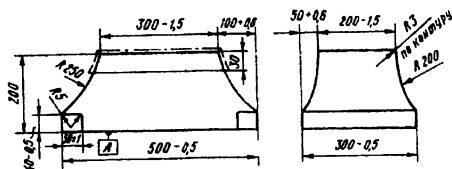


Рис. 12.7. Наковальня пилоправная прямоугольная с плоской рабочей поверхностью

Наковальни устанавливают на специальные бетонные, деревянные или песчаные тумбы. Для деревянных тумб используют древесину твердых пород и располагают наковальни на торцевой стороне. При установке наковален на бетонные тумбы между наковальной и тумбой кладут слой резины толщиной не менее 10...20 мм. Деревянные тумбы целесообразно устанавливать в специальные ящики с песком. Резина и песок значительно смягчают удары и силу звука в процессе правки и проковки пил.

12.1.3. Станки для развода зубьев пил

Для обеспечения нормальной работы пилы необходимо, чтобы ширина ее зубчатой кромки была толще толщины полотна пилы на определенную величину, зависящую в основном от влажности и твердости дре-

весины, высоты пропила и вида распиловки - продольной или поперечной. Величина уширения режущей кромки пилы должна быть одинаковой на обе стороны пилы. При неодинаковом уширении пила будет отклоняться (зарезать) в сторону большего уширения. При недостаточном уширении режущей кромки пила будет испытывать значительное трение полотна о стенки пропила, чрезмерно нагреваться и терять поперечную устойчивость, что приводит к непрямолинейности пропила и даже к невозможности распиловки.

Необходимое уширение зубчатой кромки стальных пил создают поочередным отгибанием верхней части зубьев на обе стороны, их разводом, или увеличением ширины режущей кромки каждого зуба расплющиванием его кончика с последующим (или одновременным) обжимом с боков (формованием) для выравнивания уширения с обеих сторон пилы и придания уширенному кончику необходимых углов поднутрения.

У пил, оснащенных пластинками твердых сплавов, уширение режущей кромки обеспечивается твердосплавными пластинками шириной, превышающей толщину полотна пилы.

В процессе пиления разведенные зубья пилы испытывают воздействие боковых составляющих сил резания, вследствие чего происходит осадка (уменьшение) развода. Учитывая это, величину развода зубьев на сторону обычно принимают приблизительно на 0,1 мм больше требуемой для нормальной работы пил.

При разводе простым отгибом зубьев на сторону устойчивость против осадки уширения венца пилы в первый период бывает недостаточной. Уже на первых метрах пропила развод быстро уменьшается (в среднем на 0,05 - 0,1 мм). В последующем процесс уменьшения величины уширения стабилизируется и происходит довольно медленно.

Особо следует отметить, что для пил величина развода не должна быть больше половины толщины зуба пилы. В противном случае возникает неперекрытие развода, ведущее к образованию на дне пропила непропиливаемого клина. При распиловке твердой древесины (особенно с большими сучками) это влечет за собой недопустимый отгиб на сторону и даже поломку зубьев.

Самый простой способ развода зубьев пил - вручную с применением контрольного шаблона. Самый распространенный ручной инструмент для развода пил - щелевая разводка. При работе ручной разводкой целесообразно во время отгиба зуба одновременно слегка разворачивать его переднюю грань в сторону отгиба. Это повышает устойчивость зубьев против осадки и улучшает условия резания, так как при развороте зуба

образуется вспомогательный задний угол боковой режущей кромки. Линия отгиба зуба пилы должна быть перпендикулярна биссектрисе угла заострения.

Обычно разводка состоит из рукоятки и рабочей части с одной или несколькими прорезями для пил разной толщины (рис. 12.8). Разводка устанавливается на зуб пилы и после нажима на ее рукоятку вершину зуба отклоняют в сторону на необходимую величину.

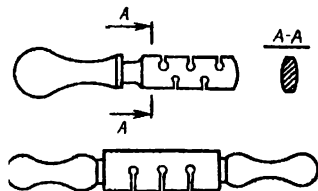


Рис. 12.8. Разводки

Необходимость механизации и автоматизации процессов подготовки к работе дереворежущего инструмента привела к созданию ряда станков и приспособлений для развода зубьев пил, отличающихся методом развода и конструкцией.

По принятому методу развода все станки и приспособления можно условно разделить на две группы.

К первой группе, наиболее значительной, относятся станки и приспособления, работающие по методу свободного поперечного изгиба зубьев, защемленных у основания (рис. 12.9, а). В зависимости от конструкции разводящих элементов у станков этого типа могут оставаться постоянными или меняться место и направление приложения рабочего усилия. При этом само нагружение зубьев пил в процессе развода может быть однократным, многократным, прямым или прямым и обратным.

Ко второй группе (рис. 12.9, б) относятся станки и приспособления, у которых основной процесс поперечного изгиба зубьев пил сочетается с другими видами обработки материалов: чеканкой, вальцовкой, кручением.

Наибольшее распространение в специализированных станках получил вариант свободного поперечного изгиба зубьев пил с жестким защемлением их у основания.

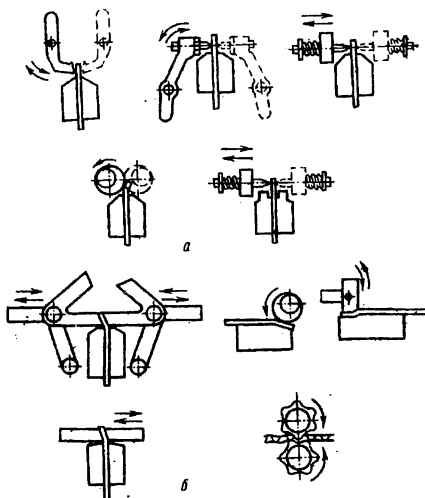


Рис. 12.9. Варианты схем механизмов для развода зубьев:
а - по методу свободного поперечного изгиба зубьев, защемленных у основания;
б - основной процесс поперечного изгиба зубьев пил сочетается с другими видами обработки материалов

Станок РПК16 (РАП16) предназначен для развода зубьев круглых пил диаметром 800 - 1600 мм (рис. 12.10).

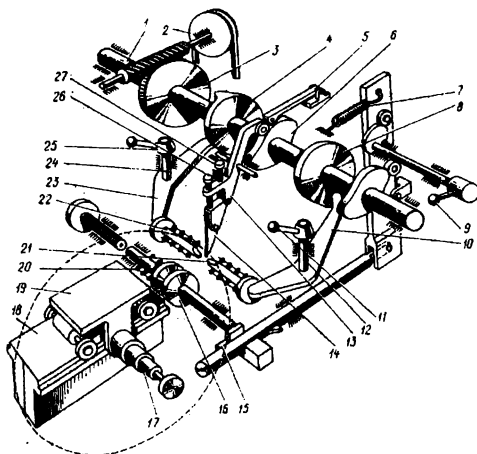


Рис. 12.10. Кинематическая схема станка РПК16

Этот станок выполнен с боковым расположением пилы и установкой ее перпендикулярно разводной головке, что позволило сделать станок небольшим по высоте и повысить удобство его обслуживания.

Модель РПК16 имеет следующие основные механизмы: подачи, зажима, развода зубьев, установки и снятия пилы. Кинематическая схема этого станка приведена на рис. 12.10.

Распределительный вал 1 приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу 2 и червячную пару 3. Подача пилы осуществляется от установленного на распределительном валу кулачка 6 через промежуточный рычаг 5, подающий рычаг 13 и собачку 14, а ее регулировка - винтом 26. Для настройки на шаг зубьев служит винт 27.

Пила зажимается цилиндрической пружиной 7 при помощи самотормозящейся клиновой пары 15, а разжимается поворотом рукоятки 9, отводящей зажимную колодку 16. Подтормаживает пилу в процессе подачи цилиндрическая пружина сжатия 20.

Зубья пилы разводятся торцевыми кулачками 8 и 4, взаимодействующими с рычагами 10 и 23, которые, поворачиваясь вокруг своих осей 12, 24, нажимают на торцы разводных штырей 21, 22. Величина развода регулируется рукоятками 11 и 25. Устанавливается пила в рабочее положение специальным механизмом, состоящим из каретки 19 и направляющей 18.

Перед началом работы станка на пиле устанавливают центровую втулку 17, после чего пилу накатом по деревянному настилу перемещают к станку и устанавливают на каретке 19. Далее последнюю с помощью рычажного механизма продвигают в рабочую зону до упора.

Основные данные отечественных разводных станков представлены в табл. 12.3.

Таблица 12.3

Основные данные отечественных разводных станков

Показатель	РПД6	РПК8	РПК16 (РАП16)
Диаметр разводимых пил, мм	200-800	160-800	800-1600
Шаг зубьев пил, мм	10-55	6,5-55	38-82
Величина развода пил, мм	до 1,5	до 1,3	до 2
Толщина пил, мм	1,4-3	1-3,6	3,6-5,5
Габариты, мм	800 × 835 × 1175	800 × 700 × 1400	2000 × 900 × 1700

12.1.4. Станки для плющения и формования зубьев пил

Плющение зубьев имеет перед разводом ряд преимуществ:

- 1) величина уширения во время пиления не изменяется, как при разводе, за счет его постепенной осадки под воздействием на зубья боковых усилий резания, особенно при распиловке сучковатой или мерзлой древесины;
- 2) усилия сопротивления резанию действуют на плющенный зуб симметрично, не вызывая в полотне пилы дополнительных поперечных вибраций, возникающих при разведенных зубьях под действием односторонних боковых усилий;
- 3) плющенный зуб снимает стружку одинаковой толщины по всей ширине пропила и одновременно отделяет ее от обеих боковых поверхностей пропила. Разведенный же зуб отделяет стружку от одной боковой поверхности пропила, и, следовательно, в образовании каждой поверхности пропила участвует только половина работающих зубьев. Поэтому при одинаковой скорости подачи величина подачи на разведенный зуб у каждой боковой поверхности пропила будет вдвое больше, чем при плющеном зубе с таким же шагом. Так как стружка отделяется от боковой поверхности пропила боковыми кромками вершины зуба в основном скалыванием с выравниванием волокон древесины, то чем больше толщина стружки, тем больше шероховатость и мшистость поверхности пропила. Поэтому плющенные зубья при одинаковой скорости подачи образуют более чистый пропил, а при одинаковых требованиях к качеству пропила можно увеличивать шаг зубьев. Последнее позволяет увеличить объем междузубной впадины, что уменьшает степень уплотнения опилок во впадине, а следовательно, и общее усилие резания.

Ввиду этих преимуществ плющение зубьев широко применяется у рамных, делительных и широких ленточных пил, у круглых пил для продольной распиловки. У круглых стальных пил с косой заточкой зубьев для поперечной распиловки применяется только развод зубьев.

Для плющения зубьев пил используют обычно ручную плющилку ПИ-34 (рис. 12.11).

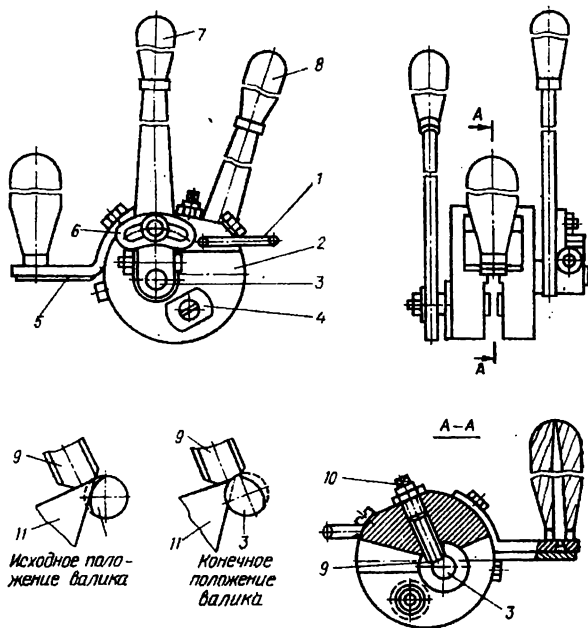


Рис. 12.11. Плющилка ПИ-34:

- 1 - ограничитель; 2 - корпус; 3 - плющильный валик; 4 - упорный винт;
 5 - опорная планка с рукояткой; 6 - сектор к плющильному валику;
 7 - рукоятка плющильного валика; 8 - рукоятка зажимного винта; 9 - наковаленка;
 10 - нажимной винт наковаленки; 11 - зуб пилы

Она состоит из корпуса, в котором установлены валик с сектором и наковаленка. На валике укреплена рукоятка. Плющилку закрепляют на пиле, после чего поворотом рукоятки и нажимом валика производят плющение зуба пилы. Для придания всем зубьям одинаковой формы прибегают к формованию их, т.е. выравнивают длину коротких режущих кромок посредством формовок. Формовка ПИ-35 (рис. 12.12) имеет корпус с прорезью в нижней части.

Через эту прорезь формовку надевают на пилу до упора в вершины зубьев. Чтобы избежать преждевременного истирания поверхности дна прорези на нем укрепляют закаленную пластину. 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.

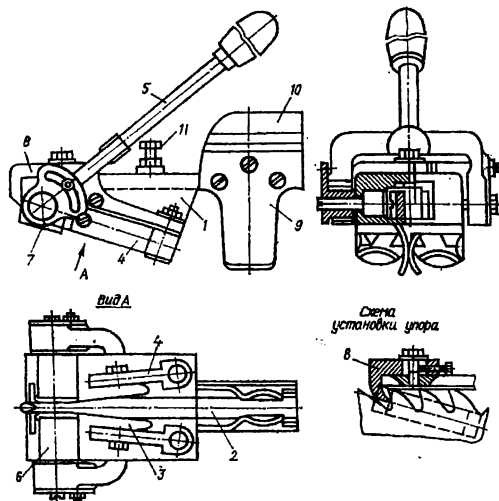


Рис. 12.12. Формовка ПИ-35:

- 1 - корпус; 2 - опорная планка; 3 - плашка; 4 - держатель плашки; 5 - рукоятка;
 6 - нажимный винт; 7 - сектор; 8 - упор для зуба пилы; 9 - щетка;
 10 - накладка; 11 - регулировочный болт

Плющение и формование зубьев пил ручными инструментами - трудоемкий и малопроизводительный процесс. В связи с этим при наличии большого числа пил целесообразно использовать станки.

Большинство станков для плющения работает по принципу холодного плющения зуба профильным плющильным валиком.

Применяют плющильно-формовочные полуавтоматы, у которых весь цикл плющения и формования (за исключением снятия и установки пилы на станке) автоматизирован. К станкам такого типа относится полуавтомат ПХФ (рис. 12.13) для плющения и формования зубьев рамных пил, имеющих горизонтальное расположение обрабатываемой пилы и осуществляющий плющение и формование зубьев при одной установке пилы.

Кинематическая схема полуавтомата ПХФ представлена на рис. 12.14.

От электродвигателя 1 через клиноременную и червячную передачу движение передается распределительному валу 13, на котором установлены кулачки: подачи 14, отодвигания каретки 9, зажима пилы 2 и поворота плющильного валика 6. Кулачок 14 сообщает качательные движения рычагу 10, который передает их рычагу 11 и сидящему на другом конце общей оси рычагу 15. Качательные движения рычага 15 передаются рычагу 16 с подающей собачкой 18, которая производит подачу пилы.

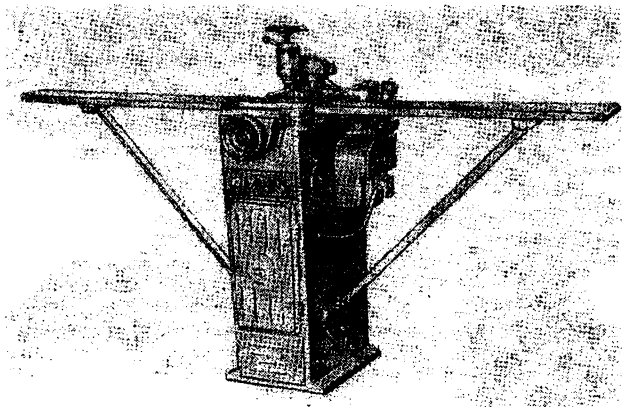


Рис. 12.13. Плющильно-формовочный станок

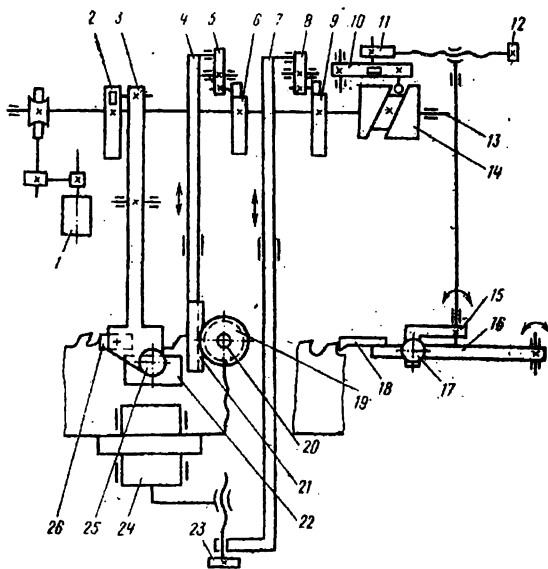


Рис. 12.14. Кинематическая схема станка ПХФ

Кулачок 9 сообщает качательные движения рычагу 8, который через тягу 7 передает возвратно-поступательные движения каретке отвода пилы 24.

Кулачок 2 сообщает качательные движения рычагу зажима 3, на котором закреплены формующая плашка 26 и зажимная губка 22. Кулачок 6 передает качательные движения рычагу 5, который через тягу 4 сообщает возвратно-поступательные движения зубчатой рейке 21. Перемещаясь, рейка 21 поворачивает шестерню 19 с плющильным валиком 20.

Работа станка происходит по следующему циклу. После плющения и формования очередного зуба кулачок 9 посредством рычага 8 и тяги 7 отводит каретку 24 с пилой из рабочей зоны. Предварительно кулачок 2 посредством рычага 3 освобождает полотно пилы от зажима. После этого кулачок 14 через систему рычагов и собачку 18 подает пилу на очередной зуб. Кулачок 9 возвращает каретку с пилой в рабочую зону так, что плющильный валик 20 размещается во впадине зуба, подлежащего плющению. Кулачок 2, нажимая на рычаг 3, зажимает пилу с помощью губки 22. Одновременно с этим плашка 26 формирует ранее проплющенный зуб. После этого кулачок 6 посредством рычага 5, тяги 4 и рейки 21 поворачивает шестерню 19 с плющильным валиком 20. Происходит плющение очередного зуба, после чего весь цикл повторяется сначала.

Настраивают станок на ширину пилы вращением маховичка 23, а механизм зажима на толщину полотна пилы - маховичком 25. Настраивают механизм подачи пилы на шаг зуба пилы (амплитуды качания собачки) маховичком 12. Устанавливают положение передней грани зуба, подвергаемого плющению, относительно плющильного валика (зоны качания собачки) маховичком 17.

На станке ПХФ обрабатывают рамные пилы длиной 1100 - 1950 мм, шириной 80 - 200 мм, с шагом зубьев 18 - 40 мм. При толщине пил 1,6 - 2,5 мм можно получать уширение кончиков зубьев 1,2 - 1,4 мм на каждую сторону. За минуту расплющиваются и одновременно формируются 25 зубьев. Мощность привода станка 1,5 кВт, габарит станка: длина 2330 мм, ширина 820 мм, высота 1280 мм; масса 450 кг.

12.1.5. Специализированные заточные станки

Для заточки рамных пил

Станки ТчПР-2 и ТчПР-2Г предназначены для заточки пил вертикальных лесопильных рам и имеют одинаковые конструкции и рабочие параметры, а отличаются лишь степенью автоматизации рабочих параметров. У станка ТчПР-2 операции опускания шлифовальной головки в

рабочее положение и опускание на глубину врезания (поперечную подачу) шлифовального круга перед каждым проходом пилы, ее подъема в нерабочее положение и отвода в сторону подающей собачки после заточки последнего зуба, возврата каретки с пилой в исходное положение для следующего прохода выполняются вручную. На станке ТчПР-2Г (гидрофицированном) эти операции выполняются автоматически гидравлическими цилиндрами.

Кинематическая схема станка ТчПР-2 представлена на рис. 12.15.

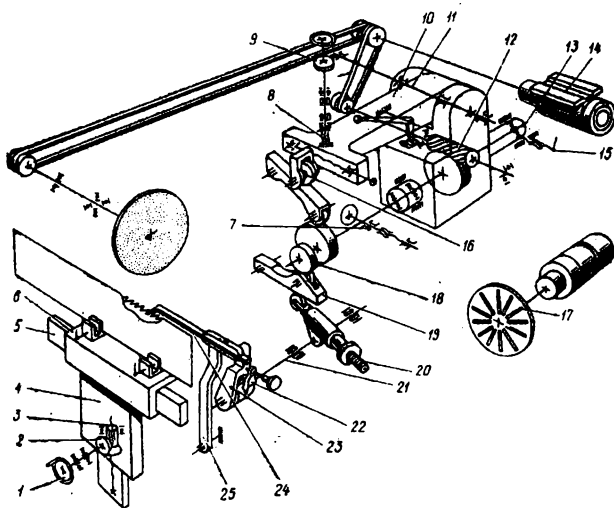


Рис. 12.15. Кинематическая схема станка ТчПР-2

На передней стороне станины смонтирован на вертикальных направляющих стол 4, с закрепленной на нем направляющей линейкой 5, по которой движется пильная каретка 6. Стол устанавливается на нужной высоте при помощи маховичка 1 через пару конических шестерен 2 и ходовой винт 3. Верхнюю часть станка со шлифовальной головкой наклоняют на правую сторону на величину переднего угла зубьев пилы при помощи горизонтального винта 7 и стопорят в заданном положении стопором 15.

В верхней части станка, качающейся на оси 11, установлен электродвигатель 14, от которого клиноременными передачами приводятся шпиндель шлифовального круга и червячный вал 12 редуктора и от него распределительный вал 13. Смонтированный на распределительном валу кулачок (задний) сообщает качательные движения рычагу с ползуном 16,

поднимающему верхнюю часть станка со шлифовальной головкой. Передний кулачок 18 поворачивает поперечный рычаг 19 подачи пилы. Ползун 16, перемещаемый настроечным винтом поперек насаженного на ось 11 рычага качалки 10, задает требуемую амплитуду качания шлифовальной головки. На концах оси 11 смонтирован качающийся корпус верхней части станка со шлифовальной головкой, связанной с рычагом-качалкой 10 пружиной и вертикальным настроечным винтом 8, служащим для установки по лимбу 9 величины поперечной подачи шлифовальной головки.

Рычаг подачи 19 опирается на ролик винта 20, смонтированного в корпусе, закрепленном на горизонтальном валу 21. На другом конце этого вала свободно насажен вильчатый рычаг 23, соединенный с корпусом подающей собачки 24 и установленным на станине качающимся рычагом 25. В проушине вильчатого рычага закреплен на валу рычаг 22 с настроечным винтом, который устанавливает крайнее переднее положение подающей собачки. Регулируется величина хода собачки соответственно шагу зубьев пил дифференциальной гайкой, перемещающей винт относительно рычага 19. В задней части станины установлен электродвигатель с вентилятором 17 для отсоса абразивной пыли.

При установке станок должен быть подключен к цеховому контуру заземления. Смазывают трущиеся детали станка шприцем через сосковые масленки солидолом раз в 3 месяца места смазки электродвигателей; 1 раз в неделю цапфы редуктора, рычаг зажима и его рукоятки, подшипник шпинделя; 1 раз в смену оси рычага подъема шлифовальной головки, оси рычага механизма подачи. В корпус редуктора 1 раз в месяц заливают индустриальное масло.

Затачивают зубья пилы в результате сочетания движения кромки шлифовального круга вниз вдоль передней грани зуба и последующей горизонтальной подачи пилы при подъеме круга. Профиль затачиваемого зуба определяется профилями кулачков распределительного вала, но зависит также от величин хода шлифовальной головки, хода подающей собачки и радиуса скругления кромки шлифовального круга. Величину хода шлифовальной головки устанавливают специальным настроечным винтом в зависимости от шага и высоты зубьев пилы (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Величина хода шлифовальной головки					
Шаг зубьев, мм	18	22	26	32	40
Ход шлифовальной головки, мм	24	27	30	34,5	39
Радиус заправки кромки круга, мм	2	2	2	3	4

Общий вид станка ТчПР-2 представлен на рис. 12.16.

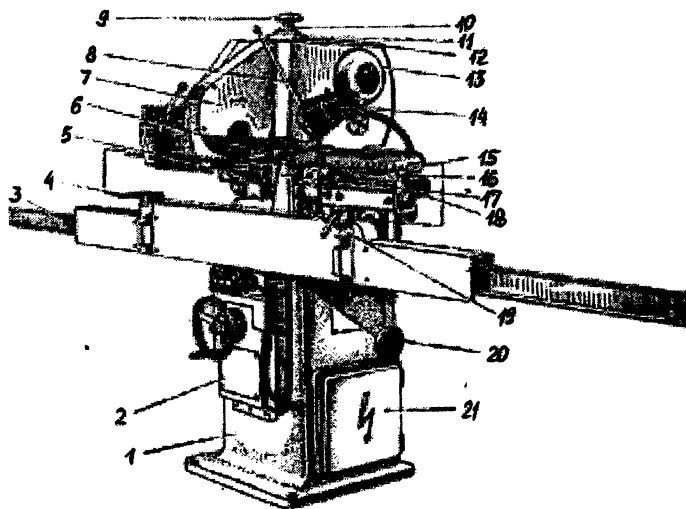


Рис. 12.16. Станок TchPP-2 для заточки рамных пил

Для заточки ленточных пил

Станок TchЛ35 предназначен для заточки ленточных пил шириной от 50 до 350 мм (рис. 12.17).

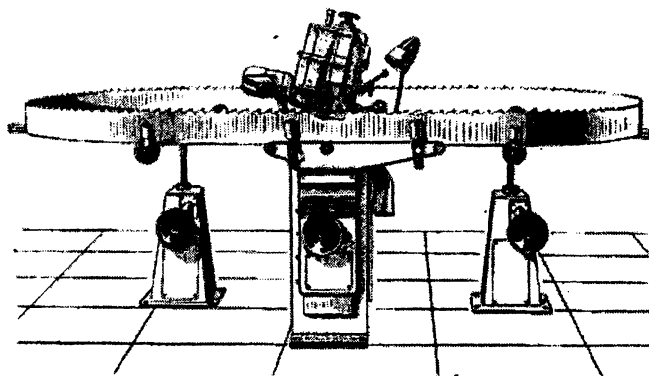


Рис. 12.17. Станок TchЛ35 для заточки ленточных пил
Кинематическая схема станка Tch35 приведена на рис. 12.18.

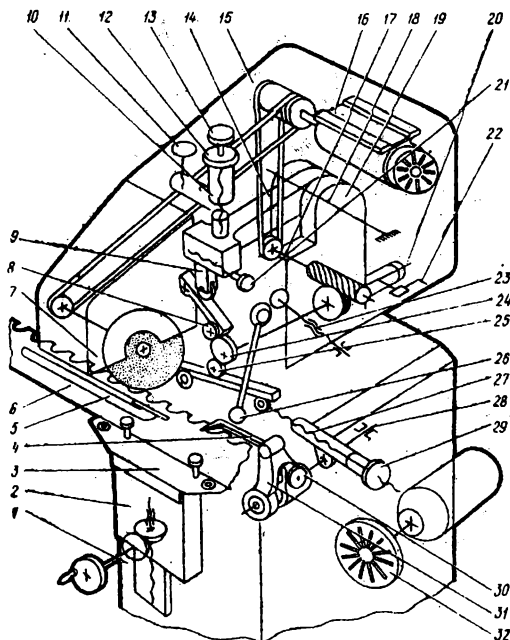


Рис. 12.18. Кинематическая схема станка Т4Л35

Внутри литой коробчатой станины 1 находится пылесборник, вентилятор 32 с фланцевым электродвигателем для отсоса абразивной пыли и панель с электроаппаратурой. На верхней части станины на опорных подшипниках скольжения установлена поворотная часть - редуктор, качалка с механизмом подачи на врезание, шлифовальная головка.

На передней стенке станины плита с вертикальными направляющими, по которым перемещается с помощью винтовой пары стол 2 с Т-образными пазами. В одном из пазов монтируют направляющую линейку 3, которая несет два опорных и две пары боковых направляющих роликов. Подъем и опускание стола осуществляют маховичком через пару конических шестерен. Заточиваемая пила 6 прижимается наклонными подпружиненными роликами к опорным роликам, что обеспечивает надежное базирование пилы при заточке. В зоне заточки пила зажимается откидным подпружиненным прижимным рычагом 5.

Редуктор состоит из корпуса с двумя опорными цапфами, крышки с проушинами, рычага-качалки 14, червячной пары 17 и распределительного вала с двумя кулачками - 24 для подъема шлифовальной головки и 25 для подачи пилы. На выходном конце червячного вала насажен двухступенчатый шкив, передающий вращательное движение от электродвигателя на распределительный вал.

На передней (торцовой) плоскости корпуса качающейся части крепят шлифовальную головку 7 с установленным в ней шпинделем шлифовального круга. Механизм подачи круга на врезание крепят на верху корпуса качающейся части. Он состоит из круглого корпуса 10, внутри которого вертикально установлен настроечный винт, ввернутый в гайку. Гайка имеет цилиндрическую направляющую и призматическую шпонку, обеспечивающие поступательное движение гайки вдоль винта при его повороте. По лимбу 12 на корпусе этого винта задают величину подачи круга на врезание. Гайка своим нижним концом упирается в рычаг-качалку 14. На противоположном конце винта неподвижно закреплен маховичок 13, которым поворачивают винт вручную, меняя положение шпинделя по высоте. Рядом на корпусе установлен винт 11 для ограничения опускания шпинделя.

Механизм подачи пилы состоит из собачки 4, связанной с рычагом 31 горизонтального вала 28, винтовой пары 27 с дифференциальной гайкой 29, промежуточного качающегося рычага и кулачка 25 на распределительном валу. Механизм подает пилу в заточиваемый зуб.

От электродвигателя 16 через клиноременные передачи вращательное движение передается шпинделю шлифовального круга и червячному валу 17 редуктора 19. От червячного вала через червячную шестерню приводится распределительный вал 20, несущий кулачок 24 подъема шлифовальной головки и кулачок 25 подачи пилы. Кулачок подъема через ролик 8 качающегося рычага сообщает качательное движение поперечному ползуну 9, изменяющему амплитуду качания головки при повороте поперечного винта маховичком 21. Качающийся рычаг 14 и корпус головки 15 вращаются вокруг одной горизонтальной оси 18 и стягиваются пружиной. Нижнюю кромку шлифовального круга в его рабочем положении на уровне оси распределительного вала устанавливают маховичком 13 механизма подачи на врезание.

Кулачок подачи пилы 25 через качающийся поперечный рычаг и винтовую пару 27 поворачивает горизонтальный вал 28, сообщающий через систему рычагов движение подающей собачке 4. Вращением дифференциальной гайки 29 изменяют величину хода собачки, задаваемую в зависимости от шага зубьев пилы. Точно устанавливают переднее край-

нее положение собачки 4 при подаче пилы винтом с маховичком 30. Поперечный винт 23 с маховичком на левом конце служит для наклона корпуса качающейся головки с кругом вправо соответственно переднему углу затачиваемого зуба. Фиксируют корпус в заданном положении стопорным винтом 22. Рукояткой 26 поднимают шлифовальную головку в верхнее нерабочее положение.

Зубья затачиваются в результате сочетания возвратно-поступательного движения шлифовальной головки (качания корпуса шлифовальной головки вокруг неподвижной горизонтальной оси) и горизонтальной подачи пилы под круг. Оба эти движения совершаются автоматически посредством кулачков распределительного вала и определяют профиль затачиваемого зуба. Кроме того, на профиль затачиваемого зуба оказывают влияние перебеги шлифовальной головки, величина хода собачки и радиус скругления кромки шлифовального круга.

Жесткость системы станок-приспособление-инструмент-деталь станка 520 Н/мм обеспечивает возможность качественной заточки пил толщиной до 2,5 мм.

Основные данные отечественных станков для заточки пил представлены в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Основные данные отечественных станков для заточки пил

Наименование параметра	Значения параметров станка для заточки пил				
	рамных		ленточных		
	ТчПР-2	ТчПР-2Г	ТчЛ6-2	ТчЛ18	ТчЛ35
Размеры затачиваемых пил:					
длина, м	1,1-1,95	1,1-1,95	3,6-6	6-9	6-14,6
ширина, мм	80-200	80-200	9-60	60-175	50-350
шаг зубьев, мм	18-40	18-40	6-12	30-50	30-80
толщина зубьев, мм	1,6-2,5	1,6-2,5	0,6-0,9	0,9-1,2	0,9-2,2
высота зубьев, мм	16-26	16-26	2-6,5	7,5-15	7,5-24
Передний угол зубьев, град	0-20	0-20	0-10	0-30	0-30
Диаметр шлифовального круга, мм:					
наибольший	250	250	150	250	250
наименьший	180	180	90	180	180
Скорость вращения круга, м/с	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35
Число двойных ходов шлифовальной головки в минуту	35; 56	35; 56	100	35; 56	35; 56

Наименование параметра	Значения параметров станка для заточки пил				
	рамных		ленточных		
	ТчПР-2	ТчПР-2Г	ТчЛ6-2	ТчЛ18	ТчЛ35
Размеры станка, мм	3640 × 980 × 1580	4000 × 930 × 1600	1000 × 650 × 1600	3880 × 1660 × 1500	5880 × 1400 × 1580
Масса станка, кг	550	650	220	650	760

Для заточки круглых пил

Специализированные станки - полуавтоматы ТчПК4, ТчПК8, ТчПК15 и ТчПК22 предназначены для заточки круглых пил диаметром до 400 ; 800; 1600 и 2200 мм.

Станок - полуавтомат ТчПК8 (рис. 12.19) предназначен для заточки зубьев круглых пил диаметром до 800 мм. На данном станке можно получить угол косой заточки 45°. Угол косой заточки 45° необходим в связи с повышением требований к качеству торцовки пиломатериалов.

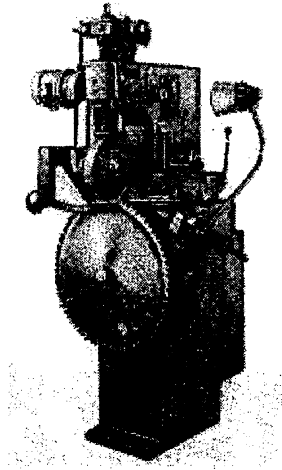


Рис. 12.19. Полуавтомат ТчПК8 для заточки круглых пил

Кинематическая схема станка ТчПК8 представлена на рис. 12.20.

Поворот шлифовальной головки 18 для косой заточки происходит с помощью барабана 36, связанного стальной лентой 35 со штоком шлифовальной головки. Барабан соединен через водило, ползун и регулируемый кривошипный диск с шестерней, находящейся в зацеплении с качающимся зубчатым сектором, который получает движение через ролик от кулачка 48 на распределительном валу. Регулируется угол поворота шлифовальной голов-

ки на косую заточку за счет изменения радиуса кривошипа на кривошипном диске. Настраивают кривошипный диск вращением круглой рукоятки 46, установленной на задней стенке поворотной головки.

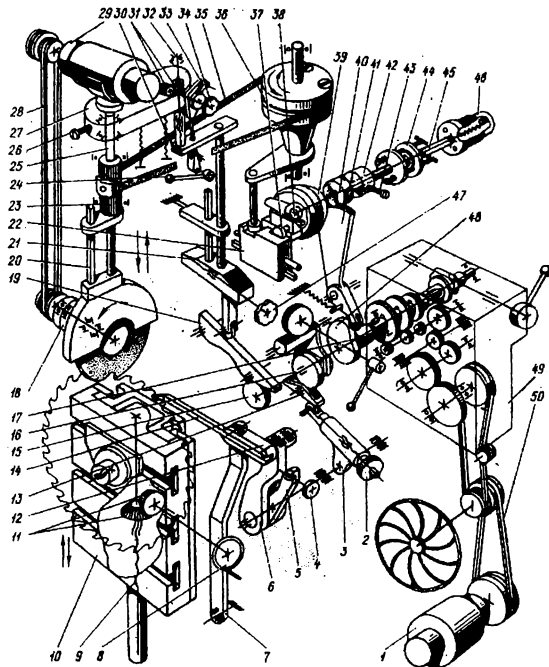


Рис. 12.20. Кинематическая схема полуавтомата

От электродвигателя 1 клиноременная передача 50 передает вращение вентилятору и редуктору 49, выходной вал которого соединен с распределительным валом 17. На нем закреплены кулачок 15 подъема шлифовальной головки и кулачки 16 подачи. Кулачок подъема шлифовальной головки через рычаг 19 сообщает движение кронштейну 30 и соединенному с ним корпусу 27. В последнем закреплен шток 25, на нижнем конце которого укреплен корпус 18 шпинделя шлифовального круга. Ручной подъем шлифовальной головки осуществляется рукояткой 24.

Шлифовальный круг приводится во вращение клиноременной передачей от индивидуального электродвигателя 29, установленного на верхнем конце штока 25 и поворачивающегося вместе со штоком вправо - влево на угол 45°. При прямой заточке шток стопорится винтом 26.

Подается пила в затачиваемый зуб от кулачка 16 через рычаг 13, качательные движения которого передаются на винт 2, установленный в корпусе 3, жестко закрепленном на горизонтальном валу механизма подачи. На этом же валу насажены неподвижно рычаг 5 с винтом 4 и свободно рычаг 6, что позволяет изменять положение рычага 6 относительно рычага 5 винтом 4, регулирующим зону перемещения подающей собачки 14. Собачка установлена на колодке 12, соединенной с вертикальным рычагом 7.

Механизм косой заточки приводится в движение от кулачка косой заточки 48, закрепленного на распределительном валу 17. Кулачок 48 посредством рычага с зубчатым сектором 41 передает качательное движение шестерне 40, которая пружиной 44 поджимается к муфте 42, установленной на кривошипном валу 45. При движении зубчатого сектора от кулачка 48 шестерня 40 своими зубьями захватывает муфту 42 и поворачивает кривошипный вал.

Палец кривошипа 39 входит в паз ползуна 22, и при поворотах кривошипа ползун совершает возвратно-поступательные перемещения. Возвратно-поступательные перемещения ползуна передаются через водило на барабан 36, который вследствие этого возвратно-вращательно движется на своей вертикальной оси 37. Вращательные движения барабана 36 посредством плоской стальной ленты 35 передаются гильзе 23 штока 25 шлифовального круга, что приводит к разворотам шлифовального круга в горизонтальной плоскости, необходимым для косой заточки зубьев.

При прямой заточке этот механизм выключается благодаря разъединению винтом 43 шестерни 40 и муфты 42. Регулируется величина шлифовального круга путем изменения радиуса вращения пальца кривошипа. Для этого поворачивают ручку 46, связанную с осью, проходящей через полый кривошипный вал. При повороте рукоятки 46 шестерня 38 перемещает рейку, связанную с ползуном, на котором укреплен кривошипный палец. Вследствие этого изменяется расстояние от кривошипного пальца до центра его вращения.

Затачиваемая пила устанавливается на подъемном столе 10, перемещающемся по вертикальным направляющим при помощи маховичка 8 посредством пары конических шестерен 11 и ходового винта 9.

12.1.6. Универсальные пилоточные станки

Универсальные пилоточные станки предназначены для заточки пил всех видов и типов (ТчПА-3, ТчПН-6, ТчПА-5).

На универсальном станке ТчПА-5 можно затачивать круглые, рамные и ленточные пилы. Станок ТчПА-5 (рис. 12.21) позволяет затачивать пилы с косой заточкой 45° , а его жесткость 375 Н/мм.

На этом станке можно затачивать: круглые пилы для продольной и поперечной распиловки диаметром 200 - 800 мм, толщиной 1,4 - 3,6 мм с шагом зубьев 65 - 70 мм, передними углами зубьев от $+35^\circ$ до -25° ; рамные пилы длиной 1100 - 1950 мм, шириной 80 - 200 мм, толщиной 1,6 - 2,5 мм, с шагом зубьев 18 - 40 мм, передним углом зубьев до 15° ; ленточные делительные пилы шириной 50 - 175 мм, толщиной 0,9 - 1,2 мм, с шагом зубьев 30 - 50 мм, передним углом зубьев $25 - 35^\circ$.

На станке применяется шлифовальный круг диаметром 250 мм, снашиваемый до 180 мм. Скорость шлифования (заточки) 35 - 25 м/с. Подачу шлифовального круга на глубину врезания изменяют поворотом рукоятки через 0,03 мм от 0,03 до 0,21 мм. Производительность заточки 35, 54 и 75 зуб/мин. Мощность привода шпинделя 0,6 кВт, привода вентилятора и редуктора распределительного вала 0,6 кВт. Масса станка с приспособлением для установки ленточных пил 750 кг.

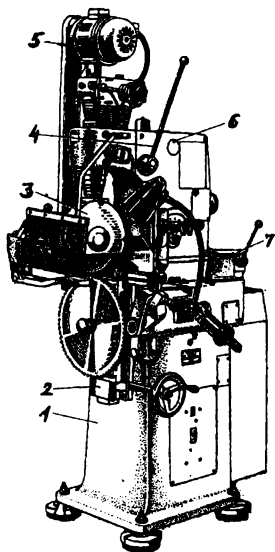


Рис. 12.21. Универсальный пилоточный станок ТчПА-5

На станке ТчПА-5 осуществляется полуавтоматический цикл заточки круглых, рамных и ленточных пил с ручной регулировкой подачи шлифовального круга на врезание.

На верхней части коробчатой станины 1 установлена на цапфах поворотная головка 6 с распределительным валом, приводящимся от редуктора 7, установленного на задней стенке станины. На передней стенке станины смонтирован подъемный стол 2. Внутри станины имеется канал для отвода абразивной пыли из зоны заточки, выходящей в улитку вентилятора, закрепленного на задней стенке станины. Приводятся редуктор и вентилятор от одного электродвигателя, смонтированного в задней части станины. Электродвигатель 5 привода шпинделя и шлифовальная головка 3 закреплены на вертикальном штоке, перемещающемся в гильзе с двумя цилиндрическими вкладышами. Шлифовальная головка приводится в движение от кулачка распределительного вала. Ручной подъем головки в нерабочее положение выполняют рукояткой 4.

Кинематическая схема станка ТчПА-5 представлена на рис. 12.22.

Шпиндель 1 шлифовального круга с помощью клиноременной передачи 2 приводится во вращение от электродвигателя 5, установленного на штоке 3 шлифовальной головки. При прямой заточке шток закрепляют винтом 4, а при косой заточке винт переставляют в одно из резьбовых отверстий кулисы 17. Поднимается и опускается шлифовальная головка от распределительного вала 22 кулачком 13 через промежуточный качающийся рычаг 12, ползун 11, шток 10, кронштейн 8, винт 6. Величину хода шлифовальной головки устанавливают, перемещая настроечным винтом ползун 11 относительно рычага 12. Подача на глубину резания осуществляется винтом 6 при помощи маховичка 7.

Поворот шлифовальной головки при косой заточке выполняется стальной лентой 9, закрепленной на барабане 14, установленном на общем вертикальном валу с удлиненной шестерней 15. Эта шестерня находится в зацеплении с зубчатой рейкой 16 на кулисе 17, которая получает качательное движение от пазового кулачка-шестерни 20, находящейся в зацеплении с шестерней 23, закрепленной на распределительном валу 22.

Распределительный вал 22 муфтой 24 связан с выходным валом 27 редуктора 25, на котором насажен на вытяжной шпонке подвижный блок трех шестерен 26. Шестерни 28 и 29 получают вращение через паразитную шестерню 30 и шестерни 31, 32, 33 от входного вала редуктора, приводящегося клиновыми ремнями 34 и 36 от электродвигателя 37, общего для привода редуктора и вентилятора 35.

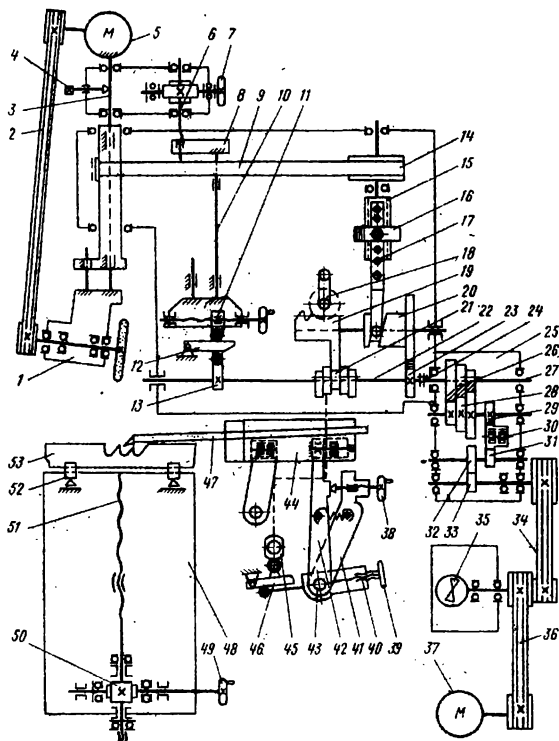


Рис. 12.22. Кинематическая схема станка ТчПА-5

Механизм подачи приводится от распределительного вала, одного из кулачков блока 21, устанавливаемого при помощи скользящей зубчатой рейки 19 и рукоятки с шестерней 18. Включаемый для работы кулачок 45 воздействует на качающийся рычаг 46, опирающийся на концевой ролик винта 40. Винт смонтирован в корпусе, закрепленном на горизонтальном валу 43. При перемещении винта 40 посредством дифференциальной гайки 39 изменяется соотношение плеч рычага 46 и соответственно шагу зубьев пилы величина хода подающей собачки 47, закрепленной при помощи колодки 44 на рычаге 42. В проушине рычага 42 закреплен на валу 43 рычаг 41 с настроечным винтом 38, при помощи которого устанавливают крайнее положение подающей собачки и величину подачи зуба пилы на глубину резания. Заточиваемую пилу 53 размещают на соответствующем приспособлении 52 на столе 48, который

поднимают на нужную высоту маховичком 49 ходовым винтом 51 посредством червячной пары 50.

12.1.7. Станки для боковой заточки зубьев пил

Боковую заточку зубьев пил применяют для формирования и выравнивания боковых рабочих граней зубьев, имеющих двустороннее уширение кончиков в результате наплавки их твердыми литыми сплавами типа стеллита или напайки пластинок твердого сплава, а также плюшевых зубьев вместо формирования обжимными плашками.

Для боковой заточки зубьев рамных пил используют полуавтоматический станок ТчРБ (рис. 12.23).

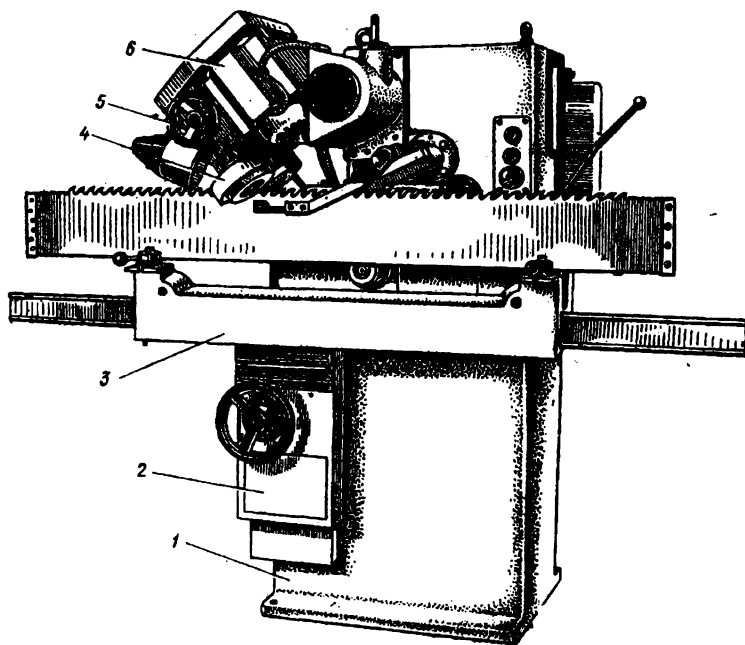


Рис. 12.23. Станок для боковой заточки зубьев рамных пил после наплавки стеллитом

На коробчатой станине установлена сдвоенная качающаяся шлифовальная головка 6 с двумя симметрично расположенными шлифоваль-

ными кругами 4, механизмы подачи, установки и зажима пилы. Расстояние между шлифовальными кругами регулируют маховичками 5 в зависимости от нужной величины уширения кончика зуба. Пила закреплена на каретке 3.

Кинематическая схема станка представлена на рис. 12.24.

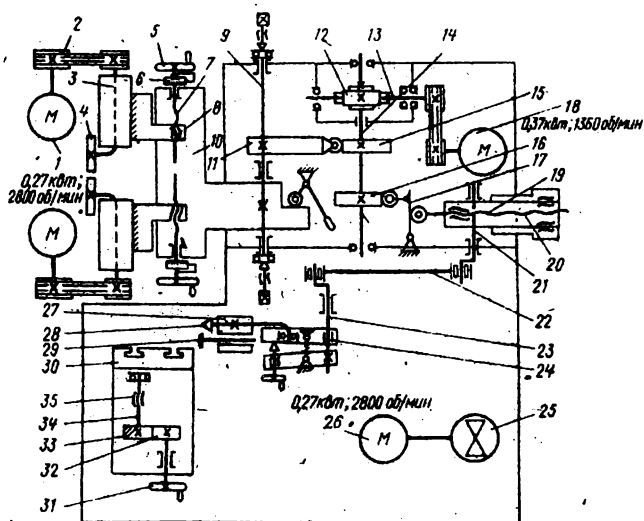


Рис. 12.24. Кинематическая схема станка ТЧРБ

Две шлифовальные головки и механизмы их настройки имеют одинаковое устройство и симметричное расположение, одинаковые движения и одновременно затачивают зуб с двух сторон.

Шпиндель 3 и шлифовальный круг 4, закрепленный на шпинделе, приводятся от электродвигателя 1 и ведущего шкива 2 клиноременной передачей. Вращение от второго электродвигателя 18 клиноременная передача передает червячному валу 13. С вала вращение передается через червячную шестерню 12 на распределительный вал 14. Качательное движение шлифовальной головки 10 происходит от кулачка 15, закрепленного на распределительном валу 14. Кулачок 15 через ролик воздействует на рычаг 11, закрепленный на оси 9 качания шлифовальной головки 10. Качается шлифовальная головка с постоянной амплитудой 40 мм.

Подача пилы на один зуб осуществляется от кулачка 16, установленного на распределительном валу. Кулачок 16 воздействует на рычаг 17 с роликом, который нажимает на ролик винта 19, смонтированного в корпусе 20. Последний поворачивается вместе с валом 21, на конце которого закреплен рычаг с тягой 22, закрепленной вторым концом на цапфе рычага вала 23. На нем установлен рычаг 24. Качательное движение рычага 24 передается на колодку 27, движущуюся прямолинейно по направляющей линейке 29. В колодке закреплена подающая двойная собачка 28, которая за один оборот распределительного вала 14 подает пилу на один шаг зуба. Глубину резания устанавливают маховичком 5, вращающим винт 7, неподвижно закрепленный в осевом направлении. С помощью винтовой пары 7 - 8 шлифовальный круг перемещают на глубину резания, заданную по лимбу 6 с ценой деления 0,02 мм. Пилу устанавливают на каретке, передвигающейся по линейке, которая закрепляется в Т-образном пазу стола 30. Регулируют пилу по высоте подъемом или опусканием стола 30. Вращение маховичка 31 через винтовые шестерни 32 и 33 передается на винт 34. Винт при вращении передает движение через гайку 35 столу 30. Пыль из зоны заточки отсасывается вентилятором 25, приводимым от электродвигателя 26.

Основные данные отечественных станков для боковой заточки зубьев пил представлены в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Основные данные отечественных станков для боковой заточки зубьев пил

Наименование параметра	ПАС-2М	ТчРБ
Ширина ленточной пилы, мм	-	-
Ширина рамной пилы, мм	80 - 200	80 - 200
Диаметр круглой пилы, мм	-	-
Толщина полотна, мм	-	-
Шаг зубьев, мм	22 - 40	22 - 40
Высота зубьев, мм	-	-
Углы поднутрения и бокового зазора, град	3	4
Диаметр шлифовального круга, мм	80	125
Производительность, зуб/мин	8	30
Мощность электродвигателей, кВт	1,4	1,18
Габариты, мм	930 × 660 × 900	5880 × 1400 × 1460
Масса, кг	600	800

12.1.8. Станки для заточки круглых пил, оснащенных пластинками твердого сплава

Затачивают зубья круглых пил с напаянными пластинками твердого сплава в два приема. Сначала абразивным кругом стачивают стальную часть зуба по задней и передней граням так, чтобы твердосплавная пластинка выступала над стальной частью, а затем пооперационно затачивают передние и задние грани пластинки. Это необходимо во избежание засаливания алмазного круга. Последующую заточку твердосплавных пластинок алмазным кругом производят обычным способом за несколько проходов или за один проход глубинным способом.

Станки для заточки круглых пил, оснащенных пластинками твердого сплава, различают в зависимости от применения:

- 1) стачивания стальной части зубьев;
- 2) алмазной заточки передних и задних граней твердосплавных пластинок;
- 3) заточки боковых граней твердосплавных пластинок после их напайки.

Станки для стачивания стальной части зубьев круглых пил

Пластинки твердого сплава, напаянные на зубья круглых пил, после нескольких заточек изнашиваются и перестают выступать над стальной частью зубьев.

Одновременная заточка стальной и твердосплавной граней зуба пилы обычными алмазными шлифовальными кругами приводит к засаливанию их рабочих поверхностей. Такая заточка возможна лишь алмазными кругами на специальных связках, что усложняет процесс заточки и удорожает ее. Поэтому в ряде стран появились специальные станки для стачивания стальной части задних граней зубьев шлифовальными кругами из электрокорунда нормального или белого.

Фирма "Фольмер Дорнхан" выпускает полуавтомат Liliput NS-120 для предварительного стачивания стальной части задних граней зубьев, в результате которого твердосплавная пластинка должна несколько выступать над корпусом зуба. Эту операцию рекомендуют для пил, у которых размер твердосплавной пластинки в радиальном направлении должен быть не менее 3 - 4 мм. При меньших значениях этого размера операция шлифования стальной части зуба нецелесообразна. Подготовленная таким образом пила пригодна для последующей ее заточки обычными алмазными шлифовальными кругами без опасения, что они засалятся.

Цикл работы станка автоматический. Шлифовальный круг сошлифовывает стальную часть зуба пилы в направлении твердосплавной пла-

стинки, и по достижении места перехода стальной части в твердосплавную круг отводится от стачиваемой поверхности, оставляя твердосплавную пластину необработанной. После нескольких проходов величина ее выступа достигает 0,8 - 1,2 мм.

На станке затачивают пилы диаметром 80 - 680 мм, толщиной до 4 мм, с шагом зубьев 7 - 45 мм, длиной обрабатываемой задней грани 12 - 30 мм; возможна косая заточка под углом до 20°. Размеры шлифовального круга 120×2×51. Производительность 28 и 48 зуб/мин. мощность электродвигателей приводов: шлифовального круга - 0,37 кВт; редуктора - 0,37 кВт; насоса - 0,125 кВт.

Фирма "Фольмер Верке" выпускает специализированный станок CnHFS для шлифования стальной части задней грани зубьев круглых пил, оснащенных пластинками твердого сплава, по принципу работы отличающийся от приведенной модели.

Отличие заключается в дополнительном движении шлифовального круга - поперек обрабатываемой задней грани зуба. Схематически это изображено на рис. 12.25.

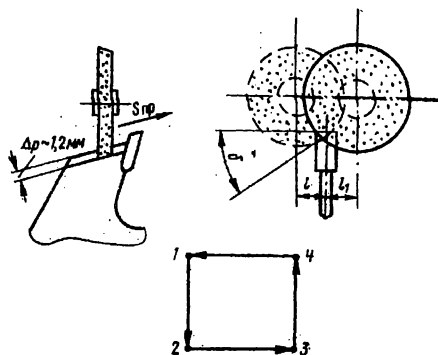


Рис. 12.25. Схема заточки задней грани зуба на станке CnHFS

При обработке зубьев с одной стороны пилы шлифовальный круг в поперечном направлении смещается вперед на некоторую величину l в зависимости от требуемой величины угла косой заточки, а при обработке зубьев с другой стороны пилы шлифовальный круг смещается в противоположную сторону - поперек диска пилы. Смещение шлифовальной головки, закрепленной шарнирно на подвижной части станка, происходит в крайней верхней точке 1-й траектории (1-2-3-4) движения шлифовального круга. В зависимости от требуемого угла косой заточки ве-

личину смещения регулируют специальным механизмом, расположенным с правой стороны поворотной головки станка. Угол косой заточки регулируется бесступенчато от 0 до 20°.

Станки для заточки передних и задних граней зубьев круглых пил с твердосплавными пластинками.

Затачивают твердосплавные пластинки зубьев круглых пил на специализированных станках алмазными шлифовальными кругами на проход - с выходом круга за пределы обрабатываемой поверхности. Применяют многопроходную и однопроходную (глубинную) заточку.

Система СПИД станка может находиться в упругом, жестком или комбинированном состояниях. Последнее представляет собой совмещение упругости и жесткости. Процесс резания в этом случае протекает, как при обычном жестком шлифовании, если сила резания больше оптимальной величины (обычно в 3 - 5 раз). Это необходимо с целью предотвращения возможной поломки шлифовального круга. Величина предела упругости должна быть меньше силы, способной поломать шлифовальный круг.

Упругое шлифование - это резание, при котором удельное давление на шлифовальный круг со стороны затачиваемой поверхности поддерживается на определенном уровне и не превышает оптимальной величины, необходимой для обеспечения режима самозатачивания шлифовального круга, т.е. вырывание зерен круга из связи после их затупления. Упругое шлифование обычно применяют при грубой (обдирочной) операции. Наиболее распространено жесткое шлифование, заложенное в конструкцию почти всех современных заточных станков. В последнее время появились станки, затачивающие зубья, оснащенные пластинками твердого сплава, способом глубинного шлифования.

Удельное давление на шлифовальный круг при режиме самозатачивания - величина определенная и различная для каждой связки. Поэтому для каждого шлифовального круга с определенной связкой должны быть свои режимы резания.

При глубинном шлифовании окружная скорость круга обычна равна 16 - 25 м/с, продольная подача 0,05 - 0,5 м/мин. Зато глубина резания алмазными кругами на специальной связке 0,1 - 1,8 мм за один двойной ход шлифовального круга обеспечивает повышение производительности в 2 - 3 раза по сравнению с производительностью при обычной многопроходной заточке.

Для алмазной заточки передних и задних граней зубьев пил, оснащенных пластинками твердого сплава, применяют полуавтомат ТчПТ4 (рис. 12.26).

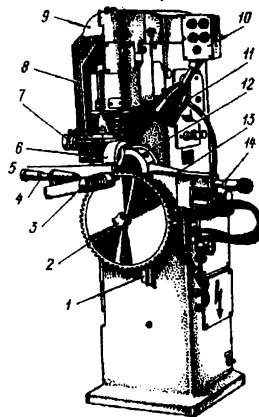


Рис. 12.26. Станок Т4ПТ4 для заточки зубьев круглых пил, оснащенных пластинками твердого сплава

Коробчатая литая станина станка состоит из двух секций. Нижняя секция несущая, в ней размещены аппараты гидропривода с командоаппаратом поворота шлифовальной головки и коробки клеммника соединений электрической цепи станка. В верхней секции размещены гидрпанель Г31-12, механизм реверса хода шлифовальной головки и электрический концевик отсчета числа двойных ходов шлифовальной головки, электродвигатель привода шлифовального круга, вертикальный гидравлический цилиндр хода шлифовальной головки и цилиндр гидравлического прижима диска затачиваемой пилы, цилиндр поворота шлифовальной головки, а также труба отсоса абразивной пыли из зоны резания шлифовального круга 5.

На верхней секции станины установлен плоскоремненный привод шлифовального круга, состоящий из горизонтальной и вертикальной ветвей и ограждения. Вертикальная ветвь привода вместе со шлифовальной головкой 6 и ограждением может поворачиваться. К передней стенке верхней секции станины прикреплен корпус подвижного штока, совершающего возвратно-поступательное движение от вертикального гидроцилиндра, расположенного внутри верхней секции станины. К нижней части штока крепится кронштейн шлифовальной головки. Сама шлифовальная головка перемещается на кронштейне вправо и влево по двум направляющим пальцам, впрессованным в корпус кронштейна. Настраивают перемещение шлифовальной головки вправо - влево,

вращая маховичок 7. Шлифовальная головка поворачивается гидроцилиндром, расположенным внутри верхней секции станины. Поперечная подача автоматизирована. Она осуществляется специальным гидроцилиндром, который смещает шпиндель шлифовального круга в горизонтальном направлении на затачиваемую грань зуба пилы. Движение от этого гидроцилиндра передается тросом 9 на храповый механизм, расположенный на винтовой паре. Команда на подачу поступает от конечного выключателя на суппорте крепления пилы. Выключатель нажимает штырь пилодержателя, который после полного оборота пилы своим выступом подходит к контакту конечного выключателя. Радиальная подача при заточке и доводке передних граней зубьев происходит благодаря упорному штифту толкателя механизма подачи пилы. Пила с пилодержателем 2 крепится на штанге 1 поворотного суппорта 13.

Механизм подачи пилы и механизм прижима пилы находится на суппорте 13, который поворачивается вручную. Ось поворота совмещена с трубой 12 для отсоса абразивной пыли. Устанавливают требуемую величину радиальной подачи по лимбу маховичка подачи 14. Винт настройки расположен соосно со штоком гидравлического цилиндра подачи. Упорный штифт механизма подачи входит во впадину зуба с боковой ее стороны. Зажимается пила в момент заточки зуба с ее задней стороны гидравлическим цилиндром, а после заточки во время подачи очередного зуба для заточки - подпружиненным штоком, расположенным соосно со штоком зажима. Толщину затачиваемой пилы устанавливают по лимбу маховичком 3 винтового устройства кронштейна прижима пилы.

Число перемещений шлифовальной головки вдоль каждой затачиваемой грани пилы (число осцилляций) задают предварительно. После выполнения операций осциллирующих движений шлифовальная головка останавливается в верхнем положении, диск пилы освобождается от зажима и в зону заточки подается очередной зуб. Окружную скорость шлифовального круга 16 или 32 м/с устанавливают предварительно. Следует помнить, что при косой заточке с реверсированием скорость вращения круга должна быть меньшая (16 м/с) и число двойных ходов шлифовальной головки не более 5 в минуту. Это необходимо для предотвращения возможного перегрева электродвигателя привода шлифовального круга. Полуавтомат затачивает зубья пил многопроходным способом без смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

Автоматическую подачу круга на глубину резания за двойной ход при заточке задней грани зуба пилы устанавливают по лимбу маховичком 4. Цена деления лимба подачи 0,005 мм. Число двойных ходов шли-

фовальной головки и число проходов пилы задают и осуществляют счетно-импульсным реле Е-531. После выполнения заданной программы реле счета импульсов прекращает работу станка. В дальнейшем цикл работы повторяется. Электрошкаф с аппаратурой расположен отдельно от станка. Для удобства управления работой станка и его настройки на правой стороне станины смонтирован пульт кнопочной станции 10 и рядом с ним установлена лампа местного освещения 11.

Цикл заточки зубьев пилы автоматизирован с помощью гидропривода. Гидросхема станка представлена на рис. 12.27.

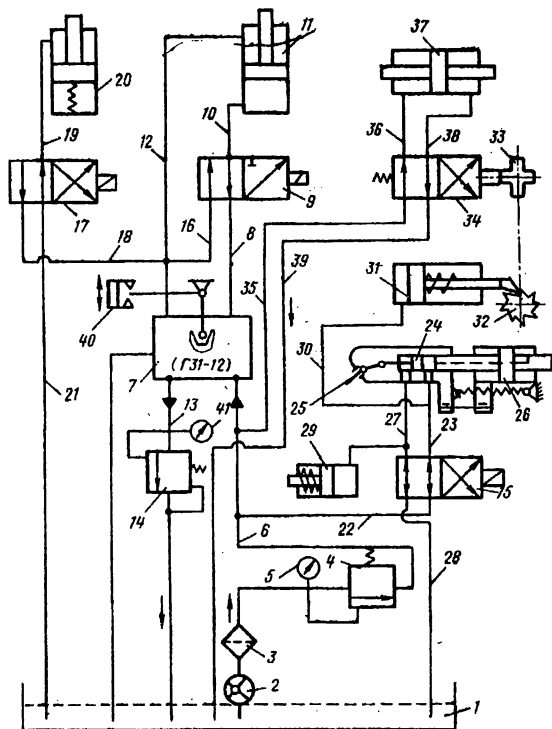


Рис. 12.27. Гидравлическая схема станка ТчПТ4

Масло из бака 1 насосом 2 через фильтр 3, предохранительный клапан 4 с подключенным манометром 5 подается в напорную магистраль 6. Далее масло через гидروпанель 7 по линии 8, через золотник 9 и линию

10 поступает в нижнюю полость гидроцилиндра 11. Из верхней полости гидроцилиндра 11 масло по линии 12 через гидропанель 7, линию 13, напорный золотник 14 поступает на слив в бак 1. Шлифовальная головка перемещается вверх.

При движении шлифовальная головка своим упором 40 переключает гидропанель, после чего масло через гидропанель 7 по линии 12 поступает в верхнюю полость гидроцилиндра 11, в это время из нижней полости гидроцилиндра 11 масло по линии 10, золотнику 9, линии 8, гидропанели 7, линии 13 и напорному золотнику 14 поступает на слив в бак 1. Шлифовальная головка перемещается вниз. При движении шлифовальная головка своим упором 40 выполняет обратное переключение гидропанели 7. В дальнейшем цикл повторяется.

После завершения заданного числа осциллирующих движений шлифовального круга вдоль обрабатываемой поверхности зуба срабатывает микропереключатель, дающий команду на включение электромагнита золотников 9 и 15. Масло от гидропанели 7 по линии 12 поступает в гидроцилиндр 11. Одновременно масло по линии 16, через золотник 9, линию 10 поступает в нижнюю полость гидроцилиндра 11. В верхней и нижней полостях гидроцилиндра 11 масло оказывается под давлением, и шлифовальная головка останавливается в верхнем положении. В это время происходит отжим пилы, подача на зуб и поворот шлифовальной головки на угол косой заточки.

В процессе заточки оправка, в которой зажата пила, своим упором нажимает на микропереключатель, дающий сигнал на включение электромагнита золотника 17. Масло от гидропанели 7 по линиям 12 и 18, через золотник 17, линию 19 поступает в цилиндр 20. Происходит попеременная подача шлифовального круга на глубину резания. При отключении электромагнита гидрозолотника 17 масло из гидроцилиндра под действием пружины вытесняется в линию 19, далее через золотник 17 и линию 21 поступает на слив в бак 1. При включении электромагнита золотника 15 масло по линии 22, золотнику 15 и линии 23 поступает в гидроцилиндр 24 - начинается движение штока этого цилиндра в крайнее левое положение. Подающий упор 25 заходит во впадину зуба пилы. Затем масло по каналу в штоке гидроцилиндра 26 поступает в его правую полость. Происходит подача пилы на один шаг.

Из левой полости гидроцилиндра 24 масло вытесняется по линии 27, через золотник 15 и линию 28 на слив в бак. Одновременно из рабочей полости гидроцилиндра 29 масло сливается в бак по линии 27, золотнику 15 и линии 28. Пила освобождается от гидравлического за-

жима, оставаясь зажатой толкo подпружиненным прижимом. Одновременно масло по линиям 23 и 30 поступает в рабочую полость гидроцилиндра 31. Храповое колесо 32 и сидящий с ним жестко на одной оси кулачок 33 поворачиваются. Кулачок 33 нажимает (либо отжимает) ролик золотника 34. При нажатом ролике золотника 34 масло по линии 35, через золотник 34, линию 36 поступает в гидроцилиндр 37; шлифовальная головка поворачивается в одну сторону. Масло из другой полости гидроцилиндра 37 по линиям 38, 39 идет на слив. При отжатом положении ролика золотника 34 масло по линии 35 через золотник 34, линию 38 поступает в другую полость гидроцилиндра 37; шлифовальная головка поворачивается в другую сторону.

Отключаются электромагниты золотников 9 и 15 через реле времени. Это необходимо для того, чтобы подающий упор успел остановиться после подачи пилы и сделать выдержку. Тогда обеспечивается стабильность подачи зуба пилы в рабочую зону шлифовального круга. При отключении электромагнита золотника 15 масло по линии 22 через золотник 15 и линию 27 поступает в левую полость гидроцилиндра 24. Подающий упор отводится из впадины зуба пилы. Одновременно масло поступает по линии 27 в гидроцилиндр 29, происходит прижим пилы. Из другой полости гидроцилиндра 24, а также из рабочей полости гидроцилиндра 26 под действием пружины масло вытесняется в линию 23, далее через золотник 15 и линию 28 поступает на слив в бак 1. Шток гидроцилиндра 24 возвращается в исходное положение.

При возвращении штока поршня цилиндра 24 в исходное положение масло из гидроцилиндра 31 по линиям 30 и 23, золотнику 15 и линии 28 поступает на слив в бак 1. На спускной магистрали 13, идущей от гидропанели 7, установлен напорный золотник 14 с манометром 41 для контроля плавности движения рабочих органов станка.

Настройка и наладка полуавтомата ТчПТ4. Заточиваемую пилу закрепляют гайкой на оправке и устанавливают на ось суппорта крепления пилы, при этом необходимо следить, чтобы передняя грань зуба пилы была обращена в сторону подающего упора механизма подачи пилы. Пилу перемещают по штанге суппорта так, чтобы впадина зуба была выше зажимных планок на 2 - 3 мм. Затем рукояткой фиксируют положение пилы на ее суппорте. Маховичком механизма прижима устанавливают по лимбу толщину диска пилы, а затем угол косой заточки (поворота шлифовальной головки) с помощью передвижных упоров и винтов. Контролируют установку по шкале поворотного кольца и по риску, расположенной на корпусе.левой рукояткой гидропанели устанавливают

ют скорость продольной подачи шлифовального круга вдоль обрабатываемой поверхности. Привод поперечной подачи должен быть при заточке передней грани выключен. При этом величина поперечной подачи фиксируется на лимбе механизма поперечной подачи. Шлифовальный круг отводят в крайнее левое положение.

При заточке передней грани механизм круговой подачи до начала работы должен находиться в нулевом положении. При настройке станка на заточку задней грани необходимо задать требуемую величину поперечной подачи круга на глубину врезания за двойной ход. Поворотом суппорта крепления пилы следует установить требуемый угол заточки по передней или задней грани зуба пилы. Затем суппорт надо зажать в заданном положении. Шаг зуба задают по лимбу маховичка подачи.

На реле счета импульсов №1 нужно установить число осциллирующих движений шлифовального круга вдоль затачиваемой грани зуба, а на реле счета импульсов №2 – число проходов (оборотов пилы). На пульте электрошкафа устанавливают требуемую скорость вращения шлифовального круга. На пульте управления, расположенном на станке, надо включить электродвигатель гидронасоса, а затем нажатием на кнопки "наладка" и "пуск" закончить наладку станка. Поворачивая правую рукоятку гидропанели, включают станок в наладочный. А затем в рабочий режим. Регулируя положение упоров шлифовальной головки, переключаящих гидропанель, опускают шлифовальную головку так, чтобы шлифовальный круг перемещался вдоль затачиваемой грани с выходом его рабочего пояса за зону шлифования. После этого вращением маховичков круговой или поперечной подачи в зависимости от затачиваемой грани зуба пилы подводят шлифовальный круг к затачиваемой грани зуба. В дальнейшем поперечная подача происходит автоматически. После выполнения заданного числа проходов станок автоматически отключается.

При переходе от заточки одной грани зуба пилы к заточке ее другой грани необходимо переставить шлифовальный круг так, чтобы его рабочая поверхность была направлена на обрабатываемую поверхность зуба.

Станок ТчПТ4 имеет следующие основные данные: диаметр затачиваемой пилы 160 - 630 мм, толщину диска 1,8 - 3,2 мм, ширину затачиваемой твердосплавной пластинки 2,6 - 4,5; шаг зубьев 10 - 55 мм; передний угол зубьев положительный 0 - 20°, отрицательный - 5, задний угол 10 - 20, наибольший угол косо́й заточки 30°, диаметр шлифовального круга 100 мм; окружную скорость вращения круга 16 и 32 м/с, авто-

матическую подачу круга на глубину резания 0,005 - 0,1 мм, величину хода шлифовальной головки 30 мм, настроечное перемещение шлифовальной головки 20 мм, число полных двойных ходов шлифовальной головки наибольшее 30, наименьшее 5 в минуту, число осциллирующих ходов шлифовальной головки при заточке одной грани зуба 2 и 3; рабочее давление масла в гидросистеме 0,8 МПа, производительность гидронасоса 12 л/мин, мощность электродвигателей гидронасоса 0,4 кВт. Размеры станка, мм: длина 1100, ширина без электрошкафа 1010, с электрошкафом 2010, высота 1600. Масса станка 525 кг, электрошкафа 75 кг.

Используется также полуавтомат ТчПТ6-ГЛ. Этот полуавтомат имеет окружную скорость вращения круга 18 м/с, число двойных ходов шлифовальной головки от 5 до 10 в минуту при отсутствии осцилляций, систему подачи СОЖ с гидронасосом производительностью 8 л/мин, массу 700 кг, длину 980, ширину 1100 мм. Остальные основные данные одинаковы с полуавтоматом ТчПТ4.

Рекомендуемые режимы заточки и доводки зубьев пил на станках ТчПТ4 и ТчПТ6-ГЛ представлены в табл. 12.7.

Таблица 12.7

Рекомендуемые режимы заточки и доводки зубьев пил на станках ТчПТ4 и ТчПТ6-ГЛ

Наименование операции	Марка круга	Режим работы			Примечание
		Окружная скорость, м/с	Число дв. ходов шлиф. головки	Поперечная подача, мм/дв. ход	
Заточка	АСО 160/125 ... 80/63, Б ₁ .100	30	20	0,02 - 0,05	без охлаждения
Доводка	АСО 80/63 ... 63/50, Б ₁ .50	30	2 - 3	0,005 - 0,001	то же
Заточка	АСО (АСР) 160/125 ... 80/63, Б ₁ .100	18	10	0,05 - 0,15	с охлаждением
Заточка	АСР 160/125 ... 80/63, МО 13.100 или Б ₁ .56	18	5	0,15 - 0,7	то же
Доводка	АСО (АСР) 80/63 ... 63/50? МО 13 (Б ₁₅₆). 100 ... 50	18	2 - 3	0,05 - 0,15	без охлаждения

Станки для заточки боковых граней зубьев круглых пил.

Для создания углов поднутрения и углов бокового зазора у напаянных пластинок твердого сплава при изготовлении или при ремонте пил ряд зарубежных фирм выпускает специализированные станки. Фирма "Фольмер Верке" выпускает полуавтомат SNAFTE для заточки боковых граней твердосплавных пластинок на зубьях круглых пил, осуществляющий глубинную заточку с автоматическим циклом работы.

Автоматизация процесса заточки, также как и на станке СНТ этой же фирмы, обеспечивается последовательной релейно-электроконтактной следящей системой. Программу работы станка устанавливают на пульте управления электрошкафа, расположенного отдельно от станка. Затачивают боковые поверхности пластинок зубьев пил одновременно двумя кругами. Схема процесса заточки боковых граней приведена на рис. 12.28.

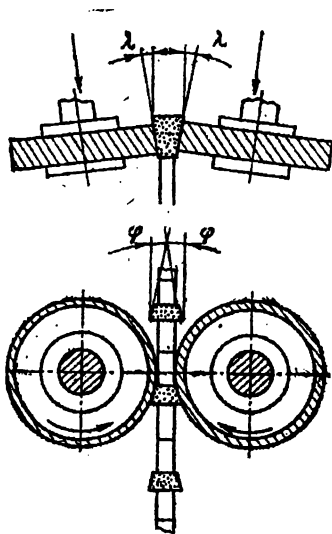


Рис. 12.28. Схема заточки боковых граней зубьев на станке SNAFTE

Заточку можно выполнять с применением СОЖ и без нее. Привод рабочих органов гидравлический. Шлифовальные круги приводятся во вращение от индивидуальных электродвигателей посредством клиноременной передачи.

Для заточки применяют специальные алмазные шлифовальные круги, позволяющие при определенных режимах работы за один проход снимать весь припуск на обработку до 1 мм.

На станке затачивают пилы диаметром 125 - 1000 мм с шагом зубьев до 125 мм, шириной твердосплавных пластин до 10 мм; при заточке обеспечивается угол поднутрения пластинок до 5° и угол бокового зазора до 8°. Диаметр шлифовальных кругов 100 мм; общая мощность электродвигателей 2,25 кВт.

Фирма "Альбер" выпускает полуавтомат AEDNK такого же назначения, оснащенный комплектом дополнительных приспособлений для заточки передних и задних граней твердосплавных зубьев круглых пил, заточки по боковым граням, а также одновременной пооперационной заточки всех режущих граней. Кроме этого, при переналадке станка можно обрабатывать заднюю стальную часть зубьев круглой пилы для подготовки к алмазной заточке. Угол поднутрения и бокового зазора может быть от 0 до 5°.

Станок работает по способу упругого глубинного шлифования. Весь припуск на обработку (заточку и доводку) снимается за один оборот пилы. Заточку и доводку выполняют алмазными шлифовальными кругами с применением СОЖ и без нее.

Фирма "Фольмер Дорнхан" выпускает полуавтоматы ASNK Dio-TS1000 и ASNK Dio-TS1720 для заточки боковых граней зубьев пил, оснащенных пластинками твердого сплава.

Затачивают боковые грани зубьев на них глубинным способом. Цикл работы станков автоматический благодаря электроконтактной следящей системе и гидравлическому управлению рабочих органов станка.

Заточку боковых граней зубьев выполняют одновременно с двух сторон чашечными алмазными шлифовальными кругами, работающими периферийной частью. Шлифовальные круги из исходного положения совершают быстрое движение в направлении затачиваемого зуба, но за 2 - 3 мм до его кончика скорость движения круга автоматически снижается до требуемой оптимальной величины и происходит заточка боковых граней. По выходе из зоны заточки шлифовальные круги быстро отводятся в стороны на 0,5 - 1 мм и быстро возвращаются вверх, а затем перемещаются по горизонтали в исходное положение. В дальнейшем движения кругов автоматически повторяются при каждом затачиваемом зубе.

Конструктивно эти полуавтоматы в основном аналогичны приведенным выше моделям ASNK Maximat этой же фирмы, но отличаются конструкцией шлифовальных головок. Вместо шлифовальной головки маятникового типа (рис. 12.29) две шлифовальные головки закреплены на одном подвиж-

ном суппорте. Перемещается суппорт в горизонтальной плоскости по направляющим с помощью гидроцилиндра. Настраиваемые перемещения шлифовальных кругов в горизонтальном, а также в поперечном и продольном направлениях выполняют с помощью соответствующих маховичков. Приводятся в движение шлифовальные круги от индивидуальных электродвигателей. Затачивают боковые грани зубьев пилы с применением СОЖ и без нее.

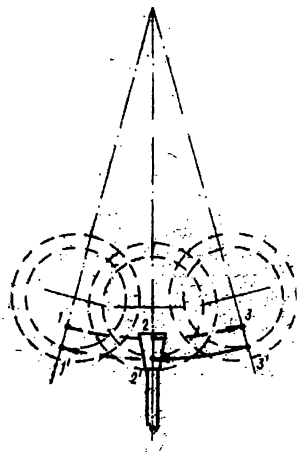


Рис. 12.29. Шлифовальная головка маятникового типа

Максимальная глубина стачивания твердосплавной пластины с каждой стороны 1,5 мм. Высокое качество заточенных поверхностей обеспечивается специальными алмазными шлифовальными кругами при соблюдении режимов их работы.

На этих станках затачивают пилы диаметром 800 - 1000 и 1720 мм, с шириной твердосплавных пластинок до 8 мм, с шагами зубьев 7-110 мм, с получением угла поднутрения до 3° и угла бокового зазора до 8° . Диаметры шлифовальных кругов 75 или 100 мм с посадочными отверстиями 20 мм. Окружная скорость шлифовального круга 17,5 м/с длина станков 2050 и 2130 мм, ширина 1560 и 1850 мм, высота 1500 мм; масса 850 и 880 кг.

12.2. Станки для заточки плоских ножей с прямолинейной режущей кромкой

Ножеточильные станки состоят из следующих основных узлов: станины, стола, каретки, механизма привода каретки, шлифовальной головки.

Станина предназначена для монтажа всех узлов станка, электрооборудования и системы подачи и сбора охлаждающей жидкости. Верхняя часть станины обычно имеет корытообразную форму с горизонтальными направляющими для движения каретки со шлифовальной головкой и размещения поворотного стола, на котором закрепляют затачиваемые ножи. На наружной передней поверхности станины-корыта установлены упоры и кулачки системы электроавтоматики и механизма автоматической подачи круга на врезание.

Основание станины выполняют в виде отдельных тумб или в виде цельной конструкции коробчатой формы. Первый вариант позволяет создать более легкую модель станка, второй вариант станка обладает большей жесткостью и стабильностью сохранения точности. При этом имеют в виду не только деформации, которые могут возникнуть при транспортировке и эксплуатации, но и деформации, неизбежно возникающие в процессе непрерывного старения отливки.

Внутри нижней станины размещают электроаппаратуру, гидравлическое оборудование (в случае применения гидропривода) и систему принудительного охлаждения с отстойником шлама. У крупных моделей ножеточильных станков с длиной шлифования более 3 м станину иногда изготавливают секционной из двух или более секций для облегчения изготовления отливки и ее обработки.

Каретка служит для установки на ней шлифовальной головки, механизмов ее привода и правки шлифовального круга. Это прямоугольная платформа, с несущими роликами по углам. На роликах каретка движется возвратно-поступательно по направляющим.

Во время заточки ножей и перемещения каретки точки приложения равнодействующих активных и реактивных сил не совпадают, возникает крутящий момент, стремящийся развернуть каретку в горизонтальной плоскости. Для предупреждения разворота несущие ролики имеют специальные бурты, базирующиеся по боковым плоскостям направляющих. Такая конструкция приводит к быстрому износу боковых плоскостей направляющих. Поэтому в современных моделях ножеточильных станков вместо буртов на несущих роликах применяют две пары дополнительных горизонтальных роликов, базирующихся по боковым плоскостям одной из направляющих, обычно задней. В этом случае интенсивного износа направляющих не наблюдается. Для того чтобы неравномерность ширины направляющей не приводила к появлению горизонтального люфта каретки или к заклиниванию роликов, одна из пар горизонтальных роликов выполнена жестко, а другая подпружинена. При этом усилие поджима должно превосходить усилия разворота и отжима каретки, возникающие при

заточке. Оси роликов, выполненные эксцентрично относительно их посадочных шеек в корпусе каретки, позволяют регулировать положения каретки в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При повороте осей каретка перемещается в вертикальном и горизонтальном направлениях в пределах величины эксцентриситета осей на 1 - 1,5 мм.

При заточке твердосплавных ножей алмазными кругами усилия отжима значительны. Поэтому для увеличения жесткости каретки в вертикальном направлении у станков для заточки твердосплавных ножей устанавливают две дополнительные пары вертикальных роликов, базирующихся по нижней стороне направляющих станины-корыта и препятствующих отжиму каретки в вертикальном направлении. В случае применения гидропривода ролики поджимаются гидравлически.

Механизм привода каретки, служащий для ее продольного перемещения по направляющим станины-корыта, может быть реечным, цепным, тросовым и гидравлическим.

При реечном приводе на задней поверхности корыта неподвижно крепится зубчатая рейка, в зацеплении с которой находится шестерня, установленная на каретке. Шестерня привода приводится во вращение от электродвигателя подачи через редуктор. При вращении электродвигателя подачи шестерня катится по рейке, приводя в движение каретку со шлифовальной головкой. Основные достоинства реечного привода - надежность и долговечность, отсутствие вибраций. Недостаток - расположение точки приложения тягового усилия снаружи станины-корыта, что приводит к возникновению крутящего момента в горизонтальной плоскости и увеличению нагрузки на боковые поверхности направляющих.

В случае применения цепного или тросового привода основной тяговый орган - цепочка или трос, крепящиеся к середине каретки, при этом крутящий момент, действующий в горизонтальной плоскости, невелик. Приводятся барабан, на который наматывается трос, или звездочка при цепной передаче от отдельного электродвигателя через редуктор подачи. Реверс каретки в любом варианте привода осуществляется обычно реверсом электродвигателя подачи.

Хорошо зарекомендовал себя гидравлический привод каретки, обеспечивающий плавный реверс и бесступенчатое регулирование скоростей продольной подачи.

Шлифовальная головка служит для размещения шпинделя со шлифовальным кругом, электропривода и механизма подачи на врезание шлифовального круга. В ряде моделей шпиндель - это отдельный узел и связан с электродвигателем плоскоременной или клиноременной передачей. У большинства моделей ножеточильных станков отдельный шпиндель

отсутствует, а шлифовальный круг установлен непосредственно на валу электродвигателя. При этом точность работы станка вполне удовлетворительная, а конструкция шлифовальной головки (по сравнению с первым вариантом) значительно упрощена.

Для заточки плоских ножей с прямолинейной режущей кромкой используется унифицированная гамма станков ТчН6-4, ТчН13-4, ТчН21-4, ТчН31-4, ТчН12-3, ТчН18-3, ТчН31-3. Станки, имеющие одинаковые конструкции и основные данные, отличаются длиной шлифования, мощностями приводов и массой.

Общий вид станка ТчН21-4 показан на рис. 12.30.

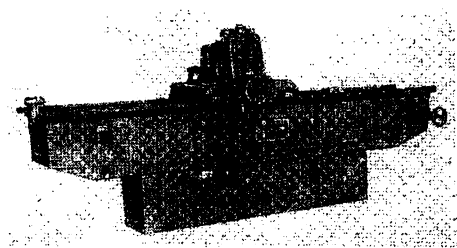


Рис. 12.30. Станок ножеточильный ТчН21-4

Кинематическая схема, общая для этих моделей, представлена на рис. 12.31.

На коробчатой жесткой станине 1 установлено корыто 2, имеющее на продольных бортах закрепленные болтами стальные плоские направляющие. Рабочие поверхности направляющих защищены от износа накладными закаленными стальными лентами. Внутри корыта смонтирован на продольном валу 3 поворотный стол 4 для установки затачиваемых ножей. Поворачивают стол на нужный угол заточки ножей по шкале маховичком 27 с червячной передачей.

Закрепляют тонкие ножи на столе с помощью быстродействующего приспособления 5 с пластинчатыми пружинящими прижимами. Это приспособление позволяет устанавливать по длине стола несколько коротких ножей один за другим и по высоте в два или три ряда один на другом с базированием задних кромок ножей на переставляемых по ширине стола ступенчатых упорах. Крепятся все установленные ножи пластинчатыми зажимами одновременно. Зажимы позволяют значительно повысить производительность станка за счет одновременной заточки комплектов ножей и получать равномерную ширину. Толстые ножи ус-

танавливают на другой рабочей поверхности стола, имеющей Т-образные пазы для зажимных болтов.

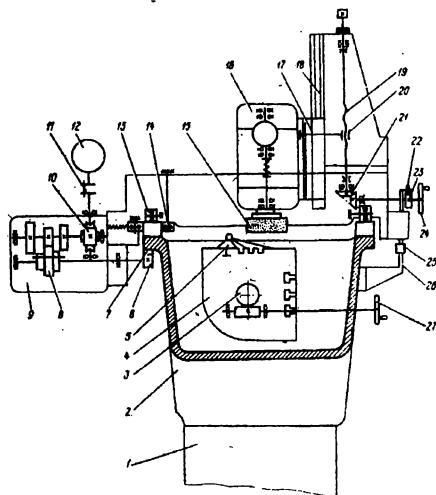


Рис. 12.31. Кинематическая схема станков Т4Н6-4, Т4Н13-4, Т4Н21-4, Т4Н31-4

Для обеспечения параллельности рабочих поверхностей стола поверхностям направляющих обрабатывают их после монтажа стола в корыте совместно с направляющими за одну установку на продольно-строгальном станке.

Перемещение каретки получает от шестеренчатого редуктора 9, приводимого электродвигателем 12 через кулачковую муфту 11 и червячную пару 10, посредством которой приводится во вращение входной вал редуктора. На выходном валу редуктора установлен на шпонке подвижный блок шестерен 8, перемещаемый вдоль вала поворотом рукоятки переключения скоростей продольной подачи каретки со шлифовальной головкой. На конце выходного вала имеется шестерня 6, находящаяся в зацеплении с закрепленной на заднем борту корыта зубчатой рейкой 7. При вращении шестерня перемещается по рейке, двигая каретку по направляющим на плоских опорных роликах 13. Для предотвращения разворота каретки в горизонтальной плоскости при ее реверсе она имеет две пары горизонтальных направляющих роликов 14, базирующихся по боковым поверхностям направляющих. Одна пара жестко установлена на каретке на закрепляемых после настройки эксцентричных осях. Другая пара смонтирована на подвижных осях и под-

жимается пружинами к направляющей, благодаря чему люфт между роликами и направляющей выбирается автоматически.

Реверс каретки происходит автоматически при изменении направления вращения ротора электродвигателя 12 из-за переключения путевыми бесконтактными переключателями БВК. Переключатели установлены на продольной штанге, закрепленной на передней стенке корыта, и могут переставляться в соответствии с длиной затачиваемых ножей. Приводится редуктор от электродвигателя с мягкой характеристикой, позволяющего ослабить рыбки каретки в момент реверса и снизить ее вибрацию.

Шлифовальный круг 15 с оправкой крепят непосредственно на валу электродвигателя 16, установленного на поворотном диске 17, размещенном на суппорте 18. Для снятия и установки шлифовального круга диск 17 с электродвигателем поднимают над платформой каретки и поворачивают на 90° в вертикальной плоскости. Поднимается и опускается электродвигатель по вертикальным направляющим суппорта 18 вращением ходового винта 19 маховичком 24 посредством пары конических шестеренок 21 и гайкой 20. Подача шлифовального круга вниз на заданную по шкале глубину врезания происходит автоматически за каждый двойной ход каретки в ее крайнем левом положении. При подходе каретки к этому положению толкатель на горизонтальном валике своим роликом 25 набегает на профилированный неподвижный кулачок 26 и перемещает вверх собачку 22, поворачивающую храповое колесо 23 на число зубцов, задаваемое установкой поворотного ограничительного щитка (перекрышки). Поворот храпового колеса через зубчатую коническую пару 21 передается ходовому винту 19, по которому перемещается гайка 20, жестко связанная с ползуном суппорта.

При настройке шлифовального круга подают вручную, вращая маховичок 24. На верхнем конце ходового винта 19 установлен лимб для отсчета величины подачи круга, позволяющий визуально ее контролировать при настройке и работе.

Все кнопки управления работой станка смонтированы на пульте, на передней стенке станины. Амперметр на пульте позволяет вести контроль за нагрузкой электродвигателя привода шлифовального круга и режимом заточки. При отклонении от режима заточки, например, при увеличении толщины снимаемого слоя металла, засаливании круга, показания амперметра резко возрастают. Станки имеют систему подачи СОЖ на затачиваемую грань ножа в зоне заточки.

Основные данные ножеточильных станков представлены в табл. 12.7.

Основные данные ножеточильных станков

Наименование параметра	Значение параметра для станка				
	ТчН6-4	ТчН13-4	ТчН21-4	ТчН31-4	ВЗ-157
Длина шлифования наибольшая, мм	670	1270	2000	3100	1320
Ширина ножей наибольшая, мм	200	200	200	200	200
Толщина ножей наибольшая, мм	15	15	25	25	15
Угол поворота стола, град.	15-90	15-90	15-90	15-90	0-90
Диаметр шлифовального круга, мм	200	200	200	200	150
Скорость шлифовального круга, м/с	30	30	30	30	30
Величина продольной подачи, м/мин	4-7-12	4-7-12	4-7-12	4-7-12	4-7-12
Величина подачи круга на врезание, мм/ дв.ход	0,005-0,04	0,005-0,04	0,005-0,04	0,005-0,04	0,005-0,04
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	2,225	2,225	3,725	3,725	3,33
Размеры, мм:					
длина	1950	2325	3050	4200	2722
ширина	1060	1060	1060	1060	1205
высота	1400	1530	1630	1320	1620
Масса, кг	1200	1400	2000	1800	1500

12.3. Станки для заточки фрез

Для заточки фрез широко применяются специализированные станки настольного исполнения или на станине.

По конструкции станки бывают с подвижной или неподвижной шлифовальной головкой. При неподвижной шлифовальной головке продольная подача осуществляется за счет перемещения стола с затачиваемой фрезой, при подвижной - за счет перемещения шлифовальной головки относительно затачиваемой фрезы.

По компоновке основных узлов различают станки с вертикальным или горизонтальным расположением оси затачиваемой фрезы. При вертикальном расположении шлифовальный круг перемещается нормально к главной режущей кромке фрезы, при горизонтальном расположении - вдоль главной режущей кромки фрезы.

Станки состоят из следующих основных узлов: станины, шлифовальной головки, стола, приспособлений и делительного устройства для установки и поворота фрезы на шаг зубьев.

Станина предназначена для монтажа всех узлов станка, размещения электрооборудования и системы принудительного жидкостного охлаждения. Верхняя часть станины независимо от исполнения станка имеет корытообразную форму для стока охлаждающей жидкости.

Шлифовальная головка служит для размещения шпинделя со шлифовальным кругом и электропривода. Шпиндель с электродвигателем связан обычно клино- или плоскоременной передачей. Шпиндель монтируют на двух опорах - подшипниках качения и скольжения. Шпиндельные подшипники скольжения находят все более широкое применение, так как имеют хорошую жесткость и виброустойчивость. Они обеспечивают высокие точность заточки и чистоту заточенной поверхности.

Ввиду того, что от качества работы шлифовальной головки во многом зависит качество всего станка, к ее изготовлению и сборке предъявляют высокие требования. Рабочие шейки шпинделя должны иметь: допусковую овальность 0,5 - 2 мкм, конусность 0,5 - 3 мкм в зависимости от диаметра и длины. Шероховатость поверхности рабочих шеек не ниже 10-го класса. Допустимое смещение центра тяжести вращающихся деталей не должно превышать 0,003 мм. Заточной круг в сборе с план-шайбой тщательно балансируют. Допустимое смещение центра тяжести не более 0,02 мм.

Шлифовальная головка в сборе должна удовлетворять следующим условиям: осевое биение шпинделя не более 0,003 - 0,005 мм, а радиальное биение - 0,005 - 0,008 мм; жесткость шпиндельного узла, измеренная относительно стола, 2940 - 3920 Н/мм; амплитуда колебаний шлифовальной головки (вибрация относительно фрезы) на холостом ходу - не более 0,002 - 0,006 мм.

Стол служит для установки приспособления с затачиваемой фрезой и перемещения ее относительно шлифовального круга. Такое перемещение выполняют механизмы продольной и поперечной подачи. В продольном направлении стол движется с помощью реечной или гидравлической передачи по направляющим скольжения или качения.

Направляющие качения обычно применяют для повышения чувствительности механизмов точных перемещений или равномерных медленных движений, повышения допустимых скоростей и обеспечения требуемой долговечности; облегчения ручных перемещений. Основным недостатком направляющих качения по сравнению с направляющими скольжения - пониженная демпфирующая способность при колебаниях в направлении перемещения.

В поперечном направлении стол движется с помощью винтовой пары по направляющим качения или скольжения. Для обеспечения точности поперечной подачи на весьма малую величину (0,005 - 0,01 мм) применяют уст-

ройства для выборки люфта в винтовой паре. Устройство с предварительной регулировкой зазора имеет гайку, состоящую из неподвижной и регулируемой частей. Смещая регулируемую часть гайки ее вращением, устраняют имеющийся зазор в винтовой передаче. Недостаток подобной системы - необходимость регулировки при определенном положении винта поперечной подачи. Так как шаг винта может иметь отклонения по своей величине, на разных участках винта появится повышенный натяг или зазор.

Делительная головка - один из основных узлов станка, от которого зависит точность заточки. Она служит для установки затачиваемой фрезы и ее поворота на требуемый угол заточки очередного зуба с последующей фиксацией в этом положении. По своей конструкции делительные головки, применяемые на заточных станках, бывают с делением по лимбу, делительному диску и упору.

Делительные головки по лимбу применяют обычно в универсальных заточных станках, где база деления - лимб головки и деление выполняют только вручную.

Делительные головки с делением по делительному диску применяют как на универсальных, так и на специализированных заточных станках для фрез, где база деления - делительный диск с фиксатором. Деление можно выполнять как вручную, так и автоматически.

Деление по упору конструктивно выполняют в двух вариантах:

- 1) затачиваемый зуб базируется незатачиваемой гранью по неподвижной упорке; деление осуществляется вручную;
- 2) затачиваемая фреза поворачивается подающей собачкой в затачиваемый зуб, обычно в затачиваемую грань; деление происходит автоматически.

Для заточки фрез применяют специализированные станки: ТчФК - для заточки концевых фрез и фрезерных цепочек; полуавтомат ТчФА - для заточки стальных насадных фрез; полуавтомат ТчФт - для заточки стальных и твердосплавных цельных и сборных насадных фрез.

Станок ТчФК (рис. 12.32) состоит из четырех основных узлов: станины, стола, делительной головки и шлифовальной головки.

Все исполнительные движения (продольная подача, поперечная подача, подача на врезание, деление) выполняются вручную. Станок настольного типа со станиной - основанием 1 в виде массивной прямоугольной плиты. Продольная подача осуществляется столом 11 при повороте рукоятки 12. Стол с делительной головкой 9 перемещается по направляющим качения на расстояние 120 мм. Деление на число зубьев фрезы производят поворотом маховичка 10. Электродвигатель 6 привода шлифовального круга установлен на колонке 4, которая может передвигаться

гаться вручную маховичком. Колонна установлена на суппорте 3, с помощью которого шлифовальная головка перемещается в поперечном направлении до 60 мм. Поднимают колонку, вращая маховичок 5.

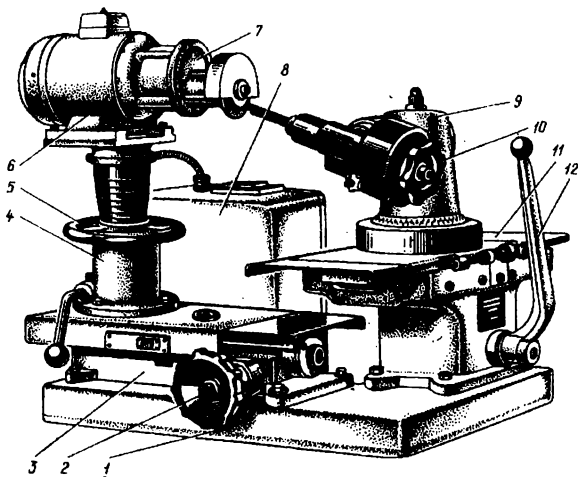


Рис. 12.32. Станок ТчФК для заточки концевых фрез

Затачивают концевые фрезы кругом малого диаметра 75 мм, поэтому для получения оптимальных скоростей его вращения применяют ускорительную насадку 7, состоящую из зубчатой передачи с внутренним зацеплением. Это обеспечивает скорость круга 25,4 м/с. Шестерня большого диаметра с внутренним венцом установлена на валу электродвигателя, шестерня малого диаметра укреплена на шпинделе. Корпус ускорительной насадки крепят непосредственно на фланце электродвигателя. Электрооборудование размещено в коробке 8.

На станке затачивают концевые фрезы диаметром до 30 мм с длиной режущей части до 100 мм, числом зубьев 2, 3, 4, 8. Кроме концевых фрез можно затачивать фрезерные долбежные цепочки. Диаметр шлифовального круга 75 мм, мощность электродвигателя 0,27 кВт. Длина станка 620 мм, ширина и высота по 510 мм масса 110 кг.

Станок ТчФА (рис. 12.33) предназначен для автоматической заточки абразивными кругами цельных насадных затылованных стальных фрез. Он состоит из следующих основных узлов: коробчатой станины 1, электродвигателя 2, шлифовальной головки 5 и делительного механизма 3. Затачиваемая фреза 4 крепится на горизонтальном шпинделе делитель-

ного механизма на передней стороне станка. Зона заточки освещается лампой 6. Заточка производится за счет качательных движений шлифовальной головки. Управляют работой станка с кнопочной станции 7.

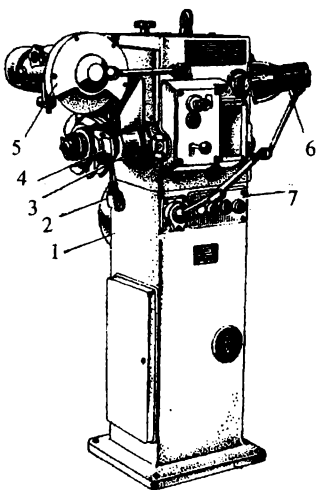


Рис. 12.33. Станок ТчФА для заточки насадных затылованных фрез

Недостаток этого станка, имеющий принципиальное значение, - его узкая специализация на заточку только затылованных фрез по передней грани зубьев шириной до 60 мм. Заточка фрез по задней грани, а также заточка сборных фрез невозможна.

Станок ТчФА имеет следующие основные данные: на станке затачивают стальные затылованные насадные фрезы диаметром 80 - 180 мм, высотой до 60 мм, имеющие 2, 3, 4, 6, 8, 12 зубьев, с автоматическим делением по шагу зубьев. Диаметр шлифовального круга: нового 200 мм, изношенного 180 мм; скорость 30,4 м/с. Наибольшее вертикальное перемещение круга (амплитуда качания) 50 мм, скорость подачи на фрезу 3,5 м/мин. Число двойных ходов (качаний) круга 18 в минуту; поперечное осевое перемещение до 45 мм. Автоматическая круговая подача шлифовального круга на глубину врезания 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 мм для фрезы диаметром 150 мм; для других фрез величины этих подач изменяются пропорционально их диаметрам. Мощность электродвигателя 1,1 кВт. Длина станка 670, ширина 670, высота 1275 мм, масса 290 кг.

Полуавтомат ТчФТ предназначен для алмазной заточки цельных фрез и плоских ножей сборных фрез, оснащенных пластинками твердого сплава, а также для абразивной и эльборовой заточки стальных фрез (рис. 12.34).

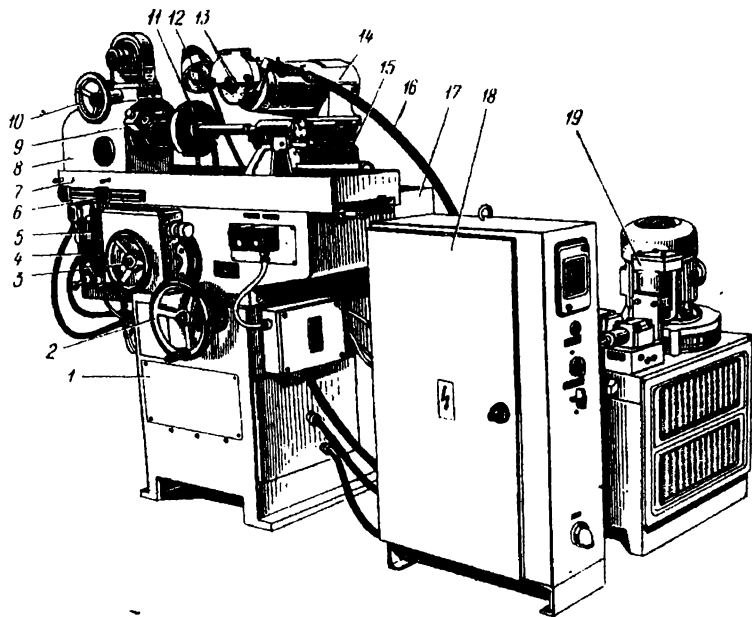


Рис. 12.34. Станок ТчФТ для заточки твердосплавных насадных фрез и ножей

Станок имеет гидравлический привод продольного и поперечного перемещений стола, поворота и зажима шпинделя делительной головки, зажима колонки шлифовальной головки.

Станок состоит из станины, стола с механизмами продольной и поперечной подачи, делительной головки и задней бабки, вертикальной колонки со шлифовальной головкой, системы охлаждения гидравлической станции, гидросистемы, шкафа с электрооборудованием.

Жесткая коробчатая станина 1 выполнена в виде цельной отливки. Внутри нее расположена часть гидроаппаратуры, а сбоку насос с баком СОЖ, подаваемой шлангом 16 в зону заточки. По направляющим скольжения в задней части станины перемещается в вертикальном направлении колонка 15 с установленной на ней шлифовальной головкой 14, в которой смонтирован в разрезной гильзе шпиндель шлифовального круга 13. Ко-

лонка перемещается при вращении маховичка 2, расположенного на передней стороне станины, посредством червячного редуктора, зубчатой рейки и шестерни. По перечным направляющим на верху станины перемещается траверса 17, имеющая продольные направляющие для перемещения подвижного стола 7. Приводится шпиндель шлифовальной головки плоскороменной передачей от двухскоростного электродвигателя, установленного на нижнем конце колонки на хомуте, передвигающемся по ней для регулирования натяжения ремня. На столе 7 крепится передняя бабка 8 с поворотной делительной головкой 9 с механизмом круговой подачи фрезы 11. Стол перемещается в продольном направлении, а траверса с колонкой шлифовальной головки в поперечном.

При настройке до соприкосновения шлифовального круга с зубом фрезы траверса перемещается вручную маховичком 3, а при заточке подача траверсы на глубину резания круга - автоматическая гидроцилиндром, на штоке которого установлена собачка, поворачивающая храповик с ходовым винтом. Продольное перемещение стола при заточке осуществляет автоматически реверсивный гидроцилиндр. Величину хода стола ограничивают установленные на нем упоры. Перестанавливающийся при движении стола упор 6 надвигается на двуплечий рычаг 5, поворачивающий вилку, переключающую золотник гидропанели 4. Скорость перемещения стола 0,5 - 4 м/мин. Круг на глубину резания подается в поперечном направлении автоматически от 0,005 до 0,04 мм с градацией через 0,005 мм за каждый двойной ход стола.

Задаёт число двойных ходов стола и командует на срабатывание исполнительных механизмов поперечной и круговой подачи фрезы реле счета импульсов Е-531. Число ходов устанавливают предварительно от 1 до 25.

На столе с левой стороны смонтирована делительная головка со шпинделем, на котором установлена на оправке фреза. На правой стороне стола закрепляют заднюю бабку с выдвинутой пинолью, зажимающей оправку фрезы.

Заднюю грань зубьев фрезы затачивают при поперечной подаче, а переднюю при круговой. Круговую подачу фрезы выполняет механизм поворота делительной головки. Привод механизма поворота и продольное перемещение стола осуществляют гидравлической системой. Шпиндель делительной головки установлен в гильзе, поворачивающейся посредством червячной передачи от гидроцилиндра. Поворачивается фреза на шаг зуба автоматически подающей собачкой, качающейся при осевом перемещении червячного вала. Настраивают ход собачки, изменяя величину обратного хода червячного вала профильным кулачком. Кулачок

передачи вращения с вала I на вал II. Пружина 4, регулируемая гайкой 3, перемещает шестерни 5 и 6 влево, чем обеспечивает их беззазорное зацепление с закрепленными на валу II шестернями. Винт 2 и гайка 1, закрепленная на станине, обеспечивают поперечное перемещение стола. Собачку 10 в исходное положение возвращает пружина 11. Вручную стол перемещается маховичком 9.

Продольное перемещение стола осуществляется гидроцилиндром 13 и ограничивается неподвижным 18 и подвижным 15 упорами. Реверсирование происходит при наезжании упора 15 на рычаг 17, связанный с вилкой 16, поворачивающей ось гидропанели 14. При делении на шаг зуба поворачивает фрезу, закрепленную на шпинделе делительной головки, гидроцилиндр 20 через червяк 21 и поворотную гильзу 25, жестко связанную с корпусом подающего механизма 29.

Ход при повороте фрезы ограничен упором 30, при возвращении - сменным упором (кулачком) 28. Зажимается шпиндель 34 делительной головки от гидроцилиндра 19 посредством рычага 22 и диска 24, жестко связанного со шпинделем 34. Отжимается шпиндель пружиной 23. Изменяют зону качания собачки подающего механизма, вращая маховичком конические шестерни 26 и шлицевой вал. Устанавливают собачку подающего механизма в зависимости от диаметра фрезы, вращая маховичком 32 винт 31 и сухарь 33. Отжимают подпружиненную пиноль 35 задней бабки ручным рычагом.

Вращение шпиндель шлифовального круга 36 получает от двухскоростного электродвигателя 50 через плоский ремень 37. Скорость вращения круга при его диаметре 150 мм 33,5 и 17,5 м/с; при диаметре 125 мм 28 и 14,5 м/с. Установочное поперечное перемещение колонки со шпинделем выполняют маховичком 7, передающим вращение от вала III валу IV через шестерни 48 и 49, червячную передачу 47, вал V - V', реечную шестерню 45 и рейку 46. Зажимается шлифовальная колонка гидроцилиндром 41 через рычаги 40 и 43, винты 39, 42 и сухари 38, 44.

Основные данные станка: размеры затачиваемых фрез: диаметр 80 - 200, ширина 4 - 200 мм, передний угол зубьев 0 - 30°, задний угол 10 - 25°, число зубьев 2, 3, 4, 6, 8, угол поворота шлифовальной головки 15°; диаметры шлифовального круга 125 и 150 мм, скорость вращения круга при диаметре 125 мм 14,5 и 28 м/с, при диаметре 150 мм - 17,5 и 33,5 м/с. Скорость продольной подачи 0,5 - 6 м/мин, поперечная подача на глубинную врезания шлифовального круга за двойной ход стола 0,05; 0,01; 0,02; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04 мм.

Мощность электродвигателей приводов, кВт: шпинделя 0,7 - 0,9; гидронасоса 2,2; насоса и магнитного сепаратора системы охлаждения

0,2. Масса 1465 кг. Жесткость системы станок - приспособление - инструмент - деталь 160 Н/мм, амплитуда относительных колебаний системы 6 - 8 мкм при 46 - 60 Гц. Эти данные обеспечивают качественную заточку алмазными и эльборовыми шлифовальными кругами и оптимальные режимы работы.

12.4. Станки универсально-заточные

На универсально-заточных станках, применяя различные приспособления, затачивают разные виды стального твердосплавного дереворежущего инструмента.

Затачивается инструмент на универсально-заточных станках с ручным приводом движения благодаря перемещению шлифовального круга вдоль обрабатываемой поверхности, с выходом его режущей кромки за пределы поверхности обработки. Такой метод заточки принято называть "на проход".

Базовая модель гаммы универсально-заточных станков - модель 3В642 (рис. 12.36).

Для крепления дереворежущего инструмента при его заточке на универсально-заточных станках разработан комплект специальных съемных приспособлений:

ПИ 32М - для круглых пил диаметром 235 - 400 мм, с числом зубьев 16, 24, 36, 48, 56, 60;

ПИ 32Г - для крепления цельных фрез и круглых пил диаметром 160 - 250 мм, шириной до 20 мм с числом зубьев 8, 9, 12, 18;

ОН - для крепления ножей длиной до 200 мм, толщиной до 15 мм;

ОФ 22/35 - оправка для фрез с посадочным отверстием 22/35 мм, шириной до 160 мм;

ОФ 35/65 - оправка для фрез с посадочным отверстием 35/65, шириной до 200 мм;

ОШ - оправка для крепления пил диаметром 230 - 450 мм при боковой шлифовке граней зубьев.

Шпиндель шлифовального круга имеет четыре частоты вращения: 37; 52,5; 75 и 105 с⁻¹. Благодаря этому обеспечивается оптимальная окружная скорость шлифовального круга как при заточке, так и при доводке инструмента. Привод шлифовального круга ременный двухступенчатый: первая ступень состоит из двух клиновых ремней, вторая - из плоского бесконечного ремня, изготовленного из синтетических материалов. Это снижает возмущающие нагрузки и повышает виброустойчивость станка. Две пары шкивов различных диаметров клиноременной передачи

позволяют получить две частоты вращения шпинделя шлифовального круга. Станок снабжен системой подачи СОЖ и приспособлениями, предотвращающими ее разбрызгивание.

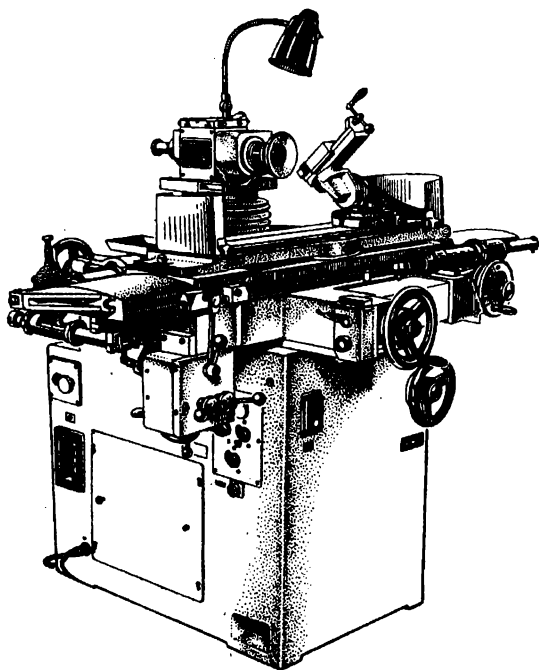


Рис. 12.36. Универсально-заточный станок 3B642

Кинематическая схема станка 3B642 представлена на рис. 12.37.

В станине 1 на подвешенном кронштейне 3 установлен двухскоростной электродвигатель 2 привода шлифовального круга с двухступенчатой клиноременной передачей с промежуточным валом 5. На шпинделе 11 насажен шкив плоскоремненной передачи шлифовальной головки. Натягиваются клиновые ремни роликом 4. Поворачивается кронштейн вручную, затем стопорится стяжной обоймой. Плоский ремень натягивают винтом 6, перемещающим кронштейн на колонке 7 в вертикальной плоскости.

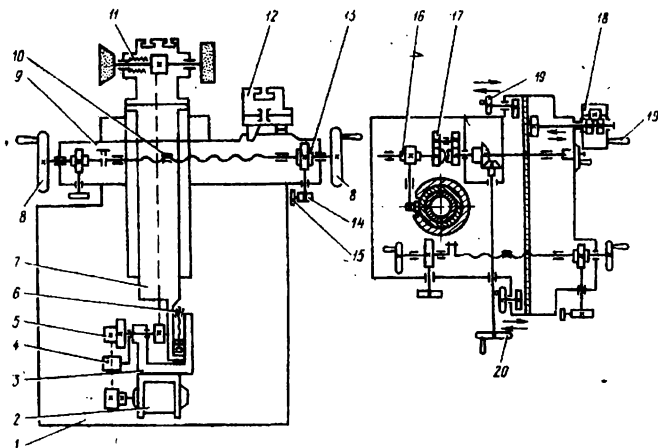


Рис. 12.37. Кинематическая схема станка 3В642

Салазки 9 перемещаются в поперечном направлении винтовой парой 10 при вращении одного из двух маховичков 8. Наличие двух маховичков позволяет обслуживать станок с передней и задней сторон. Тонкая поперечная подача выполняется маховичком 15 через червячную пару 13 с передаточным отношением 5:50. Движение подачи передает шариковая муфта, расположенная внутри ходового винта. На валу червяка имеется храповое колесо 14 для толчковой тонкой подачи.

Стол 12 в продольном направлении перемещается вручную одним из маховичков 19 через передачу шестерня - рейка. Для замедленного движения стола 12 используют планетарный механизм 18 с передаточным отношением 1:10. Вертикальное перемещение шлифовальной головки осуществляется маховичком 20 через кулачковую муфту 17 и червячную пару 16 с передаточным отношением 2:56 (быстрая подача) или без кулачковой муфты через планетарный механизм (медленная подача). Качественную заточку инструмента обеспечивает высокая точность изготовления шпинделя шлифовального круга.

Точность универсально-заточного станка должна отвечать требованиям: радиальное биение шпинделя шлифовального круга не более 0,005; осевое биение не более 0,004 мм.

Динамическая характеристика станка определяется его жесткостью и виброустойчивостью. Амплитуды относительных колебаний стола и

шлифовальной головки на холостом ходу не должны превышать 4 мкм. При этом статическая жесткость системы станок - приспособление - инструмент - деталь должна быть не менее 5,88 кН/мм. При заточке дереворежущего инструмента амплитуда относительных колебаний может быть больше, но не должна превышать 8 мкм, а статическая жесткость при этом не должна быть ниже 3,14 кН/мм.

В гамму универсально-заточных станков входит еще несколько моделей, применяемых для заточки дереворежущего инструмента: 3Б641, 3В641, 3Б642.

Станки 3В641 и 3Б642 имеют ручной привод подачи, а 3Б641 и 3Б642 - гидрофицированный автоматический привод продольной подачи и ручной привод поперечной подачи стола.

Все станки этой гаммы в основном аналогичны по конструкции и имеют ряд одинаковых основных данных, отличаются они размерами затачиваемого инструмента, мощностью привода шпинделя, диаметром шлифовального круга, частотой вращения шлифовального круга, габаритом и массой.

Станки 3В641 и 3Б641 имеют длину 1530 мм, ширину 1345, высоту 1410 мм, массу 700 кг, наибольший диаметр шлифовального круга 150 мм.

Станки 3В642 и 3Б642 имеют длину 2330, ширину 1660, высоту 1550 мм, массу 1280 кг, диаметр круга 200 мм.

У первых станков наибольший диаметр затачиваемого инструмента 160, у вторых - 250 мм. Диаметр затачиваемых пил у первых станков 160 - 400, у вторых 160 - 600 мм. Наибольшая длина затачиваемых ножей у первых станков 280, а у вторых 450 мм. Мощность электродвигателя 0,56/0,7 и 1/1,4 кВт. Остальные данные для всех четырех станков одинаковые: число фиксированных делений поворотной головки 6, 8, 12; угол поворота стола $\pm 45^\circ$, шлифовальной головки 350° . Цена деления лимба вертикальной обычной подачи 0,05 мм, тонкой 0,005 мм.

Частота вращения шлифовального круга, с⁻¹: у станка 3В641 26,7; 52,5; 105; 150; у станка 3Б641 18,7; 37,3; 75; у станков 3В642 и 3Б642 37,3; 52,5; 75; 105.

Разработан механизм гидравлической автоматической продольной и поперечной подач для универсально-заточных станков. Комплект механизмов состоит из серийной гидравлической станции Г48-22Н, гидропанели Г31-12, золотника Г74-22Н, храпового колеса с собачкой, цилиндров привода рабочих органов станка.

Гидравлическая схема этого механизма дана на рис. 12.38.

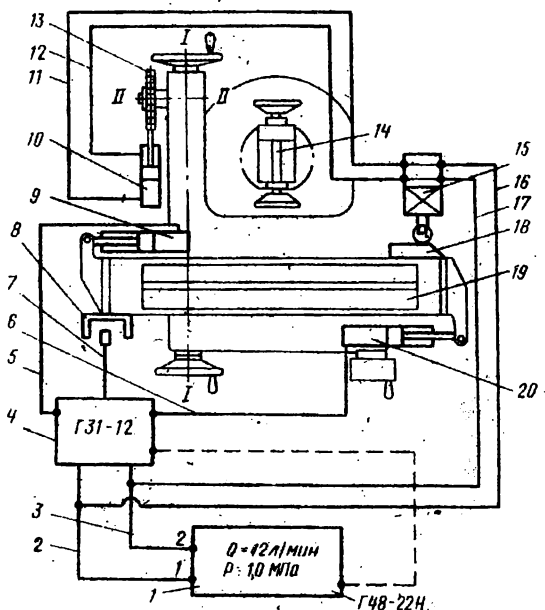


Рис. 12.38. Гидравлическая схема привода автоматической продольной и поперечной подачи для универсально-заточного станка

Масло от гидростанции 1 по линии 2 поступает в гидропанель 4 и далее по линии 5 или по линии 6 поступает в цилиндры 9 или 20 продольной подачи стола 19. Стол при своем движении упорами 8 переключает рычаг 7 реверса гидропанели 4. Шлифовальная головка 14 подается в продольном направлении за каждый двойной ход стола, который своим скосом 18 нажимает на ролик гидрозолотника 15. Последний переключает напорную магистраль. Масло через этот золотник и линию 11 поступает в цилиндр 10. При этом поступательное движение штока цилиндра преобразуется во вращательное движение храпового колеса 13 механизма поперечной подачи стола. При креплении храпового колеса на оси I – I осуществляется грубая (большая) поперечная подача, а при креплении на оси II – II - тонкая (малая) поперечная подача.

Универсально-заточной полуавтоматический станок ТчУ-Гл предназначен для алмазной глубинной заточки твердосплавного дереворежу-

шего инструмента - пил круглых, фрез цельных, ножей плоских (рис. 12.39).

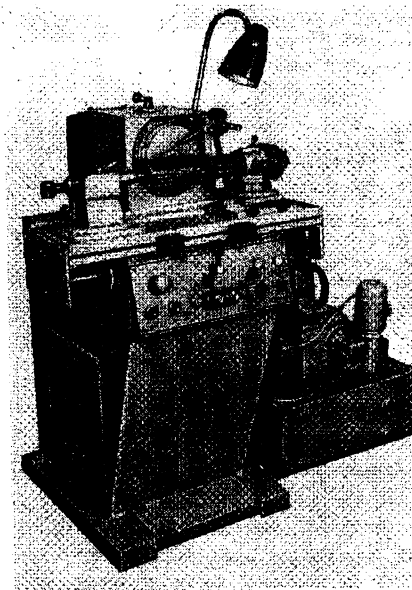


Рис. 12.39. Универсально-заточной станок ТЧУ-Гл для алмазной глубинной заточки круглых пил, фрез, ножей

Станок имеет следующие основные данные. Диаметр затачиваемых пил 160 - 630 мм, фрез 80 - 200 мм, высота сборных фрез до 200 мм; углы зубьев инструмента передний и задний до 30°; разворота шлифовальной головки в горизонтальной плоскости $\pm 3^\circ$. Автоматическая подача: поперечная на глубину резания круга 0,1 - 1 мм за двойной ход, продольная 0,3 - 2,5 м/мин. Число делений на универсальной делительной головке 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16. Диаметр алмазного шлифовального круга 80 и 100 мм. Мощность привода шлифовального круга 1/1,4 кВт. Масса станка 500 кг.

12.5. Станки для заточки пильных цепей

Для заточки пильных цепей используют станки УЗС-6, ЛВ-9.

12.5.1. Заточной станок УЗС-6

Станок УЗС-6 (рис. 12.40 а, б) состоит из следующих основных узлов: основания I, суппорта II, головки подачи III, шлифовальной головки IV, приспособления для установки пильных цепей V, вентилятора VI, электропривода VII и приспособления для заточки пильных дисков переносных сучкорезок.

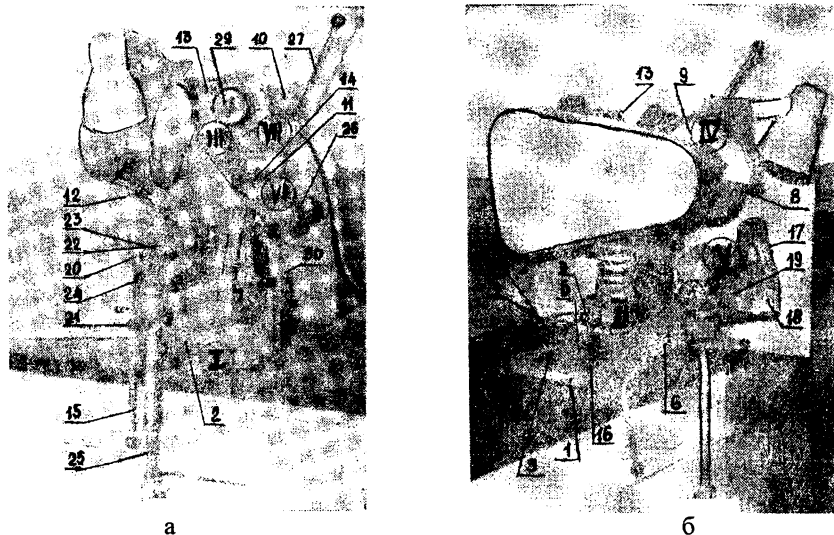


Рис. 12.40. Заточной станок УЗС-6

Основание станка представляет собой плиту 1, которая крепится к верстаку четырьмя болтами. На плите укреплена вертикальная стойка 2, несущая на себе все узлы станка. На плите установлена наковальня 3, которая служит для ремонта пильных цепей.

В средней части стойка имеет резьбу, на которую навернута гайка-шестерня, имеющая сцепление с червяком микрометрического винта 5. Вращением рукоятки микрометрического винта осуществляется вертикальное перемещение суппорта 4 с кареткой 6 и всем приспособлением для заточки пильных цепей. Величина вертикального перемещения суппорта отсчитывается по градуированному лимбу с ценой деления 0,1 мм.

Суппорт 4 может также поворачиваться вокруг стойки 2 и фиксироваться в нужном положении стопорным винтом 7.

В верхней части стойки расположена головка подачи, к ней крепится шлифовальная головка, состоящая из корпуса, в котором на двух радиальных шарикоподшипниках установлен шпиндель. На одном конце шпинделя установлен абразивный круг 8, а на другом конце насажен шкив для привода вращения шпинделя от электродвигателя. Абразивный круг сверху закрыт кожухом ограждения 9.

На кронштейне головки подачи закреплены электродвигатель 10 и корпус вентилятора 11. От вала электродвигателя вращение передается через шкив (двухручьевой) и клиновидный ремень 12 на шкивы шлифовальной головки и вентилятора. Наружный, меньший шкив по диаметру ручей шкива электродвигателя служит для передачи вращения от двигателя мотопилы.

Натяжение ремня регулируется перемещением электродвигателя.

Вертикальное перемещение шлифовальной головки и головки подачи осуществляется рычагом 27. Возврат шлифовальной головки в исходное, верхнее положение происходит под действием пружины, которая помещена внутри корпуса головки подачи. Усилие пружины регулируется винтом 13.

Для предотвращения поворота шлифовальной головки вокруг продольной оси стойки станка внутри кронштейна головки подачи помещен фиксатор, перемещение которого регулируется винтом 14.

На основании суппорта укреплен каретка 6, несущая на себе приспособление для установки пильных цепей. Подвижная часть каретки, закрытая кожухом, перемещается в продольном направлении по направляющим неподвижной части каретки при помощи шестерни и рейки поворотом рычага 15.

Величина хода и положение каретки регулируется винтом 16. На каретке укреплен кронштейн 17, соединенный шарнирно со щекой 18. Щека может поворачиваться в вертикальной плоскости на 25° вперед и назад, положение щеки фиксируется через каждые 5° рычагом 30. К щеке крепится съемный кронштейн 19, несущий на себе стойку 20. Стойка поворачивается вокруг вертикальной оси, ее положение фиксируется рычагом 21 через каждые 5°.

Шинка 22 крепится к стойке шарнирно и имеет направляющий паз для установки пильной цепи и две звездочки с рукоятками 23. Относительно стойки шинка может поворачиваться на 40° в каждую сторону (от переднего положения), это фиксируется через каждые 5° рычагом 24. Для натяжения пильной цепи при заточке служит натяжное приспособление 25.

Станок УЗС-6 имеет вентиляционное устройство для удаления абразивной пыли. Абразивная пыль засасывается в приемник 26 и поступает затем в корпус центробежного вентилятора.

В состав электрооборудования станка кроме электродвигателя входит пакетный выключатель 29, соединительная муфта и электрокабель.

Техническая характеристика станка УЗС-6 представлена в табл. 12.8.

Таблица 12.8

Техническая характеристика станка УЗС-6

Параметр	Значение
Электродвигатель	Трехфазный переменного тока
тип двигателя	АОЛ-22-2/ш2
мощность, Вт	600
частота тока, Гц	50
напряжение, В	220/380
Число оборотов шпинделя, об/мин	2850
Диаметр абразивного круга, мм	150 - 200
Толщина абразивного круга, мм	3 - 6
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной головки, мм	40
Наибольшее перемещение каретки, мм	25
Наибольшее вертикальное перемещение основания суппорта, мм	90
Вентилятор	Центробежный
Вес станка, кг	85
Габариты станка (длина, ширина, высота), мм	710 × 630 × 640

Заточка и фуговка пильных цепей ПЩП-15. Для заточки зубьев проводят следующие наладочные операции (рис. 12.40, а, б).

1. Пильную цепь надевают на шинку станка зубьями в правую сторону и закрепляют натяжным приспособлением.
2. Рычагом 15 перемещают каретку станка и цепь таким образом, чтобы плоскость абразивного круга совпала со средней риской на шинке станка (при опускании круга).
3. Вращением рукоятки 28 микрометрического винта регулируют положение суппорта и пильной цепи так, чтобы при опущенном до отказа рычаге подачи 27 абразивный круг легко касался пазухи зуба.
4. Поворачивают шинку с цепью против часовой стрелки на угол 10° (мягкая древесина) или 5° (твердая древесина) и закрепляют это положение фиксатором 24.
5. Шинку вместе с цепью и стойкой приспособления станка поворачивают на угол 40° (мягкая древесина) или 30° (твердая древесина). Положение шинки закрепляют фиксатором 21 по кругово-

му лимбу, при этом риска на стойке шинки должна совпасть с отметками 50 или 60 на круговом лимбе. В этом положении затачивают правые режущие и подрезающие зубья.

6. Для заточки левых режущих и подрезающих зубьев шинку вместе с цепью и натяжным приспособлением необходимо повернуть еще на $100 - 120^\circ$ по часовой стрелке и закрепить фиксатором 21 на круговом лимбе (отметки $50 - 60^\circ$).
7. Для заточки скальвающих зубьев шинку возвращают в исходное положение (до отметки 90° на лимбе) и поворотом ее против часовой стрелки устанавливают под углом 15° (мягкая древесина) или 10° (твердая древесина), положение шинки закрепляется фиксатором 24.

Фуговка зубьев цепи. Сначала цепь фугуют, а затем затачивают. Наладку станка для фуговки зубьев цепи проводят в следующем порядке (рис. 12.40, а, б).

1. Пильную цепь надевают на шинку заточного приспособления зубьями в правую сторону и придают ей устойчивость с помощью натяжного приспособления.
2. Перемещением каретки с помощью рычага 15 абразивный круг устанавливают против средней риски зажимных губок шинки.
3. Перемещением цепи по направляющим шинки переднюю грань одного из правых режущих зубьев, высота которого имеет среднее значение, устанавливают против средней риски губок.
4. Отводят съемный кронштейн вместе с цепью и шинкой от себя на $15 - 20^\circ$, закрепляя его положение фиксатором 29.
5. Ограничивают ход каретки на величину несколько большую длины зуба. Для этого ввинчивают на необходимую глубину фиксажные винты 16.
6. Вращением рукоятки 28 микрометрического винта при полностью опущенном рычаге подводят режущий зуб к краю неподвижного абразивного круга до легкого касания с ним. В этом положении фугуют по верхним граням правые режущие и подрезающие зубья.
7. Для фуговки левых режущих и подрезающих зубьев необходимо съемный кронштейн повернуть к себе на $15 - 20^\circ$ от среднего положения.
8. Скальвающие зубья фугуют при среднем положении съемного кронштейна. Следовательно, фуговка всех зубьев проводится при одном положении по высоте абразивного круга.

Процесс фуговки заключается в следующем. При нижнем положении круга подача зубьев для фуговки обеспечивается передвижением каретки станка. Фугуемый зуб надвигается на круг не передней, а тыльной стороной. Съем металла со спинки зуба следует производить за несколько движений зуба цепи вперед - назад. Величина снижения подрезающих и скальвающих зубьев зависит от диаметра, применяемого при фуговке абразивного круга. При распиловке мягкой древесины рекомендуется применять при фуговке круги диаметром не более 150 мм, а твердой - круги диаметром 200 мм.

Заточка пильных цепей ПЦУ. Перед заточкой цепи шинка для установки пильной цепи помещается в одной вертикальной плоскости с абразивным кругом. Для этого рычагом 21 (рис. 12.40, а, б) шинка с поворотной стойкой ставится в нулевое положение (на горизонтальном лимбе деление 0 совмещается с рискуй). Рукояткой микрометрического винта суппорт поднимается до касания с абразивным кругом шинки, при этом продольный паз шинки должен совпадать с вертикальной плоскостью круга. Если указанные плоскости не совпадают, то приспособление для заточки перемещается рычагом передвижения каретки до совпадения указанных плоскостей.

Наладку станка для заточки строгающих зубьев цепей ПЦУ-15 проводят следующим образом (рис. 12.40 а, б).

1. Стойку станка с шинкой поворачивают против часовой стрелки на угол 30° (твердая древесина) или 35° (мягкая древесина), при этом поперечная риска на кронштейне должна совпадать с делением 60° или 55° на лимбе стойки. Это положение закрепляется фиксатором 21, дополнительно для надежности необходимо затянуть винт (рис. 12.40 а, б).
2. Устанавливают пильную цепь на шинку вершинами зубьев в правую сторону и закрепляют ее натяжным приспособлением.
3. Поворачивают шинку против часовой стрелки на угол 35° (твердая древесина) или 40° (мягкая древесина), это положение шинки закрепляется фиксатором 24.
4. Стойку, шинку с цепью, натяжное устройство пильной цепи и кронштейн поворачивают на себя на угол $20 - 25^\circ$, закрепляя это положение фиксатором.
5. Вращением рукоятки микрометрического винта поднимают или опускают суппорт станка на такую величину, чтобы абразивный круг только слегка касался пазухи левого зуба цепи при полностью опущенном рычаге 27.

Настроив таким образом станок, можно затачивать левые строгальные зубья, снимая абразивным кругом за три - четыре прохода в общей сложности не более 0,1 - 0,15 мм длины зуба.

6. Наладку станка для заточки правых зубьев проводят без снятия пильной цепи со станка. Сохраняя (как и при заточке левых зубьев) наклон шинки (фиксатор 24) и наклон кронштейна (фиксатор 29), поворачивают стойку с шинкой и цепью против часовой стрелки дополнительно на угол 120° до совпадения поперечной риски на кронштейне с отметкой 60° (твердая древесина) или 55° (мягкая древесина). Это положение закрепляется фиксатором 21 и винтом.

Снижение ограничителей подачи зубьев. Техника снижения ограничителей подачи заключается в следующем.

1. Шинку устанавливают в нулевом положении.
2. Поворотная стойка с шинкой поворачивается рычагом до совпадения на горизонтальном лимбе с риской 90° .
3. Поворотный кронштейн устанавливают в нулевом положении.
4. Надевают цепь на шинку и натяжное приспособление.

Далее, зуб средней высоты устанавливают под абразивный круг; рукояткой микрометрического винта поднимается или опускается суппорт станка на такую величину, чтобы абразивный круг касался вершины зуба при опущенной шлифовальной головке. Затем вращением рукоятки микрометрического винта по часовой стрелке суппорт поднимается на 0,8 - 1,4 мм.

Отсчет ведется по микрометрическому лимбу с ценой деления 0,1 мм. После этого подводится ограничитель подачи под абразивный круг и сошлифовывается лишний слой металла опусканием шлифовальной головки. Закругление ограничителя подачи по наружному радиусу можно выполнить либо плоским напильником, либо абразивным кругом с вогнутым радиусом.

12.5.2. Заточной станок ЛВ-9

Станок ЛВ-9 предназначен для заточки пильных цепей со строгальным зубом и состоит из следующих основных узлов (рис. 12. 41): станины, привода шлифовальной головки, суппорта, защитного экрана, электрической панели. Станина является основным узлом, на котором закреплены все основные части станка. Она состоит из плиты и стойки. Плита крепится к верстаку тремя шпильками.

Шлифовальная головка соединяется со стойкой станины при помощи шаровых шарниров. Шпиндель шлифовальной головки вращается в двух

шариковых подшипниках, один из которых запрессован в корпус вентилятора, а другой в корпус головки.

На выходном левом конце шпинделя двумя установочными фланцами и гайкой крепится абразивный круг. На другом конце шпинделя крепится крыльчатка вентилятора, которая служит для отсоса абразивной и металлической пыли. В нижней части к корпусу шлифовальной головки присоединяется пылеприемник.

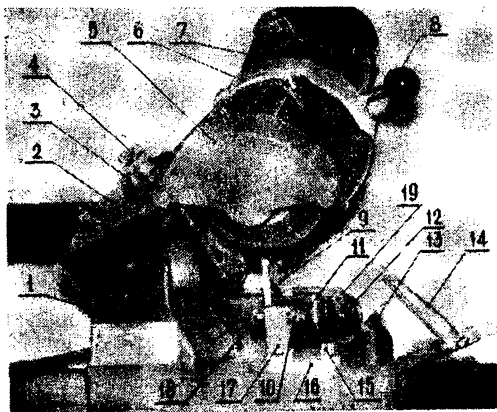


Рис. 12.41. Заточной станок ЛВ-9:

1 - станина; 2 - кронштейн корпуса шлифовальной головки; 3 - нониус шлифовальной головки; 4 - микрометрический винт нониуса; 5 - шлифовальная головка; 6 - вентилятор; 7 - электродвигатель; 8 - рукоятка надвигания; 9 - упор; 10 - направляющий механизм (шинка); 11 - зажим; 12 - выключатель электродвигателя; 13 - прилив плиты для лампы освещения; 14 - защитный экран; 15 - гайка, фиксирующая поворот суппорта; 16 - суппорт; 17 - регулировочный винт с гайкой; 18 - фиксатор направляющего механизма; 19 - электрическая панель

Шлифовальная головка приводится во вращение от электродвигателя. Двигатель четырьмя шпильками крепится к корпусу шлифовальной головки. Выходной конец вала электродвигателя соединен со шпинделем шлифовальной головки.

На кронштейне шлифовальной головки имеется микрометрический винт с нониусом. Микрометрический винт с нониусом необходим для получения одинаковой глубины пазухи зубьев пильной цепи и определенной высоты ограничителей подачи относительно высоты зуба. Цена деления нониуса на лимбе 0,1 мм.

Суппорт крепится на плите станины и служит для установки и зажима пильной цепи при ее заточке.

Суппорт состоит из корпуса с лимбом, направляющего механизма, фиксатора, упора, регулировочного винта с гайкой и зажима.

Конструкция суппорта позволяет устанавливать для заточки универсальные пильные цепи с шагом 10,26; 12,7; 15 мм.

Фиксирование зуба при заточке обеспечивается наличием упора, к которому прижимается тыльная часть зуба и сжатием пластины направляющей шинки суппорта.

Подача шлифовальной головки на затачиваемый зуб пильной цепи производится вручную, возврат головки в первоначальное положение обеспечивается возвратной пружиной. Абразивная пыль попадает в пылеприемник и с помощью вентилятора удаляется по гибкой полихлорвиниловой трубке.

Для защиты глаз заточника от абразивной и металлической пыли служит защитный экран. Защитный экран представляет собой стальную рамку со стеклом, укрепленную на поворотном рычажке, установленном на станине станка.

Техническая характеристика станка ЛВ-9 представлена в табл. 12.9.

Таблица 12.9

Техническая характеристика станка ЛВ-9

Параметр	Значение
Электродвигатель	Трехфазный переменного тока
тип двигателя	АЛО-12-2
мощность, Вт	270
частота тока, Гц	50
напряжение, В	220
Число оборотов шпинделя, об/мин	2800
Шлифовальные круги для заточки зубьев	ПП 150 × 6 × 32
для снижения ограничителей	ПП 150 × 8 × 32
связка	Керамическая
зернистость	25 - 32
твердость	СТ ₁ ; С ₂
окружная скорость, м/с	22

Окончание табл. 12.9

Параметр	Значение
Вентилятор	
производительность, м ³ /ч	35
давление Н/м ²	20
Поворот суппорта, град	
в горизонтальной плоскости	90
в вертикальной плоскости	20
Вертикальное перемещение шлифовальной головки, мм	60
Вес станка, кг	25
Габариты станка (длина, ширина, высота), мм	430 × 400 × 460

Заточка пильных цепей на станке ЛВ-9. Заточку пильных цепей нужно производить в следующем порядке.

1. Установить пильную цепь на суппорт режущими кромками в левую сторону.
2. Повернуть суппорт на $20^\circ - 40^\circ$ влево или вправо (в зависимости от того, левый или правый зуб будет затачиваться), обеспечив получение угла наклона горизонтальной режущей кромки φ (рис. 12.41).
3. Вывести фиксатор 17 из зацепления с направляющим механизмом, вытянув его из корпуса; повернуть направляющий механизм на суппорте в вертикальной плоскости на ± 5 или $\pm 10^\circ$, обеспечив получение угла заточки горизонтальной режущей кромки β_{Γ} (рис. 12.41).

Углы ψ и δ_{Γ} при правильном выбранном радиусе правки абразивного круга получаются автоматически. В случае нарушения геометрии абразивного круга угол ψ изменяется.

4. Постепенно отворачивая микрометрический винт нониуса 4 (рис. 12.41), нужно коснуться абразивным кругом нижней пазухи зуба пильной цепи, закрепить нониус гайкой.
5. Постепенно вращая регулировочный винт 17 (рис. 12.41), подвести упором 9 зуб пильной цепи к вращающемуся абразивному кругу до полного снятия затупленной части. Слегка прижимая цепь зажимом 11, закрепить регулировочный винт гайкой, отвести шлифовальную головку в верхнее положение.

Продвигая пильную цепь по направляющему механизму справа налево, заточить все левые (правые) зубья; при этом следить, чтобы каждый зуб тыльной стороной прижимался к упору, а цепь была зажата зажимом 11.

6. Развернуть суппорт на $20^\circ - 40^\circ$ в обратную сторону.
7. Повернуть направляющий механизм на $10^\circ - 20^\circ$ в вертикальной плоскости и заточить все правые (левые) зубья. Настраивать упор необходимо по среднезатупленному зубу. Для предотвращения прижогов следует затачивать каждый зуб за два-три прохода.

Фуговка пильных цепей заключается в снижении ограничителя подачи.

Порядок фуговки следующий.

1. Установить на шпиндель станка абразивный круг высотой 8 мм и закрепить его гайкой.
2. Снять суппорт.

3. Установить приспособление для правки абразивных кругов с предварительно настроенным алмазным карандашом для получения периферии абразивного круга вогнутой формы радиусом 6 мм.
4. Произвести правку абразивного круга по периферии до образования вогнутой формы.
5. Снять приспособление для правки абразивных кругов и установить суппорт на место, совместив нулевую отметку лимба с риской на основании станка.
6. Установить пильную цепь на суппорт режущими кромками в левую сторону.
7. Пользуясь микрометрическим винтом и перемещая пильную цепь по направляющему механизму суппорта, совместить вершину зуба пильной цепи с периферией абразивного таким образом, чтобы вершина зуба находилась на расстоянии 2 мм от торцевой поверхности (рис. 12.42).

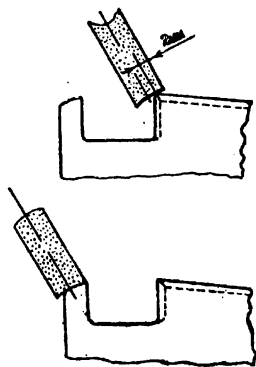


Рис. 12.42. Установка абразивного круга при фуговке ограничителей

8. Отвести шлифовальную головку от пильной цепи в верхнее крайнее положение.
9. Удерживая микрометрический винт от вращения, установить лимб нониуса на нулевую отметку.
10. Повернуть микрометрический винт с нониусом против часовой стрелки на 8 - 14 делений и закрепить нониус гайкой.
11. Настроить упор 11 (рис. 12.41) так, чтобы ограничитель подачи находился на краю плоскости круга (рис. 12.42); при этом шлифовальная головка должна находиться в нижнем положении.

12. Абразивным кругом профуговать ограничитель подачи пильной цепи, опуская шлифовальную головку до соприкосновения микрометрического винта с упором. Снижать ограничители подачи следует периодически через три -четыре заточки цепи, так как при каждой заточке высота зубьев уменьшается на 0,03 - 0,04 мм.

13. Произвести фуговку ограничителей подачи на всех звеньях цепи.

Правка абразивных кругов. Приспособление для правки абразивных кругов (рис. 12.43), имеющееся в комплекте станка, нужно установить на станину станка вместо суппорта и закрепить гайкой (рис. 12.41).

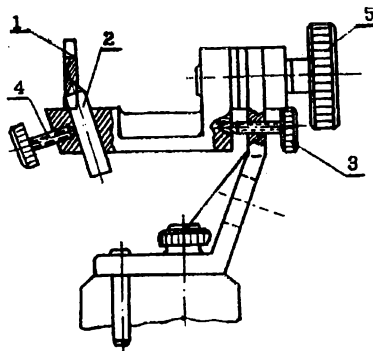


Рис. 12.43. Приспособление для правки абразивных кругов :
1 - шаблон; 2 - алмазный карандаш; 3 - стопорный винт; 4 - винт крепления карандаша;
5 - маховик поворота головки приспособления

Правка абразивных кругов производится алмазным карандашом (рис. 12.43) типа "Ц" (Ц1, Ц2, Ц3, Ц4 и Ц5). Алмазный карандаш 2 устанавливается в приспособление, настраивается при помощи шаблона 1 и закрепляется винтом 4 (рис. 12.41).

Пользуясь микрометрическим винтом 9 (рис. 12.41) и ручкой 8, надо подвести абразивный круг к алмазному карандашу. Правка вращающегося абразивного круга на радиус осуществляется поворотом головки приспособления за маховик 5 (рис. 12.43) при вывернутом стопорном винте 3.

Острые кромки по окружности абразивного круга направляются абразивом повышенной твердости. Это необходимо для предотвращения подреза зубьев пильной цепи. После заправки абразивного круга приспособление снимается и вновь устанавливается суппорт.

Рекомендуемые радиусы заправки абразивных кругов представлены в табл. 12.10.

Рекомендуемые радиусы заправки абразивных кругов

Марка пильной цепи	Высота абразивного круга, мм		Радиус заправки круга, мм	
	для заточки зубьев	для фуговки ограничителя	для заточки зубьев (выпуклый)	для фуговки ограничителя (вогнутый)
ПЦУ-15М	5 - 6	10 - 8	3,4 - 3	3,9 - 4
ПЦУ-12,7	5	8	2,8 - 2,5	4
ПЦУ-10,26	5 - 4,5	8	2,5 - 2,4	2,4
ПЦП-15М	3	3 - 5 (фуговка зубьев)	1,5	-

Заточка универсальных пильных цепей вручную напильником. Заточку строгающих зубьев пильной цепи ПЦУ-15 круглыми напильниками можно производить непосредственно на пильной шине, не снимая пилы, а также на снятой пильной шине или ее отрезке, зажатой в тисках. После заточки направляющие пазы пильной шины должны быть тщательно очищены от металлических опилок. При заточке цепь должна находиться в натянутом состоянии. Заточку всех зубьев цепи нужно производить на одном участке шины.

Для заточки зубьев могут быть использованы специально выпускаемые для этой цели круглые цилиндрические напильники диаметром 6 мм и длиной рабочей части 200 мм, одинарной насечки второго класса (личные). Также могут быть использованы на заточке слесарные круглые напильники диаметром цилиндрической части 6 мм и круглые напильники диаметром 5 мм для заточки пил по дереву. Однако у последних двух видов напильников при заточке может быть использована только половина их рабочей длины (цилиндрическая), так как вторая половина имеет конусность.

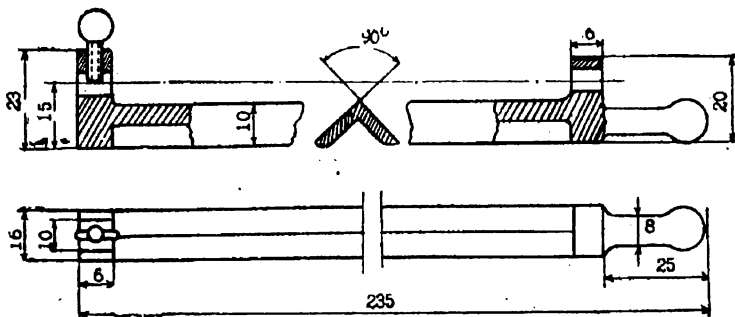


Рис. 12.44. Приспособление для заточки пильных цепей ПЦУ-15 напильниками (державка напильника)

Для улучшения качества и точности заточки напильниками применяется ряд простейших приспособлений. Одно из них представляет собой станок для установки напильника (рис. 12.44).

Напильник устанавливается в заточное приспособление и закрепляется от проворачивания винтом. Одной из плоскостей заточное приспособление прикладывается к затачиваемому зубу цепи под углом $20^\circ - 40^\circ$ (в зависимости от породы древесины и времени года) к продольной оси цепи (рис. 12.45). Напильник следует двигать в горизонтальной плоскости в направлении от себя. Для придания достаточной остроты горизонтальному участку режущей кромки напильник должен выступать над зубом на $1/5$ своего диаметра. При низком положении напильника угол заострения режущей кромки зуба будет сильно уменьшен; при высоком - чрезмерно увеличен.

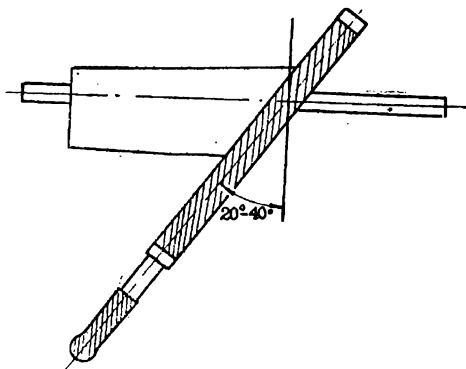


Рис. 12.45. Схема заточки зубьев пильной цепи ПЦУ-15 напильником

Для заточки зуба достаточно сделать напильником 3 - 4 хода. При обратном (к себе) ходе напильник не должен касаться режущей грани зуба, так как при этом ухудшается качество заточки, а также тупится насечка напильника. Для уменьшения износа одной стороны напильника его следует при заточке поворачивать. Вертикальный участок режущей кромки зуба должен быть перпендикулярен продольной оси цепи. Для заточки зубьев, расположенных с другой стороны цепи, необходимо переменить положение цепи, повернув ее зубьями в другую сторону.

12.5.3. Заточной станок ЛВ-116

Применяется для заточки и фуговки зубьев универсальных пильных цепей ПЦУ-10 и срезающих устройств (универсальные пильные цепи с шагом 20 и 30 мм) валочных, валочно-пакетирующих и валочно-

трелевочных машин. Станок ЛВ-116 (рис. 12.46) имеет станину, сменные устройства для установки пильных цепей ПЦУ-10 и для цепей ПЦУ с шагом 20 и 30 мм, защитный экран, шлифовальную головку, электродвигатель и электрооборудование. Все узлы станка монтируются на станине.

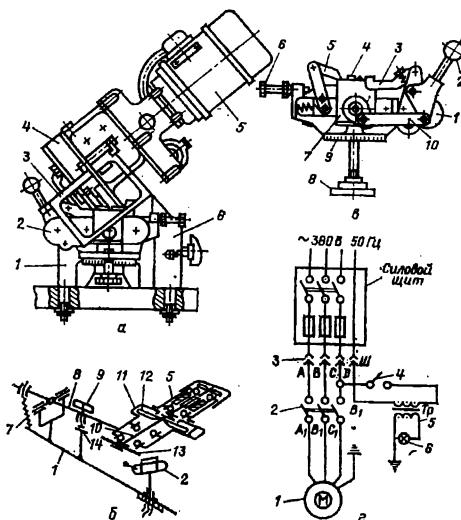


Рис. 12.46. Заточной станок ЛВ-116:

- а, б* - общий вид и кинематическая схема; *1* - станина; *2* - съемное устройство для установки пильной цепи; *3* - защитный экран; *4* - шлифовальная головка; *5* - электродвигатель; *6* - электровыключатель; *7* - пружина; *8* - качающаяся рамка; *9* - микрометрический винт с нониусом; *10* - вал головки; *11* и *12* - корпус и крыльчатка вентилятора; *13* - абразивный круг; *14* - опорная площадка микровинта; *в* - съемное устройство для установки пильной цепи: *1* - направляющие для пильной цепи; *2* - рукоятка; *3* - собачка; *4* - пильная цепь; *5* - упор; *6* - винт упора; *7* - прижим пильной цепи; *8* - гайка для крепления устройства к станине; *9* - лимб; *10* - тяга; *г* - принципиальная электрическая схема: *1* - электродвигатель; *2* - акетно-кулачковый выключатель; *3* - штепсельный разъем; *4* - выключатель лампы накаливания; *5* - однофазный трансформатор; *6* - лампа накаливания

Шлифовальная головка (рис. 12.46 а) установлена на качающейся рамке, шарнирно связанной со станиной. Она состоит из корпуса, внутри которого на шариковых подшипниках вращается вал. На одном его конце с помощью фланцев и гайки закрепляется абразивный круг, а на другом - крыльчатка вентилятора. К корпусу головки крепится фланцевый двигатель, приводящий в движение вал с кругом и крыльчаткой вентиля-

тора через эластичное кольцо и втулку. На качающейся рамке имеется микрометрический винт с нониусом, который упирается в площадку на станине станка и ограничивает ход в зависимости от типа затачиваемой пильной цепи. Опускание головки (надвигание) при заточке пильной цепи выполняется вручную, а возврат ее в исходное положение посредством пружины. Натяжение пружины регулируется винтом.

Съемное устройство (рис. 12.46 в) для установки пильных цепей ПЦУ-10 крепится к станине станка и состоит из стойки с лимбом, на которой установлены направляющие для цепи, рукоятка для передвижения цепи, собачка, упор, винт, регулирующий ход упора, прижимы для крепления пильной цепи в процессе заточки. Съемное устройство для установки цепей ПЦУ с шагом 20 и 30 мм устроено и работает аналогично.

Техническая характеристика станка ЛВ-116 представлена в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Техническая характеристика станка ЛВ-116

Параметр	Значение
Количество затачиваемых моделей пильных цепей, шт	6
Производительность за чистое время работы при заточке пильных цепей, шт/ч, не менее, с шагом, мм:	
10,26; 9,3; 8,23	14
20	7
30	3
Мощность электродвигателя, кВт	0,25
Частота вращения, с ⁻¹	50
Напряжение, В	220/380
Вертикальное перемещение шлифовальной головки, мм	100
Крути шлифовальные:	
Тип и размеры, мм	ПП150 × 4 × 32 ПП150 × 6 × 32 ПП150 × 8 × 32 ПП150 × 10 × 32
Окружная скорость заточки, м/с	12 ... 22
Вентилятор	Центробежный
Управление	Ручное
Освещение	Местное
Напряжение освещения, В	12
Масса с устройством для установки пильных цепей с шагом 10,26 мм, кг, не более:	
Без ЗИП	25
С ЗИП	30
С ЗИП и устройством для установки пильных цепей с шагом 20 и 30 мм	34
Габаритные размеры, мм, не более	515 × 455 × 570

12.6. Станки для правки и заточки короснимателей

При длительной эксплуатации окорочных станков тело короснимателей, зачистных ножей и других инструментов при взаимодействии с поверхностью лесоматериалов деформируются, а режущие кромки изнашиваются. Поэтому инструменты периодически подлежат контролю и подготовке к работе. Подготовка инструмента заключается в выверке тела инструмента, в восстановлении и заточке режущих кромок.

Выверка короснимателей осуществляется на специальном приспособлении (рис. 12.47) при помощи штурвала 2 на раме 1 закрепляют коросниматель 3 винтами 4 и струбциной 5.

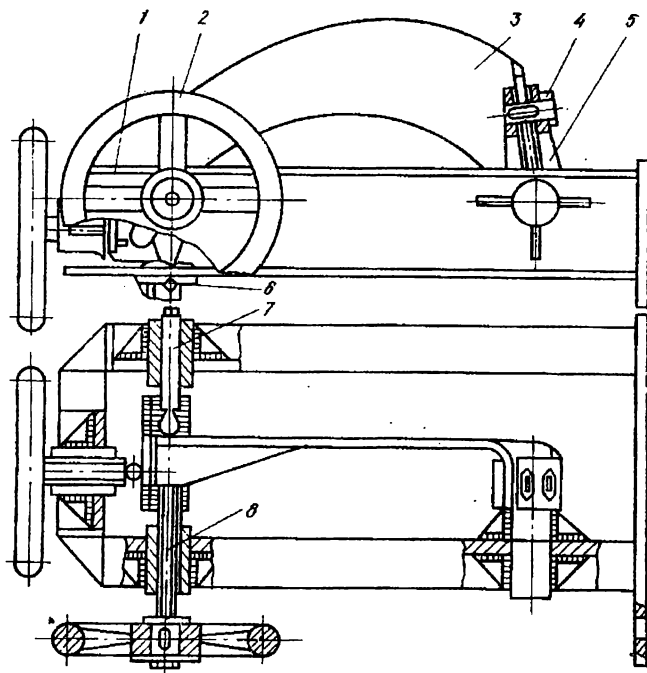


Рис. 12.47. Приспособление для правки короснимателей:

1 - рама; 2 - штурвал; 3 - коросниматель; 4 - винт; 5 - струбцина; 6 - эксцентриковый валик;
7 и 8 - поперечные винты

Эксцентриковый вал 6 приводят в контакт с рабочей кромкой. Отклонение рабочей кромки от контрольных рисок указывает на согнутость тела короснимателя. Последний подлежит правке при помощи винтов 7, 8.

Параллельность рабочей кромки обеспечивается винтом. При этом винты 7 и 8 удерживают кромку в контрольном положении. Комплекты короснимателей подбирают с таким расчетом, чтобы их рабочие кромки занимали одинаковое положение на контрольных рисках. Допускается отклонение по длине не более ± 2 мм.

Перед наплавкой коросниматель отжигают при температуре $600 \dots 650^\circ$, затем участок рабочей кромки зачищают и выравнивают при помощи абразивного круга с зернистостью $40 \dots 25$ на заточном станке и после этого разделяют трещины и кромки с тем, чтобы не было острых выступающих углов. При наплавке такие углы выгорают и, загрязняя наплавленный слой, способствуют образованию пор, раковин и трещин.

Чистота обработки поверхности под наплавку должна соответствовать 2...3-му классам по действующему ГОСТу. Виды материалов для наплавки рабочих кромок и режимы наплавки приводятся в табл. 12.12.

Таблица 12.12

Виды материалов и режимы наплавки

Материал	Вид наплавки	Длина дуги	Сила тока	Вид тока
Стеллит Пр-ВЗК, Пр-ВЗК-Р	Ацетиленовой горелкой	Конус струи в 3 раза длиннее пламени	-	-
Сормайт ЦС-1, ЦС-2	Ацетиленовой горелкой или электродуговой	Конус струи 1 ... 2 мм	180 ... 225 А, диаметр электрода 5 ... 6 мм	Постоянный или переменный с обратной полярностью
T-540, T-590, T-620	Электродуговой	Конус дуги 1 ... 2 мм	100 ... 120 А, диаметр электрода 4 ... 5 мм	Постоянный с обратной полярностью или переменный

При наплавке сормайта при помощи ацетиленовой горелки зачищенную поверхность короснимателя подогревают до начала оплавления стальной поверхности (состояния "потения"). При этом электрод необходимо держать так, чтобы конус струи имел угол наклона к плоскости $30 \dots 60^\circ$, а расстояние от горелки до металла $3 \dots 4$ мм. Расплавленный металл при выведенном стержне из зоны плавления разравнивают острием пламени по восстанавливаемой поверхности короснимателя таким образом, чтобы толщина наплавленного слоя за один проход не превышала $2 \dots 3$ мм, затем процесс наплавки повторяется. Общая высота на-

плавки должна быть не больше 5...7 мм. В качестве флюса применяют буру. Для лучшего формирования наплавляемого слоя коросниматель необходимо помещать в медную форму (рис. 12.48, г), которая закрепляется в тисках.

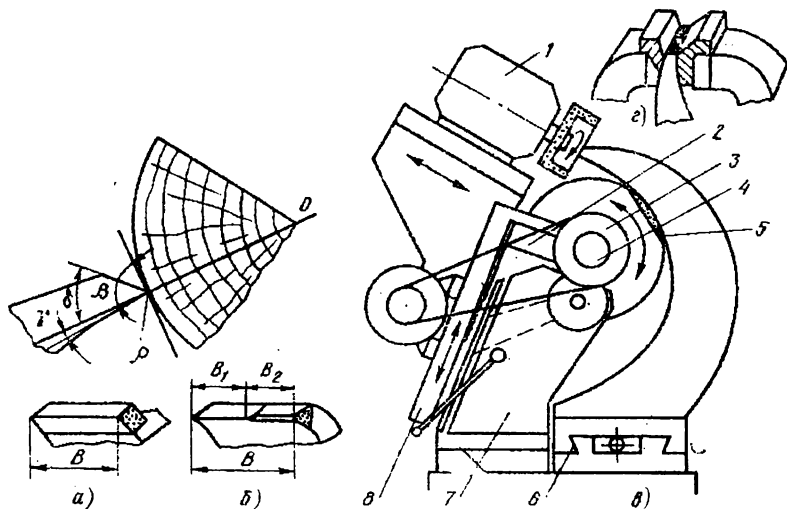


Рис. 12.48. Заточка короснимателей:

a - рабочие кромки с пластинками из твердых сплавов; *б* - ступенчатая рабочая кромка с наплавкой износостойкими материалами; *в* - заточной станок ТчПН-4 для заточки короснимателей; *г* - тиски с медными губками для наплавки рабочих кромок; *1* - верхняя шлифовальная головка; *2* - то же нижняя; *3* - шкив; *4* - шпиндель; *5* - шлифовальный круг; *б* - стол с приводом; *7* - станина; *8* - салазки с электроприводом

При электродуговой наплавке порядок наплавки тот же, что при ацетиленовой горелке, но применять флюс не нужно, так как электроды Т-590 и Т-620 уже имеют соответствующую обмазку. Длина дуги при наплавке должна быть как можно короче. При длинной дуге происходит вымывание наплавленного слоя.

При наплавке электродами Т-590 и Т-620 целесообразно рабочую кромку короснимателя предварительно подогреть до 600...650° в электропечи в кузнечном горне. После наплавки рекомендуется отпуск до 550...600°С и с последующим охлаждением в сухом горячем песке при температуре окружающего воздуха +18...20°С. После наплавки коросниматель должен быть помещен в горячий песок для остывания. Для

предотвращения остаточных напряжений и трещин в наплавленном слое охлаждение короснимателя водой или снегом не допускается.

Восстанавливают рабочие кромки короснимателей приваркой пластинок из быстрорежущей стали Р9 и Р18 сечением 10×8 мм при длине пластинки равной длине рабочей кромки.

Приварка пластинок к короснимателю осуществляется при помощи сварочных электродов, а также припаиванием ацетиленово-кислородной горелкой на латунный припой.

Для напайки пластинки из твердых сплавов на передней грани короснимателя делается паз по форме и размерам пластинки (рис. 12.48, а).

Напайвание производится при помощи латунного припоя Л62 в пламени ацетиленово-кислородной горелки или индукционного нагрева в индукторе высокочастотного генератора при температуре до 950... 1000°C. В качестве флюса в этом случае также применяется бура.

В качестве рабочих кромок короснимателей применяют припаянные пластинки из твердых сплавов ВК-8, KB-15, Т15К10 по действующему ГОСТу.

Коросниматели с пластинками из твердых сплавов более чувствительны к выкрашиванию при ударе о металлические включения, чем коросниматели с наплавкой из сплава сормайт, однако износоустойчивость короснимателей с пластинками из твердого сплава ВК-8 в зимнее время в 4...5 раз выше. В летнее время, когда кора мягкая и хорошо сдвигается короснимателями с наплавкой сормайтом № 1, применять нецелесообразно.

Для зимней окорки применяется ступенчатая заточка (рис. 12.48, б).

Коросниматели затачивают при помощи станка ТчПН-4 (рис. 12.48, в). Для зачистки передней грани коросниматель устанавливают на вертикальной стойке, крепят двумя болтами и подают к абразивному кругу. Абразивный круг вручную прижимается к передней грани и наплавленный слой сошлифовывается до тех пор, пока передняя грань не составит касательную к окружности, образуемой серповидной гранью.

Заточку задней грани лучше производить комплектно, так как в этом случае имеется возможность получения одинаковых радиусов закругления и углов заточки на всем комплекте короснимателей. При несоблюдении данного условия качество окорки резко ухудшается. Более острые коросниматели врезаются и царапают древесину, тупые выходят на поверхность коры и делают пропуски ее.

Для заточки все коросниматели закрепляются на горизонтальной плате. По нониусу устанавливают угол заточки и затачивают задние гра-

ни короснимателей при горизонтальном перемещении стола относительно шлифовального круга со скоростью подачи 0,016... 0,034 м/с.

Толщина снимаемого слоя металла за двойной ход составляет от 0,2 до 0,5 мм и регулируется вертикальной подачей стола.

Для заточки применяют абразивный круг КЗ, ЭБ, ЭЧ с зернистостью 40... 16, средней твердости. После заточки рабочая кромка зачищается до необходимого радиуса закругления наждачной шкуркой.

Заточка серповидной грани короснимателя на станке ТчПН-4 производится при помощи приспособления, включающего в себя втулку, приваренную к плите, которая в свою очередь при помощи болта соединена шарнирно с подвижной кареткой.

Для уравнивания короснимателя плита снабжена противовесом. Коросниматель крепят на опорной плите болтами. Срок службы комплекта короснимателей станков на одной наплавке колеблется от 8 до 15 смен при переточке через одну смену в зависимости от качества наплавки и марки сплава. Коросниматели с пластинками из быстрорежущей стали обычно перетачивают после 3 смен работы, и они служат более 50 смен.

Техническая характеристика станка для заточки короснимателей представлена в табл. 12.13.

Таблица 12.13

Техническая характеристика станка ТчПН-4 для заточки короснимателей

Параметр	Значение
Передний угол, град	0... 10
Угол заострения, град	55... 70
Радиус выводной кромки, мм	190... 200
Частота вращения шпинделя, с ⁻¹	
верхнего	50
нижнего	50
Величина подачи шлифовальных кругов на врезание, мм	0,012; 0,05; 0,1
Скорость перемещения стола, м/с	0,03; 0,05; 0,083; 0,1
Число затачиваемых короснимателей, шт.	5 (комплект)
Общая установленная мощность, кВт	5,6
Масса станка, кг	1750

12.7. Станки для динамической балансировки фрез

Станок для динамической балансировки ДБ-10 показан на рис. 12.49. Балансируемый инструмент закрепляют на предварительно уравновешенной оправке и устанавливают на опоры. Опоры смонтированы на

подпружиненных люльках. Вращение оправки с инструментом передается от электродвигателя через плоский ремень, накинутый на оправку. Неуравновешенные центробежные силы вызывают колебания опор, преобразуемые в электрический сигнал. Сигнал подается на прибор измерения величины дисбаланса. Стробоскопическая лампа освещает деления на оправке. Она вспыхивает каждый раз, когда амплитуда колебаний опор имеет максимальное значение. Частота импульсов равна частоте вращения фрезы, и все время освещено одно деление на оправке, определяющее место исправления. Неуравновешенность измеряют отдельно для левого и правого торцов инструмента, после чего фрезу снимают с оправки и вносят исправления в массу фрезы с обоих ее торцов.

После этого фрезу повторно контролируют на балансировочном станке, добиваясь допустимой величины неуравновешенности.

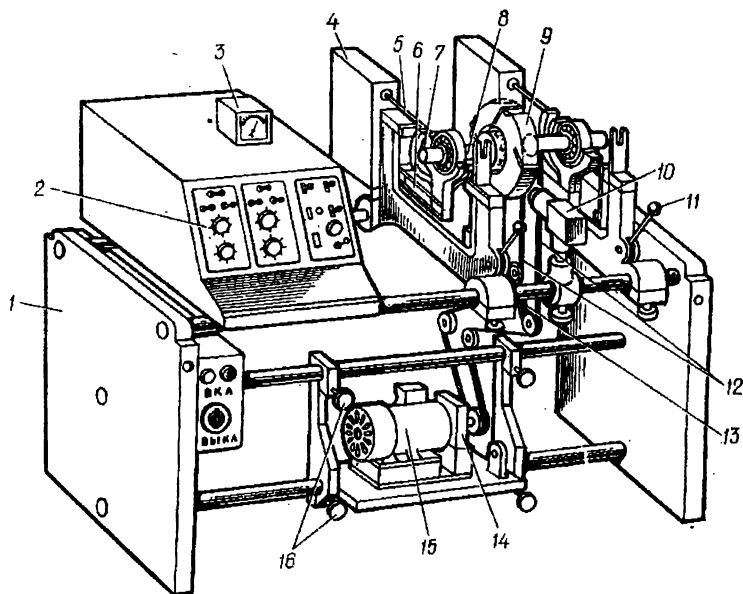


Рис. 12.49. Станок для динамической балансировки ДБ-10:

- 1 - станина; 2 - электроизмерительный пульт; 3 - прибор для измерения величины дисбаланса; 4 - измерительный преобразователь; 5 - стержень; 6 - люлька; 7 - опора; 8 - оправка; 9 - балансируемый инструмент; 10 - стробоскопическая головка; 11 - рукоятка тормоза люльки; 12 - ремень; 13 - леник; 14 - тормоз электродвигателя; 15 - электродвигатель; 16 - рукоятки зажима каретки

Концевые фрезы, особенно эксцентрично закрепленные относительно оси шпинделя, необходимо тщательно балансировать вместе с патроном (рис. 12.50). На плиту, выставленную по уровню строго горизонтально с помощью регулируемых опор, устанавливают втулку с дисками. Патрон с фрезой и балансировочными винтами укрепляют во втулке и слегка подталкивают ее. При перекатывании втулка остановится тяжелой частью вниз. Выворачивая с этой части патрона балансировочные винты (или добавляя их с противоположной стороны), добиваются, чтобы втулка с фрезой останавливалась на плите в любом положении. Концевые фрезы балансируют при каждой установке их в патрон.

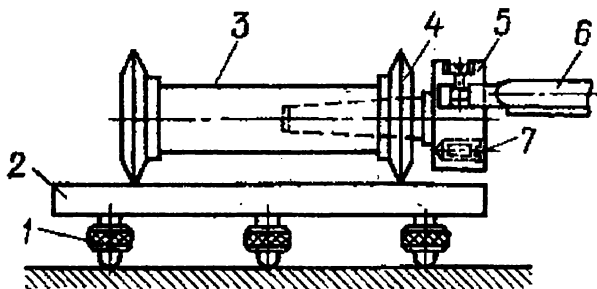


Рис. 12.50 Приспособление для статической балансировки концевых фрез с патроном:
 1 - регулируемая опора; 2 - плита; 3 - втулка;
 4 - диск; 5 - патрон; 6 - фреза; 7 - балансировочный винт

В процессе эксплуатации насадных фрез следует регулярно (через каждые 5-6 переточек) проверять их уравновешенность. В сборных фрезах необходимо следить за равенством массы диаметрально расположенных резцов и элементов их крепления (винтов, клиньев и т.д.). Разность в массе комплекта резцов и элементов крепления не должна превышать 0,1 % массы комплекта.

Если в качестве режущего элемента используют длинные ножи, то помимо попарного их уравновешивания следует совместить центр массы каждого ножа с его серединой. Балансировка ножей осуществляется на весах (рис. 12.51). Нож кладут на коромысло весов так, чтобы его конец касался упора. Регулируя гайку-грузик, добиваются горизонтального положения коромысла (указатель располагается посередине шкалы). После этого нож переворачивают другим концом к упору. Если при этом коромысло отклонилось вниз, то с тыльной стороны конца ножа, приле-

гающего к упору, стачивают часть металла. Если коромысло отклонилось вверх, то металл стачивают с противоположного конца ножа. При этом добиваются допустимой величины дисбаланса, составляющей не более 0,4 % массы ножа.

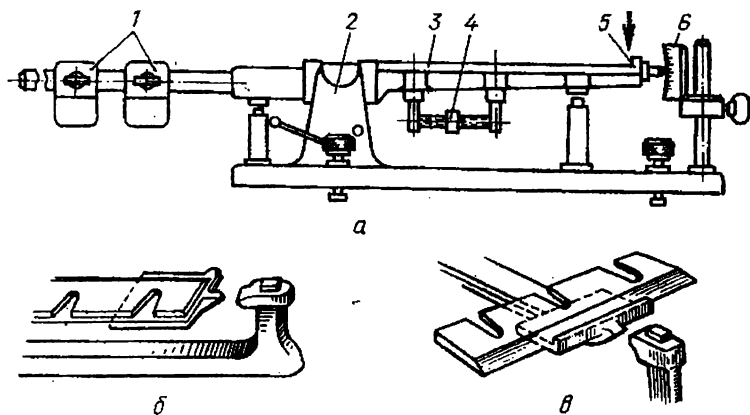


Рис. 12.51. Балансировочные весы:

а - общий вид; *б* - установка ножа при балансировке; *в* - то же при уравнивании;
 1 - грузы-противовесы; 2 - основание; 3 - коромысло; 4 - гайка-грузик для уравнивания; 5 - упор; 6 - указатель

12.8. Режимы заточки, абразивные материалы

12.8.1. Абразивные материалы, их свойства и область применения

Все абразивные (шлифующие) материалы делятся на природные и искусственные. К природным материалам относятся самые твердые материалы, используемые для изготовления абразивного инструмента: алмаз, корунд, гранат, кварц и кремний. В связи с широким развитием производства искусственных абразивных материалов, имеющих более высокие и стабильные свойства и более экономичных, объем использования природных материалов для изготовления абразивов незначителен [1, 7, 19, 39].

Применяют в основном следующие искусственные абразивные материалы: алмаз синтетический, кубический нитрид бора (эльбор, кубонит), электрокорунд, карбид кремния, карбид бора. Физико-механические свойства абразивных материалов представлены в табл. 12.14.

Таблица 12.14

Основные физико-механические свойства абразивных и инструментальных материалов

Наименование материала	Плотность, г/см ³	Микро-твердость, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Предел прочности, ГПа		Устойчивость к нагреванию, °С	Коэффициент теплопроводности при 0°С, ккал/(см · с · град)
				при сжатии	при изгибе		
Алмаз	3,48 - 3,56	100	900	2*	0,21 - 0,49	700 - 800	0,35
Кубический нитрид бора - зльбор, кубонит	3,45 - 3,47	90	720**	0,5*	-	1200	0,1**
Карбид бора	2,48 - 2,52	37 - 50	296	1,8	0,28 - 0,34	700 - 800	0,025
Карбид кремния	3,12 - 3,2	33 - 36	390	1,5	0,15 - 0,16	1300 - 1400	0,037
Корунд, электрокорунд	3,96 - 3,98	20 - 23	320	0,76	0,08 - 0,09	1700 - 1900	0,047
Карбид титана	4,93	30 - 32	460	1,38	0,51 - 0,87	3140	0,058
Карбид вольфрама	15,6	17,8	710	3 - 3,6	0,35	2600	0,07
Твердый сплав Т15К6	11 - 11,7	15 - 16	520	3,9	1,1 - 1,25	800	0,065
Твердый сплав ВК8	14,4 - 14,8	14 - 15	540	4 - 5	1,6	900	0,14
Минералокерамика ЦМ322 (корунд)	3,96 - 3,98	20 - 23	350 - 400	0,9 - 1,5	0,4 - 0,55	1200	0,01

* - зависит от марки материала и размера его кристаллов.

** - данные для зльбора Р.

Из физико-механических свойств абразивного материала твердость оказывает наибольшее влияние на шлифование. Шлифующая способность абразива с увеличением твердости до определенных пределов возрастает и при определенном соотношении твердости абразивного (H_a) и обрабатываемого (H_m) материалов - H_a/H_m достигает своих наибольших значений. Дальнейшее увеличение этого соотношения на эффективность процесса шлифования не влияет.

В табл. 12.15 приведены значения микротвердости основных структурных составляющих легированных инструментальных сталей, а также отношение твердости абразивного и обрабатываемого материалов H_a/H_m для электрокорунда, карбида кремния, эльбора и алмаза.

Таблица 12.15

Основные данные инструментальных сталей

Структурные составляющие инструментальных материалов	Микротвердость, ГПа	Отношение H_a/H_m			
		для электрокорунда	для карбида кремния	для эльбора	для алмаза
Карбид ванадия	18 - 22	0,93 - 1,14	1,35 - 1,67	3,54 - 4,5	4,5 - 5,5
Карбид вольфрама	10 - 11	1,86	3	7,5 - 8	9 - 10
Карбид хрома	14 - 18	1,13 - 1,47	1,67 - 2,14	4,5 - 5,5	5,5 - 7
Высокоуглеродистый мартенсит	10 - 11	1,86	3	7,5 - 8	9 - 10

Электрокорунд - искусственный абразивный материал с высоким содержанием корунда - окисла алюминия (Al_2O_3). Отечественная промышленность выпускает электрокорунд нормальный 16А, 15А, 14А, 13А, 12А, белый 25А, 24А, 23А и 22А и монокорунд 45А, 44А, 43А. Легирование электрокорунда добавками окислов титана, хрома и циркония повышает его режущие свойства.

Из всех корундовых материалов у монокорунда наиболее выражено свойство самозатачивания. Это повышает режущие свойства инструмента, уменьшает усилия резания и расход мощности при шлифовании, а также снижает нагрев обрабатываемых материалов.

Карбид кремния с незначительным количеством примесей получается расплавлением и взаимодействием кремнезема и углерода в электропечах и последующим дроблением на зерна. В зависимости от состава и количества примесей карбид кремния может быть окрашен в цвета от светло-зеленого до черного. Выпускают карбид кремния двух видов: зеленый

(КЗ) - от светло-зеленого до темно-зеленого и черный (КЧ) - черного или темно-синего цвета. Карбид кремния зеленый выпускают в виде зерен К39 и К38, шлифовального порошка К37 и К36 и микропорошка К36. Карбид кремния черный выпускают в виде шлифовального зерна К48 и К47, шлифовального порошка К47 и К45. Цифры в маркировке означают содержание кремнезема и углерода (SiC)? %: 99, 98, 97 и т.д.

Основные характеристики абразивных материалов

Формы абразивных зерен различны. Например, у электрокорунда и карбида кремния зерна неправильной многогранной формы с острыми режущими элементами. Встречаются также зерна удлиненной формы - мечевидные, иглообразные и т.д. Зерна КНБ по сравнению с зернами алмаза синтетического (АС) имеют более гладкие поверхности с резко выраженными гранями. Поверхность зерен АС более шероховатая и имеет большее количество режущих кромок. Зерно с острыми углами значительно легче проникает в обрабатываемый материал.

Зернистость абразивного материала определяется линейным размером его зерен. Абразивные зерна получают, разделяя продукты дробления абразивов по размерам. Зерновой состав каждого номера зернистости характеризуется содержанием отдельных фракций (предельной, основной, комплексной и мелкой) в процентах по массе.

Основная характеристика зерен по размеру - это количество и крупность зерен основной фракции, определяемой размером ячеек двух смежных сит, из которых на одном сите зерно основной фракции должно задерживаться, а через второе сито проходить. Шлифовальное зерно имеет номера зернистости 200, 160, 125, 100, 80 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16, а шлифовальные порошки 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3.

Для микропорошков зернистость определяется линейными размерами зерен основной фракции и имеет обозначение М40, М28, М20, М14, М10, М, М5.

Из эльбора изготавливают шлифовальное зерно Л25, Л20, шлифовальные порошки Л12, Л10, Л8, Л6, Л5 и Л4 и микропорошки ЛМ40, ЛМ28, ЛМ20, ЛМ14, ЛМ10, ЛМ7, ЛМ5, ЛМ3, ЛМ1.

Размер зерен основной фракции

Зернистость:		Зернистость:	
60/40	от 60 до 40	7/5	от 7 до 5
40/28	от 40 до 28	5/3	от 5 до 3
28/20	от 28 до 20	3/2	от 3 до 2
20/14	от 20 до 14	2/1	от 2 до 1
14/10	от 14 до 10	1/0	от 1 и мельче
10/7	от 10 до 7		

Твердость. При шлифовании взаимно изнашиваются обрабатываемый материал и абразивный инструмент. Интенсивность износа зависит от износостойкости абразивных зерен, связанной в основном с их твердостью. Твердость абразивного материала наиболее точно определяют на приборе ПМТ - 3, вдавливая в него с определенным усилием алмазную четырехгранную пирамиду с углом 136° и определяя по размерам отпечатка микротвердости в гигапаскалях.

Механическая твердость. При шлифовании абразивные зерна испытывают значительную нагрузку, в связи с чем они должны быть достаточно прочными. При обдирочных режимах с большим объемом металла необходимо применять абразивы более прочные; при чистовом шлифовании предпочтительны абразивы с большей хрупкостью и способностью к самозатачиванию. Правильный выбор абразивов значительно влияет на их работоспособность.

Абразивную способность зерен определяют испытанием свободно насыпанного зерна между двумя вращающимися с небольшой скоростью стеклянными дисками и массой стекла, сошлифованного за определенное время.

Абразивная способность зерен

Электрокорунд нормальный, зернистостью №140	0,144
Электрокорунд белый, зернистостью №140	0,156
Карбид кремния зеленый, зернистостью №140	0,314
Карбид бора, зернистостью №140/200	0,425
Алмаз, зернистостью №200/160	0,623

Марки алмазных и эльборовых зерен. Марки алмазных и эльборовых зерен характеризуют их структуру и механические качества, определяющие рациональные области их применения:

АСО - шлифовальные круги на органической связке для чистового шлифования, заточки и доводки деталей из твердых сплавов, быстрорежущей стали и других материалов.

АСР - шлифовальные круги для высокопроизводительной заточки твердосплавного инструмента; круги на керамической и металлической связках для всех видов шлифования инструмента из твердых сплавов, керамики и других твердых и хрупких материалов.

АСВ - шлифовальные круги для обработки металлических и неметаллических материалов.

АСС, АСК - круги, хонинговальные брусочки, отрезной инструмент на металлических связках для обработки деталей из наиболее твердых материалов в условиях повышенных нагрузок.

АСМ - инструмент для чистовых и доводочных операций, тонкие отрезные диски.

АСН - инструмент для обработки деталей из наиболее твердых материалов: рубина, природного алмаза и др.

12.8.2. Характеристики, назначение и типоразмеры шлифовальных кругов

Шлифовальные круги имеют определенную форму и состоят из зерен абразивного материала, сцементированного связкой. Характеризуют абразивный инструмент следующие признаки: абразивный материал, зернистость, связка, твердость, структура. Кроме того, абразивные инструменты различаются формой и размерами, степенью уравновешенности и механической прочностью.

Алмазные и эльборовые круги характеризуются абразивным материалом, зернистостью, связкой, концентрацией, а круги из эльбора на керамической связке - твердостью. Эти инструменты также имеют определенную форму и размеры.

Зернистость шлифовальных кругов определяется размерами зерна абразива (алмаза, эльбора), применяемого для его изготовления, и характеризуется номером. От зернистости зависит главным образом шероховатость обрабатываемой поверхности. Для устойчивости профиля в некоторых случаях применяют круги с разной зернистостью: более мелкое зерно - на торцовых поверхностях, более крупное - в середине.

Связка. Для изготовления абразивных, алмазных и эльборовых инструментов применяют связки: керамическую, бакелитовую, вулканитовую; для изготовления алмазных и эльборовых кругов - металлическую.

Керамическая связка (К) состоит из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца и других материалов и вследствие огнеупорности, водостойкости, химической стойкости, жесткости и относительно высокой прочности при испытании на разрыв используется для изготовления инструмента большого количества типоразмеров.

Инструменты на керамической связке имеют высокую пористость, хорошо отводят тепло и сохраняют профиль, но чувствительны к ударам и изгибающим нагрузкам. Шлифовальные круги на этой связке обычно используют при окружной скорости шлифования до 35 м/с, а круги, изготовленные по особой технологии, - для скоростного шлифования при 50 м/с; мелкозернистые круги могут работать при скорости до 65 м/с.

Бакелитовая связка (Б) на основе фенолформальдегидных смол имеет высокую ударную прочность и упругость и широко применяется для

изготовления тонких кругов, а также кругов, работающих с переменной нагрузкой. Круги на бакелитовой связке обладают высокой самозатачиваемостью зерен рабочей поверхности. Бакелитовая связка полирует обрабатываемую поверхность. К недостаткам этой связки следует отнести невысокую стойкость к щелочным охлаждающим жидкостям, низкую теплостойкость и "ползучесть" (увеличение объема под действием постоянной нагрузки).

Кроме вышеназванных при изготовлении алмазных и эльборовых кругов применяют металлические связки на основе, как правило, цветных металлов. Металлическую связку используют в кругах для предварительной и черновой обработок при сравнительно невысоких требованиях к шероховатости поверхности и тяжелых условиях работы.

Изготавливают шлифовальные круги и на других связках: глифталевой, вулканитовой, магнезиальной и т.д., но для заточки дереворежущего инструмента круги на этих связках применяют редко.

Твердость. Под твердостью абразивного инструмента подразумевают сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием внешних сил.

Установлены следующие значения степени твердости шлифовальных кругов:

Мягкий (М)	М1, М2, М3;
Среднемягкий (СМ)	СМ1, СМ2;
Средний (С)	С1, С2;
Среднетвердый (СТ)	СТ1, СТ2, СТ3;
Твердый (Т)	Т1, Т2;
Весьма твердый (ВТ)	ВТ1, ВТ2;
Чрезвычайно твердый (ЧТ)	ЧТ1, ЧТ2.

Абразивный инструмент на керамической или бакелитовой связке выпускают всех степеней твердости, а инструмент на вулканитовой связке в интервале СМ1 - Т2. Инструменты из эльбора на керамической связке имеют твердость М2, М3, СМ1, СМ2, С1, С2, СТ2, СТ3, Т1, Т2. Твердость алмазных кругов, а также эльборовых на других связках не регламентируются.

Структура. Под структурой абразивного инструмента понимают его строение, характеризуемое количественным соотношением объема абразивных зерен, связки и пор.

Структура абразивного инструмента определяется номером, значение которого зависит от объемного содержания зерна. Самая плотная структура с содержанием абразивного зерна 60% имеет номер 1. С увеличени-

ем на единицу номера структуры объем зерна уменьшается на 2%. Структуры № 1 - 4 называют закрытыми, или плотными, № 5 - 8 – средними, № 9 - 12 – открытыми.

Высокопористые круги отличаются от обычных повышенной пористостью. По сравнению с обычными пористые шлифовальные круги имеют меньшую плотность, что позволяет использовать их при работе с повышенными скоростями резания. Кроме того, они хорошо охлаждаются воздушными потоками, возникающими при вращении кругов, и меньше нагреваются.

Структура инструмента из эльбора характеризуется содержанием эльбора и наполнителя. В качестве последнего обычно применяют электрокорунд белый в единице объема рабочей эльбосодержащей части круга, выраженной в процентах и обозначенной определенным номером. Инструменты из эльбора изготавливают с заранее заданной структурой (от № 6 до 12) в зависимости от зернистости эльбора. Чем выше номер структуры, тем больше связка и меньше зерна в единице объема инструмента при одинаковой твердости.

Концентрация. Одна из важнейших характеристик алмазного и эльборового инструмента, определяющих их режущую способность, производительность, срок службы и стоимость, - концентрация, т.е. содержание алмаза или эльбора по массе в единице объема алмазного (эльбороносного) слоя. За 100% - ую концентрацию условно принято содержание алмаза (эльбора) в количестве 4,4 карата в 1 см³ алмазного (эльбороносного) слоя.

Концентрация и содержание алмазов или эльбора в единице объема режущего слоя представлены в табл. 12.16.

Таблица 12.16

Концентрация и содержание алмазов или эльбора в режущем слое

Концентрация, %	Содержание алмазов (эльбора) в 1 см ³ объема режущего слоя, карат	Объем занимаемый алмазами (эльбором) в режущем слое, %
25	1,1	6,2
50	2,2	12,4
75	3,3	18,6
100	4,4	24,9
150	6,6	37,3
200	8,8	49,7

Формы и размеры. Формы и размеры кругов, применяемых для заточки дереворежущего инструмента, приведены в табл. 12.17.

Таблица 12.17

**Формы и размеры шлифовальных кругов для заточки
деревообрабатывающего инструмента. Абразивные круги**

Форма и тип круга	Наружный диаметр, мм	Высота, мм	Диаметр посадочного отверстия, мм	Применение на станках
Плоский прямого профиля ПП	175	5	32	ТчПК4
	250	6; 8; 10; 13	32	ТчПн6, ТчПК8 ТчПА5
	300	20 6	75 127	ТчП ТчПА3, ТчПК16, ТчПК23
Плоский конического профиля	250	8	75	ТчЛ18, ТчЛ35, ТчПР-2
	300	8; 10	127	ТчПА3, ТчПК16, ТчПК-22
Чашка цилиндрической Ц	125	63	51; 32	ТчН6-4, В3-157
	150	63	51; 32	ТчН13-4, ТчН21-4
	200	63	51; 32	ТчН31-3
Плоский прямого профиля К	200	75	125	ТчН6-3, ТчН12-3 ТчН18-3, ТчН31-3
Чашка коническая ЧК	125	40; 50	32	ТчН6-4, ТчН13-4
	150	40; 50		ТчН21-4 ТчН31-4
Диск Д	150	3	32	ТчЛ6-2
	175	3; 4	32	ТчПК4
	250	3	32	ТчПК8, ТчПА5, ТчПН6

Формы и размеры алмазных и эльборовых кругов представлены в табл. 12.18.

Таблица 12.18

Алмазные и эльборовые круги

Форма и тип круга	Наружный диаметр, мм	Диаметр посадочного отверстия, мм	Эльбороносный (алмазный) слой		Количество каратов при концентрации, %			Применение на станках
			ширина, мм	толщина, мм	50	100	150	
Тарельчатый АТ	125	32	3	1,5	3,8	7,6	11,4	} I } II
			5	1,5	6,2	12,4	18,6	
			10	1,5	11,9	23,8	36	
	150	32	3	1,5	4,6	9,1	13,7	
			5	1,5	7,5	15	22,5	
			10	1,5	14,5	29	43,5	

Форма и тип круга	Наружный диаметр, мм	Диаметр посадочного отверстия, мм	Эльборосный (алмазный) слой		Количество каратов при концентрации, %			Применение на станках
			ширина, мм	толщина, мм	50	100	150	
Чашечный конический АЧК	125	32	5	3	15	30	45	} III
			5	5	25	50	75	
			10	3	29	58	87	
			10	5	49	97	146	
			5	3	12,5	24,9	37	
	150	32	5	5	20,5	41	62	
			10	3	23,5	47	70	
			10	5	40	80	120	

I – 3В642, 3А64 Д;

II – ТчПТ6-Гл, ТчПТ4, ТчФТ;

III – В3-157, ТчФТ, 3В642, 3А64 Д.

Круг из алмазов или эльбора представляет собой корпус, на котором в верхней части прочно напрессован режущий слой. Такая конструкция инструмента позволяет использовать почти весь рабочий слой. Как правило, корпуса изготавливают из сталей Ст.3, 20, 25 и 30, алюминиевого сплава АК6 или Д16.

Прочность и уравновешенность шлифовальных кругов. Абразивный инструмент, воспринимающий в процессе работы различные по характеру и величине нагрузки, должен быть достаточно прочен. Прочность зависит от связки, зернистости, твердости и структуры абразивного инструмента.

Все абразивные инструменты осматривают и проверяют, нет ли трещин, простукивая инструмент в подвешенном состоянии деревянным молотком массой 200 - 300 г. Инструмент без трещин должен издавать чистый звук. Дребезжащий звук свидетельствует о наличии мелких трещин или внутреннем расслоении. Такие круги отбраковывают. Особенно тщательно проверяют круги диаметром до 150 мм, так как их механическую прочность не испытывают вращением на испытательной машине. Механическую прочность кругов контролируют, вращая каждый шлифовальный круг (диаметром 150 мм и выше) на испытательном станке АТ-2 или СИП-800 со скоростью, на 50% превышающей рабочую окружную скорость, указанную в табл. 12.19.

Рабочие скорости вращения шлифовальных кругов

Вид круга	Обозначение формы круга	Подача круга или обрабатываемой детали	Окружная скорость, м/с, при связке		
			керамической	бакелитовой	вулканитовой
Плоский прямого профиля	ПП	Ручная	30	40	35
		Механическая или автоматическая	35	30	35
Плоский конического профиля	ЗП	То же	-	35	-
Кольцо	К	>>	25	30	25
Чашечный цилиндрический	ЧЦ	Ручная	25	30	-
		механическая	30	35	-
Чашечный конический	ЧК	Ручная	25	30	-
		Механическая	30	35	-
Тарельчатый	АТ	Механическая или автоматическая	30	30	-
Диск	Д	Ручная или механическая	-	50 - 80	60

Продолжительность испытания для кругов диаметром 150 - 475 мм - 5 мин, диаметром 30 - 150 мм с рабочей скоростью свыше 40 м/с - 3 мин.

Уравновешенность шлифовальных кругов влияет на качество заточки и долговечность работы шпиндельного узла. Неуравновешенность (дисбаланс) может быть статической и динамической.

Абразивные круги имеют сравнительно небольшую ширину, поэтому плечо пары сил, обуславливающих динамическую неуравновешенность, невелико, и неуравновешенный крутящий момент вокруг оси, перпендикулярный к оси вращения круга для заточки дереворежущего инструмента, достаточно подвергнуть статической балансировке, т.е. балансировать только в одной плоскости. Балансируют круги на балансировочных приспособлениях до установки их на станок или в специальном устройстве без снятия со станка. Для определения статической неуравновешенности круг вместе с фланцами на оправке устанавливают на опорах приспособления так, чтобы он мог свободно поворачиваться относительно оси вращения. Если круг статически неуравновешен, он установится тяжелой частью вниз. Неуравновешенность обычно устраняют добавлением груза на сторону, противоположную тяжелой части. Неуравновешенный круг должен оставаться неподвижным в любом положении.

Статический дисбаланс шлифовального круга характеризует его неуравновешенность. За единицу дисбаланса принята величина груза E_1 , закрепленного на периферии, устраняющая неуравновешенность, вызванную смещением центра массы от геометрического центра круга (при объемной массе круга $2,4 \text{ г/см}^3$) на $0,01 \text{ см}$:

$$E_1 = 0,037 \cdot (D^2 - d^2) \cdot \frac{H}{D}, \quad (12.1)$$

где d – диаметр отверстия шлифовального круга, см;
 D – наружный диаметр шлифовального круга, см;
 H – высота шлифовального круга, см.

В зависимости от дисбаланса и высоты круга установлены четыре класса дисбаланса (табл. 12.20).

Таблица 12.20

Число единиц дисбаланса в зависимости от высоты круга и класса

Высота круга, мм	Класса			
	1	2	3	4
До 13	5	8	12,5	20
13 - 25	4,5	7,2	11,2	18
25 - 50	3,5	5,6	9	14

Класс дисбаланса кругов на керамической и бакелитовой связках выбирают в зависимости от высоты, зернистости и связки шлифовального круга (табл. 12.21).

Таблица 12.21

Зависимость класса дисбаланса от высоты и зернистости

Номер зернистости	Высота круга, мм		
	До 13	13 - 75	75 - 100
10 и мельче	2	2	2
12 - 25	2	2	2
40 - 50	3	3	3
80 и крупнее	4	4	4

Алмазные и эльборовые круги наружным диаметром 100 мм и более, толщиной корпуса 5 мм и более должны быть отбалансированы. При этом предельное значение смещения центра тяжести круга (мкм) относительно оси вращения в зависимости от массы круга (кг) не должно превышать величин, указанных ниже:

до 1	40;
свыше 1 до 3	32;
свыше 3 до 10	25.

Для уравновешивания кругов высверливают материал корпуса круга на тяжелой стороне или наносят дополнительную массу материала на

легкую сторону. При этом глубина сверления не должна превышать половины толщины корпуса. Количество балансировочных отверстий не более трех.

Шлифовальные круги выпускают двух классов: А и Б. Шлифовальные круги класса А отличаются от обычных кругов класса Б высокой равномерностью твердости, незначительным отклонением величины фактической твердости круга от установленной величины, повышенной точностью геометрических размеров (диаметра, высоты и диаметра отверстия), что очень важно при скоростном шлифовании, отсутствием железисто-шлаковых включений и повреждений кромок. Круги класса А обеспечивают повышенные производительность и продолжительность работы между правками.

Выпускаются также прецизионные круги, которые отличаются от кругов класса А высоким содержанием основной фракции зерен (до 70%), повышенным качеством абразивных зерен, применением очищенных, отмагниченных связок, более равномерной твердостью и жесткими допусками на размеры по диаметру, высоте и диаметру посадочного отверстия, минимальным дисбалансом. Прецизионные круги по сравнению с кругами класса А обладают повышенной прочностью и более высокой режущей способностью, позволяющей улучшить шероховатость обработанной поверхности на 1 - 2 разряда; стойкость этих кругов в 1,5 - 2 раза выше.

Маркировка кругов. Характеристику абразивного шлифовального круга в виде условных обозначений наносят краской на его торцовую поверхность.

Например, ЧАЗ 23А 25 СМ1 К6 ПП 300×6×32, 35 м/с обозначает следующее:

- ЧАЗ - завод изготовитель (Челябинский абразивный завод);
- 23А - абразивный материал (электрокорунд марки 23А, белый);
- 25 - зернистость;
- СМ1 - степень твердости шлифовального круга;
- К - связка керамическая;
- 6 - номер структуры;
- ПП - геометрическая форма (круг плоский прямого профиля);
- 300 - наружный диаметр круга, мм;
- 6 - высота круга, мм;
- 32 - диаметр отверстия круга, мм;
- 35 - предельная окружная скорость круга м/с.

Характеристику алмазных эльборовых кругов наносят на поверхности их металлического корпуса в виде клейма.

Например, АПП 125×10×3×32 АСО 100/80 -100-Б1, №2-10295, ИСМ обозначает следующее:

АПП - геометрическая форма (алмазный плоский прямого профиля);

125 - наружный диаметр круга, мм;

10 - ширина алмазоносного слоя, мм;

3 - толщина алмазоносного слоя, мм;

32 - диаметр отверстия круга, мм;

АСО - марка алмаза;

100/80 - зернистость;

100 - концентрация, %;

Б1 - связка бакелитовая;

№2-10295 - номер инструмента;

ИСМ - товарный знак завода-изготовителя.

Аналогично наносятся и расшифровываются характеристики эльборовых кругов.

Правила хранения шлифовальных кругов. Шлифовальные круги следует хранить в помещениях при температуре не ниже 5° С и влажности не выше 65%. Помещение для хранения необходимо оборудовать стеллажами, полками, ящиками, обеспечивающими сохранность кругов.

Круги формы Д укладывают стопками между гладкими металлическими дисками толщиной не менее 2 мм и диаметром, соответствующим диаметру круга. Во избежание коробления круги формы Д должны находиться под постоянной нагрузкой 2 - 3 кг.

Плоские тонкие круги с острыми кромками и круги форм ЧК и ЧЦ диаметром до 200 мм можно хранить стопками, причем между кругами следует проложить прокладки из картона или толстой бумаги. Круги, не имеющие острых кромок, хранят в коробках с внутренним слоем из мягкого материала.

12.8.3. Режимы заточки стального и твердосплавного дереворезающего инструмента

Под режимом заточки инструмента подразумевают определенное соотношение величин: окружной скорости вращения шлифовального круга; скорости продольной подачи шлифовального круга относительно инструмента или инструмента относительно шлифовального круга; поперечной подачи шлифовального круга на глубину резания (толщину стачиваемого слоя) за рабочий ход шлифовального круга (или стола с инструментом).

Эти величины и их соотношения принимают в зависимости от ряда факторов и условий, влияющих на процесс заточки: вида и свойств материала затачиваемого инструмента, материала и характеристики шлифовального круга, величины припуска на заточку (толщины стачиваемого слоя за полный цикл заточки), площади контакта шлифовального круга с обрабатываемой поверхностью инструмента, направления вращения шлифовального круга относительно затачиваемой режущей кромки инструмента (с набеганием на кромку или сбеганием), требуемых производительности и качества заточки, наличия и интенсивности охлаждения обрабатываемой поверхности инструмента и свойств смазочно-охлаждающей жидкости, жесткости и виброустойчивости системы СПИД заточного станка и его точности.

Требования к качеству заточки, режимы заточки.

В соответствии с технологическими требованиями деревообрабатывающих производств к качеству обработки древесины и древесных материалов и к стойкости режущего инструмента необходимо обеспечить надлежащее качество заточки. Требования к качеству заточки стального дереворежущего инструмента представлены в табл. 12.22.

Таблица 12.22

Требования к качеству заточки стального дереворежущего инструмента

Наименование показателя	Допускаемое значение показателя					
	Пилы			Фрезы цельные	Ножи плоские	Концевой инструмент
круглые	рамные	ленточные				
Отклонение углов, град: контурных косой заточки	± 1 $\pm 0,5$	± 1 $\pm 0,5$	± 1 $\pm 0,5$	± 1 $\pm 0,25$	± 1 -	± 1 боковых углов ± 1 ; углов торцевой части $\pm 0,5$
Радиус скругления режущей кромки, мкм	8	8	8	4 - 6	4 - 8	6 - 8
Шероховатость обработанных поверхностей, мкм	1,25 - 1			0,63 - 0,5	0,63 - 0,5	1.25 - 1
Трещины, прижоги, засинение кромок	Не допускаются					
Непрямолинейность режущей кромки, мкм	-	-	-	-	0,025	-

Наименование показателя	Допускаемое значение показателя					
	Пилы			Фрезы цельные	Ножи плоские	Концевой инструмент
	круглые	рамные	ленточные			
Радиальное биение зубьев, мм	0,4	-	-	0,05	-	-
Неуравновешенность инструмента, г · см	-	-	-	2	-	-
Разность в массе ножей в одном комплекте, % от массы ножа	-	-	-	-	0,5	-
Разновысотность вершин зубьев, мм	-	± 0,2	± 0,2	-	-	-
Разношаговость зубьев, мм	0,2 - 1	-	-	0,2	-	-
Торцовое биение боковых граней зубьев, мм	-	-	-	0,04	-	-

Требования к качеству заточки дереворежущего инструмента с пластинками из твердого сплава представлены в табл. 12.23.

Таблица 12.23

Требования к качеству заточки дереворежущего инструмента с пластинками из твердого сплава

Наименование показателя	Значение допускаемого показателя		
	Пилы круглые	Фрезы цельные	Ножи плоские
Отклонение контурных углов, град	± 1	± 1	± 1
Радиус скругления режущей кромки, мкм	15	10	8
Глубина выкрошин на режущей кромке, мкм	20	15	10
Трещины	Не допускаются		
Шероховатость обработанных поверхностей, мкм	0,32	0,16	0,16
Непрямолинейность режущей кромки (на всей длине), мкм	-	-	0,025
Радиальное биение зубьев, мкм	0,1	0,05	-
Неуравновешенность инструмента, г · см	20	2 - 5	-
Разность в массе ножей одного комплекта, г	-	-	0,3

Для обеспечения требуемого качества заточки и доводки следует применять приведенные в табл. 12.24, 12.25 режимы заточки и доводки основных видов стального и твердосплавного дереворежущего инструмента.

Режимы заточки стального дереворежущего инструмента представлены в табл. 12.24.

Режимы заточки и доводки дереворежущего инструмента с пластинками твердого сплава и литыми твердыми сплавами "стеллит" представлены в табл. 12.25.

Смазочно-охлаждающие жидкости.

Использование смазочно-охлаждающих жидкостей позволило значительно повысить производительность и качество заточки.

Эмульгируемая смазочно-охлаждающая жидкость для шлифования инструментальных сталей - Укринол-1 представляет собой сбалансированную смесь минерального масла, эмульгантов и ингибиторов коррозии. При смешивании с водой она образует эмульсию молочного цвета. Для получения эмульсии концентрат СОЖ тонкой струей добавляют к воде (а не наоборот) при постоянном перемешивании. Для заточки стальных ножей рекомендуется 1,5 - 2%-ная эмульсия. Она снижает шероховатость обрабатываемых поверхностей, легко эмульгирует в водопроводной воде, образуя стабильные эмульсии, обладает высокими противокоррозионными свойствами. Может использоваться как на отдельных станках, так и в централизованных системах охлаждения.

Эмульгируемая смазочно-охлаждающая жидкость для шлифования инструментальных сталей при глубинном способе заточки - Аквал-2 представляет собой сбалансированную смесь минерального масла, противоизносных и противозадирных присадок, эмульгаторов и ингибиторов коррозии, которая при смешивании с водой образует эмульсию светло-коричневого цвета.

Для получения эмульсии концентрат СОЖ тонкой струей добавляют к воде (а не наоборот) при постоянном перемешивании. Для шлифования средне- и труднообрабатываемых инструментальных сталей и сплавов рекомендуется 5 - 10 % -ная эмульсия, содержащая активные присадки и тем самым способствующая более длительному сроку службы инструмента. Она допускает более быстрые подачи и скорости. Легко эмульгирует в обычной воде с образованием стабильных эмульсий. Обладает хорошими антикоррозионными свойствами.

Режимы заточки стального дереворезущего инструмента

Затачиваемый инструмент	Заточка				Доводка			Поперечная подача, мм/дв.ход	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, мм/мин	Поперечная подача, мм/дв.ход
	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, мм/мин	Поперечная подача, мм/дв.ход	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, мм/мин					
Пилы круглые, рамные, ленточные	25A25-с,-СТ ₁ ,К	28 - 30.	5 - 7	0,04 - 0,09	2 - 3 прохода без поперечной подачи (проходы выжигивания) с последующей правкой шлифовальным брусом То же	25A12-10-СМ ₁ -С ₂ ,К Л112-10Б ₁ ; Б156.50	25 - 30 30 - 40	1 - 2 1 - 2	0,01 - 0,02 0,005 - 0,02			
	Л125-16Б ₁ ,К ₁₀₀	20 - 25	2 - 3	0,02 - 0,06								
Фрезы цельные	25A25-16-СМ ₁ -С ₂ ,К	20 - 30	2 - 4	0,03 - 0,06	С последующей правкой шлифовальным брусом	25A16-12М ₃ -С ₁ ,К Л112-10Б ₁ ; Б156.50	18 - 25 30 - 40	2 - 4 1 - 2	0,005 - 0,02 0,005 - 0,01			
	Л125-16Б ₁ ; Б156.100	25 - 30	2 - 3	0,02 - 0,04								
Ножи плоские	25A25М ₃ -С ₁ ,К	18 - 25	2 - 7	0,02 - 0,06	С последующей правкой шлифовальным брусом	Л112-10Б ₁ ; Б156.50	18 - 25 30 - 40	2 - 4 1 - 2	0,005 - 0,02 0,005 - 0,01			
	Л125-16Б ₁ ; Б156.100	25 - 30	2 - 3	0,01 - 0,03								
Фрезы концевые	АС250-160; КБ100	25 - 30	1 - 0,5	0,1 - 0,2	С последующей правкой шлифовальным брусом	25A12-10-СМ ₁ -С ₂ ,К Л112-10Б ₁ ; Б156.50	25 - 30 30 - 40	1 - 2 1 - 2	0,01 - 0,02 0,05 - 0,02			
	25A25-16-СМ ₁ -С ₂ ,К	25 - 30	2 - 4	0,05 - 0,15								
	Л125-16Б ₁ ,К	25 - 30	2 - 3	0,03 - 0,05								
	Б156.100											

Примечания: 1) При отсутствии кругов на керамической связке К можно брать круги на бакелитовой связке Б, но твердость круга при этом должна быть на 1 - 2 степени выше. 2) Заточивать ножи из быстрорежущих сталей можно с применением СОЖ. При этом скорость круга должна быть снижена до 16 - 18 м/с. В качестве СОЖ при заточке ножей рекомендуется 3 - 5%-ный раствор кальцинированной соды.

Таблица 12.25

Режимы заточки стального дереворежущего инструмента

Затачиваемый инструмент	Заточка			Доводка			Поперечная подача, мм/дв.ход	
	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, м/мин	Поперечная подача, мм/дв.ход	Характеристика круга	Скорость круга, м/с		Продольная подача, м/мин
Пилы круглые	64С25СМ ₁ -М ₃ ,К	14 - 16	5 - 3	0,06 - 0,04	АС80/63-63/40 Б ₁ ,Б ₂ ,50-100%	25 - 30	-	-
	АС250/160 - 100/80 Б ₁ ,Б ₂ ,100-150%	20 - 25	2,5 - 1,5	0,05 - 0,02		18 - 20	0,5 - 0,1	0,015 - 0,005
Пилы круглые и рамные, оснащенные литым твердым сплавом «стеллит»	АС250/160-100/80 МО13,МО4,МС6,Б156.100-150%	18 - 20	0,8 - 0,5	0,75 - 0,25	АС100/80-80/63 МО13,МО4,МС6,Б156.50-100%	18 - 20	0,5 - 0,1	0,25 - 0,15
	То же	18 - 20	0,5 - 0,05	1,5 - 0,5	Л16-10Б ₁ ,КБ50%	18 - 20	0,05 - 0,1	0,01 - 0,25
Фрезы цельные	Л25-20Б ₁ ,КБ100-150%	18 - 25	0,1 - 1	0,25 - 0,6	Л16-10Б ₁ ,КБ50%	25 - 30	0,1 - 0,5	0,01 - 0,02
	Л25-20Б ₁ ,КБ100-150%	20 - 30	0,5 - 2,5	0,02 - 0,05	Л16-10Б ₁ ,КБ50%	25 - 30	0,1 - 0,5	0,01 - 0,02
Фрезы цельные	64С25СМ ₁ -М ₃ ,К	14 - 16	5 - 3	0,06 - 0,04	АС80/63-63/40 Б ₁ ,Б ₂ ,50-100%	25 - 30	-	-
	АС250/160-100/80 Б ₁ ,Б ₂ ,100-150%	20 - 25	2,5 - 1,5	0,04 - 0,02		18 - 20	0,5 - 0,1	0,01 - 0,005
Фрезы цельные	АС250/160-100/80 МО13,МО4,МС6,Б156.100-150%	18 - 20	0,8 - 0,5	0,7 - 0,25	АС100/80-80/63 МО13,МО4,МС6,Б156.50-100%	18 - 20	0,5 - 0,1	0,25 - 0,15
	То же	18 - 20	0,5 - 0,05	1 - 0,5	Л16-10Б ₁ ,КБ50%	18 - 20	0,05 - 0,1	0,01 - 0,25

Окончание табл. 12.25

Затачиваемый инструмент	Заточка			Доводка				
	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, м/мин	Поперечная подача, мм/дв.ход	Характеристика круга	Скорость круга, м/с	Продольная подача, м/мин	Поперечная подача, мм/дв.ход
Ножи сборных фрез	64С25СМ ₁ -М ₆ ,К	14 - 16	4 - 2	0,04 - 0,02	-	25 - 30	1,5 - 0,5	-
	АС250/160-100/80 Б ₁ ,Б ₈ ,100-150%	20 - 25	2,5 - 1,5	0,03 - 0,02	АС80/63-63/40 Б ₁ ,Б ₈ ,50-100%	18 - 20	0,5 - 0,1	0,01 - 0,005
	АС250/160-100/80 МО13.МО4.МС6. Б156.100-150%	18 - 20	0,8 - 0,5	0,6 - 0,25	МО13.МО4.МС6. Б156.50-100%	18 - 20	0,5 - 0,1	0,25 - 0,15
	То же	18 - 20	0,5 - 0,05	1 - 0,5	-	-	-	-

Примечание. Затачивать инструмент алмазными шлифовальными кругами на металллических связках следует с охлаждением.

Смазочно-охлаждающая жидкость ОСМ-3 предназначена для замены сульфозфрезола при шлифовании инструментальных сталей. Основу СОЖ ОСМ-3 составляет минеральное масло, активизированное противозадирными и противоизносными присадками.

В товарном виде продукт готов для заливки в систему охлаждения станков.

Перед применением СОЖ ОСМ-3 систему охлаждения станков необходимо тщательно очистить от ранее находившейся в ней СОЖ и грязи, промыть керосином или чистым маслом. СОЖ ОСМ-3 имеет хорошие технические и санитарно-гигиенические свойства. Применяется в состоянии поставки.

Многоцелевая смазочно-охлаждающая жидкость Укринол-14 средневязкое масло, содержащее противозадирные, противоизносные, антикоррозионные и антипенные присадки. Применяется при заточке сверл, концевых фрез, а также при обработке труднообрабатываемых инструментальных сталей. Увеличивает срок службы инструмента и снижает шероховатость обрабатываемой поверхности. Служит смазкой для станков. В состоянии поставки СОЖ готова к применению. Подается СОЖ в зону резания поливом.

Для алмазных и эльборовых кругов на органической связке рекомендуются: вода с антикоррозионными присадками (нитрид натрия или бура), смачиватель ОВ-7 или 3%-ный содовый раствор; эмульсия, состоящая из тринатрияфосфата 0,6%, ализатривого масла 0,5%, буры, азотнокислого натрия 0,25 % и воды.

Для кругов на металлической связке рекомендуются: водный раствор, состоящий из триэтанолamina 0,41 %, нитрида натрия 0,4 %, тринатрийфосфата 0,3 %, соды кальцинированной 0,3 %, буры 0,5 %, смачивателя ОВ-7 или ОВ-10 - 0,1 % и воды; раствор, состоящий из 1,5 - 3 % -ной эмульсии из эмульсола НГЛ-205 или замазливателя БВ и воды.

В обоих случаях можно применять капельно-фитильное охлаждение из 65 % керосина и 35 % жидкого масла типа "индустриальное 50".

СОЖ должна поступать в зону заточки в количестве 3 - 6 л/мин.

12.9. Оборудование для повышения износостойкости и ремонта дереворежущего инструмента

12.9.1. Оборудование и методы наплавки дереворежущего инструмента литым твердым сплавом стеллит

Вольфрамокобальтовые твердые сплавы для условий деревообработки промышленности - наиболее совершенный материал, хорошо про-

тивостоящий почти всем видам износа инструмента. Однако хрупкость и относительная дороговизна аварийного восстановления инструмента, работающего в условиях ударных нагрузок по недостаточно очищенной от инородных включений древесине, сдерживают его повсеместное распространение. В ряде случаев (например, рамного пиления) причина этого в недостаточной прочности паяного шва при знакопеременной и ударной нагрузке инструмента. Другая причина - это трудность напайки пластинок твердого сплава на тонкий режущий инструмент (например, ленточные делительные и бревенные пилы). Именно для таких видов дереворежущего инструмента, как подрезающие ножи в сборных фрезах, ножи рубительных машин, коросниматели окорочных машин, зубья рамных и широких ленточных пил целесообразнее использовать более пластичные литые твердые сплавы типа стеллит, наносимые на режущие части инструмента газовой или электродуговой наплавкой [12, 14, 18, 20, 35, 37].

Широкое распространение получила наплавка стеллита на зубья рамных пил. Перед наплавкой зубья рамных пил, а также широких ленточных пил плюшат. Данная операция необходима для увеличения площади контакта наплавляемого материала с зубом пилы с целью бокового уширения режущей части, а также создания лунки, необходимой для наплавки более толстого слоя стеллита. Лунка обеспечивает увеличение количества переточек между наплавками, поскольку возвышение наплавки над передней гранью зуба после его заточки не рекомендуется более чем на 0,2 мм. При плющении не рекомендуется использовать графитные смазки, так как они при последующей наплавке снижают прочность пилы.

Для наплавки рамных пил используют приспособление И-50, представленное на рис. 12.52.

На вертикальной стойке 3, закрепленной на плите, расположена под углом направляющая линейка 2 с Т-образным пазом. В пазу установлена рейка 1 с рядом отверстий вместо зубцов, на которой имеются планки 7 для установки рамной пилы 8. Рейка находится в постоянном зацеплении со звездочкой 4, зубцы которой заходят в отверстия рейки. Звездочка установлена на валу и соединена с рукояткой 5 и тормозным барабаном. Тормозная колодка барабана одним концом вставлена в тягу. Тяга прижата к колодке пружиной, на другом ее конце установлена педаль 6.

Принцип работы приспособления следующий. Пилу 8 устанавливают на рейку 1 между планками 9. Нажатием на педаль 6 освобождается тормозной барабан. Рукояткой 5 пилу поднимают в верхнее положение. По мере того как зубья пилы наплавляются, педалью освобождается барабан и линейка вместе с пилой опускается на два-три зуба вниз на уровень прижимных планок 9 в зону наплавки.

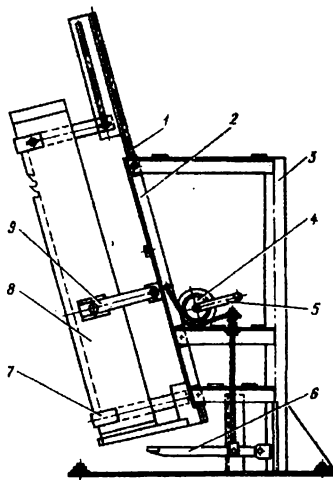


Рис. 12.52. Приспособление для установки рамной пилы при наплавке зубьев стеллитом

Наплавляют стеллит с помощью комплекта газосварочной аппаратуры, включающего: газовую горелку с наконечником №2, систему подачи ацетилена (баллон или генератор) и кислорода (обычно от баллона) с редукторами, манометрами и подводщими шлангами. Устанавливают рабочее давление в такой последовательности. Открывают вентиль на ацетиленовом баллоне и регулировочным винтом редуктора давления ацетилена устанавливают на выходном манометре избыточное давление $0,03 \dots 0,04$ Мпа. Затем открывают вентиль на кислородном баллоне и регулировочным винтом редуктора давления кислорода добиваются на выходном манометре давления $0,4 \dots 0,5$ Мпа. На газовой горелке включают кран подачи ацетилена и зажигают газ. Далее включают кислород и регулируют пламя горелки преимущественно краном подачи кислорода. Наплавляют стеллит исключительно пламенем с избытком ацетилена, так как при этом минимально выгорают углерод и другие компоненты, что способствует получению плотных бездефектных наплавов.

Для наплавки зубьев рамных пил необходимо поддерживать пламя со средним избытком ацетилена, когда длина видимого конуса зелено-голубого цвета, характерного для пламени с избытком ацетилена, равна $25 \dots 30$ мм и $2,5 - 3$ раза больше, чем ядро пламени (часть пламени около

сопла, выделяющаяся сильным свечением). Зона сварки (рабочей части факела) находится на расстоянии 3 - 5 мм от ядра пламени.

Применяемый в деревообрабатывающей промышленности литой твердый сплав стеллит ВЗК и ВЗКР выпускается в виде прутков диаметром 6 - 8 мм. Для упрощения операции по наплавке и снижения расхода стеллита прутки утоньшают (оттягивают) до диаметра, равного толщине пилы плюс 0,5... 1 мм. Для уменьшения диаметра прутки сплавляют газовой горелкой в канавку требуемого сечения, выполненную (обычно с помощью шлифовального круга) на поверхности шамотного кирпича. При расплавлении прутки следует постепенно отводить, вытягивая его в стержень требуемого сечения.

Перед наплавкой рамную пилу устанавливают в приспособлении И-50 так, чтобы передние грани зубьев располагались горизонтально, а первый (нижний) зуб находился на уровне или немного выше локтевого сустава сидящего рабочего-наплавщика. Наплавку зубьев пил рекомендуется вести так, чтобы горелка перемещалась впереди прутка стеллита слева направо, а сама наплавка шла от вершины зуба к его впадине. Пруток стеллита подают в зону наплавки левой рукой, а правой рукой управляют горелкой.

Для наплавки сначала разогревают кончик прутка до начала оплавления, а затем лунку от плющения в вершине зуба до начала плавления (момента "запотевания") с одновременным подогревом прутка. Расстояние от ядра пламени до наплавляемой поверхности должно быть 3 - 5 мм, а угол наклона оси наконечника горелки к горизонтальной плоскости 25 - 30°.

При появлении запотевания на кончике зуба следует немедленно сплавить на него каплю стеллита, не отрывая ее от прутка, тем самым как бы защищая кончик зуба от сгорания. Далее снова разогревают поверхность лунки плющения, захватывая и наплавленный сплав с добавлением новой порции стеллита. При правильном разогреве зуба пилы и наплавочного сплава с добавлением новой порции стеллита, стеллит постепенно стекает от исходной точки плавления в сторону наплавки.

После распространения сплава по всей поверхности лунки плющения пламя немедленно переносят на кончик прутка стеллита и прутки и пламя отводят от наплавляемой поверхности. Для равномерного сплавления металла у обеих боковых кромок передней грани зуба пилы необходимо, чтобы в процессе наплавки факел горелки располагался по возможности в плоскости пилы.

Величина превышения сплава над поверхностью передней грани зуба должна быть не менее $1 \pm 0,2$ мм. При наплавке не следует перегревать сплав до кипения, так как это приводит к образованию пор, раковин и неплотностей. Для получения бездефектной наплавки надо максимально сокращать время наплавки всей пилы, не допускать никаких перерывов, не допускать сотрясений пилы в процессе перемещения ее в приспособлении в период, предшествующий термической обработке зубьев.

Термообработку проводят сразу же после наплавки, максимально сокращая время между окончанием наплавки и началом термообработки, не допуская дополнительного охлаждения, сквозняков и т.д. Отпуск ведут пламенем газовой горелки, при этом факел поддерживается той же мощности и состава, что и при наплавке. При отпуске пламя направляют к вершине зуба. Угол наклона наконечника горелки к плоскости полотна пилы должен быть $30 - 45^\circ$. Наружный конус пламени должен касаться тела зуба примерно в третьей четверти наплавки, считая от вершины.

При отпуске одинаково опасно как недогреть, так и перегреть зубья выше оптимальной температуры $600 - 650^\circ \text{C}$. Эта температура соответствует нагреву зубьев до темно-красного каления. Дополнительный признак, по которому судят о достаточности степени нагрева, - вторичное появление цветов побежалости. Нагрев можно считать достаточным, если при вышеуказанном положении горелки относительно зуба пилы цвета побежалости распространяются примерно на $4 - 5$ мм от основания наплавки на передней грани зуба пилы.

После отпуска всех зубьев пилы контролируют качество термообработки. После наплавки стеллитом пилы подвергают черновой профильной заточке. Затем наплавленные зубья пил затачивают по боковым граням для выравнивания их уширения на стороны и придания углов поднутрения. Операция по подготовке пил, наплавленных стеллитом, к работе завершается чистовой заточкой их по профилю.

12.9.2. Напайка пластинок твердого сплава

Применяют несколько способов крепления пластинок из твердого сплава и быстрорежущих сталей на корпус дереворежущего инструмента. Однако широко распространен только метод пайки твердыми припоями: серебряными (П-Ср-40, П-Ср-65), медно-цинковыми (П-МП-42, МНМЦ68-4-2) и латунными (Л62, Л68). Для нагрева припаяваемой пластины и корпуса инструмента обычно применяют генераторы ТВЧ (ЛГЗ-10А, ЛГЗ-30, ЛГЗ-60) или специальные аппараты, основанные на принципе электросопротивления зоны пайки (НПЭ-40, НПЭ-50, НПЭ-5У).

Пайку массивного инструмента (насадных фрез, ножей), а также концевых фрез и сверл выполняют преимущественно с помощью нагрева в поле ТВЧ. Для каждого типа и формы инструмента изготавливают из медной трубки специальные петлевые индукторы (рис. 12.53).

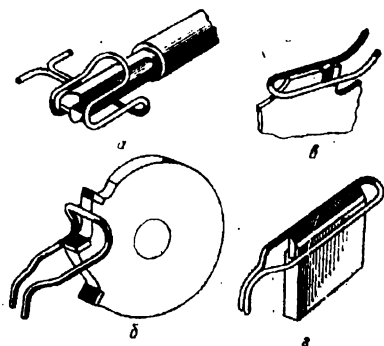


Рис. 12.53. Формы индукторов для напайки ТВЧ пластинок твердого сплава:
а - для концевых фрез и сверл; *б* - для насадных фрез; *в* - для зубьев пил; *г* - для ножа

Технология пайки включает обезжиривание бензином, ацетоном или четыреххлористым углеродом места пайки (открытого или закрытого паза) и твердосплавной пластинки, приготовление пасты флюса - буры, нанесение кисточкой флюса на поверхность спайки. Для удержания пластинки в пазу и получения оптимального зазора (0,05 - 0,1 мм) применяют технологическую перемычку, которую после установки твердосплавных пластинок обычно кернят у ее основания.

Зуб пилы или режущую часть другого инструмента с установленной твердосплавной пластиной помещают в рабочую зону петлевого индуктора и включают подачу тока. Припой в виде тонкой проволоки или пластинки длиной 100 - 200 мм, толщиной 0,2 - 0,3 мм и шириной 2 - 3 мм подводят в зону шва спайки, где он в процессе нагрева расплавляется и затекает в стыковые щели. После этого подачу тока отключают. А затем, не допуская охлаждения места пайки ниже темно-красного каления, быстро 2 - 3 раза включают генератор для прогрева зоны пайки до красного каления. При этом происходит отпуск места пайки, предотвращающий появление в нем микротрещин в результате действия остаточных закалочных напряжений. В случае припайки твердосплавных пластинок в открытый паз для прижима и удержания пластинки во время пайки в нужном положении используют медный пруток с деревянной ручкой.

Напайку пластинок твердого сплава на зубья дисковых пил можно выполнять и на электроконтактных установках НПЭ-40, ПНЭ-50

В нижней части станины 1 установки НПЭ-05У (рис. 12.54), кроме электроаппаратуры управления и трансформатора (РНО-250-5, $I_{\text{max}} = 12/20$ А, $U = 0 \dots 250$ В), расположены педаль 2 отвода суппорта с контактным электроприводом и педаль 3 регулировки напряжения пайки.

Регулировать напряжение можно также рукояткой 4 на левой стенке станины. Симметрично ей установлена на правой стенке станины рукоятка 5 натяжения тросика отвода суппорта с контактным электродом. Верхняя часть 6 установки включает два основных механизма: горизонтальную штангу 8 с приспособлением для крепления пилы, объединенную в одну группу с механизмом подачи и суппортом с контактным электродом 11. На штанге 8 установлена токопроводящая шайба 18, к которой с помощью гайки 17 прижимается диск пилы.

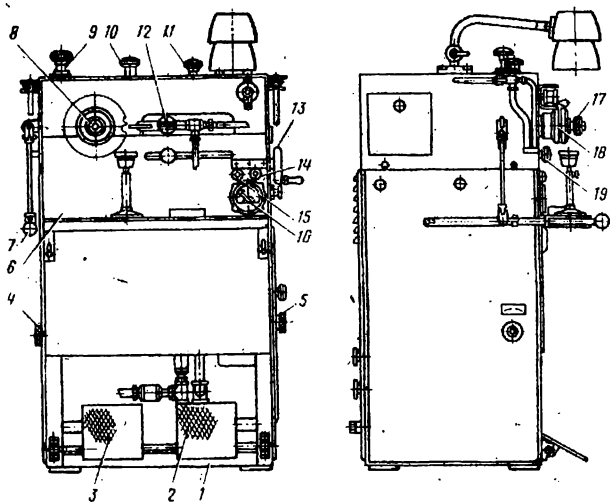


Рис. 12.54. Установка НПЭ-05У для электроконтактной напайки пластинок твердого сплава

Шайба 18 соединена с шестью храповыми колесами, имеющими 16, 24, 36, 56, 72 и 96 зубьев. На оси горизонтальной стойки закреплен и свободно поворачивается рукояткой 7 поводок с подающей собачкой, которую ставят над одним из шести храповых колес. Крайнее переднее

положение подающей собачки регулируют упорным винтом 9, а пружину поворота поводка с подающей собачкой натягивают рукояткой 10. Контактный медный электрод 11 присоединен ко второй клемме трансформатора и служит для подвода тока к месту пайки и опорой для припаваемой пластинки. Для охлаждения в процессе работы протекающей водой внутреннюю полость контактного электрода подсоединяют к водопроводной системе. С целью настройки на различный диаметр пил стойка с контактным электродом 11 смонтирована на суппорте, положение которого регулируют относительно пилы маховичком 13 и окончательно фиксируют винтом 19. Для быстрого освобождения пилы при повороте ее на один зуб контактный электрод 11 установлен на суппорте с шариковыми направляющими, приводимом в движение педалью 2. Контактный электрод вместе с суппортом при настройке на передний угол зуба пилы поворачивается вокруг горизонтальной оси, параллельной оси вращения пыльного диска. Для косой припайки пластинок у пил для поперечной распиловки контактный электрод поворачивают вокруг своей оси, перпендикулярной оси вращения пыльного диска. Положение на клемме контактного электрода фиксируют специальным винтом 12 и клеммой фиксируют положение суппорта быстрого отвода электрода относительно его оси поворота.

Напаивают твердосплавные пластинки на установке НПЭ-05У следующим образом. На ось горизонтальной штанги 8 устанавливают пилу и подающую собачку над храповым колесом с равным или кратным пиле количеством зубьев. Гайкой 17 пила поджимается к контактной шайбе 18. Маховичком 13 выполняют настройку на диаметр пилы, а поворотом контактного электрода 11 вокруг двух взаимно перпендикулярных осей - настройку на передний угол и угол косой заточки зубьев. Винтами 12, 19 и винтом на клемме контактного электрода фиксируют его в заданном положении. Винтом 9 фиксируют конечное положение поводка с собачкой, а винтом 10 поджимают пилу с пластинкой к контактному электроду. Рукояткой 5 натягивают трос, связанный с суппортом контактного электрода. Винтом прижимного ролика, расположенного в зоне пайки, подпирают пыльный диск. Нажимая на педаль 2 и рычаг 7, проверяют правильность угла поворота пыльного диска на пайку очередного зуба. На контактный электрод устанавливают твердосплавную пластинку и включают охлаждение.

Затем на поверхность пайки зубьев наносят флюс и еще раз проверяют плотность прилегания зуба к контактному электроду с установленной на нем пластинкой. Рычажком включателя на правой стенке станины

включают установку в сеть, при этом загорается индикаторная лампочка 14. Нажатием на педаль 3 включают установку на пайку; зажигается индикаторная лампочка 15. При разогреве места пайки до температуры плавления в зону пайки подводят пластинку припоя. После растекания припоя по зоне пайки отключают педалью 3 установку и быстро повторяют включение установки на отпуск. Регулируют напряжение при пайке рукояткой 4 с контролем по вольтметру 16.

12.9.3. Спайка ленточных пил по длине

Спайку выполняют в специальном настольном паяльном прессе с паяльными брусками и винтовыми зажимами (рис. 12.55).

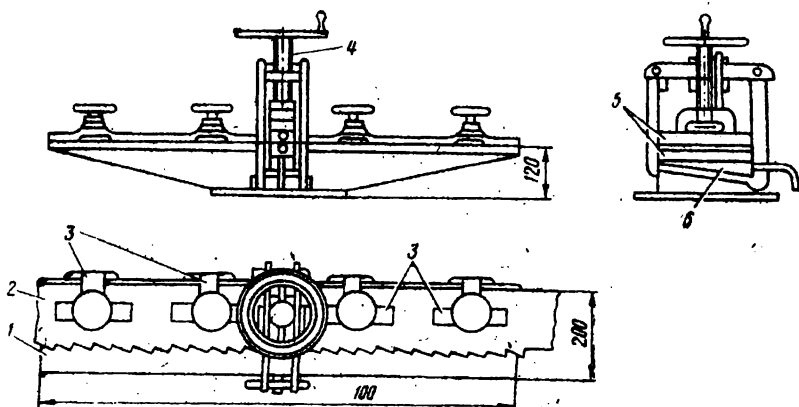


Рис. 12.55. Пресс ручной для спайки ленточных пил

Ширина опорной поверхности 1 пресса не должна быть меньше ширины пилы 2. Давление прижима 4 должно равномерно распределяться по всей ширине пилы. В качестве паяльников используют бруски 5 из жаростойкой стали сечением 20×30 мм, длиной 175 - 200 мм. Верхняя и нижняя поверхности брусков должны быть прямолинейными (простроганными) и взаимно параллельными.

Верхняя поверхность нижнего бруска должна быть в одной плоскости с опорной поверхностью пресса, чтобы при зажиме концов пилы между брусками не происходило их продавливания или выпучивания. Поднимают или опускают нижний брусок на нужную высоту, перемещая опорный клин 6, на который укладывают нижний брусок. Бруски надо закладывать в пресс перпендикулярно задней кромке пилы: середина

фаски должна располагаться над серединой бруска. Концы пилы при установке в пресс плотно прижимают задней кромкой к упорному выступу прессы, чтобы при спайке пилу не перекосило. После установки концы пилы надо зажать боковыми зажимами прессы.

Нагревать бруски в горне следует на древесном угле ровно и медленно. Нагрев на каменном угле не рекомендуется из-за образования толстого слоя окалины и быстрого обгорания брусков. Нагревать бруски лучше в электрической муфельной печи, имеющей регулирование температуры нагрева.

При медно-цинковом или латунном припое бруски следует нагревать до оранжевого цвета (900 - 1000°), при серебряном припое - до светло-красного (830 - 900°), после чего необходимо быстро очистить с них окалину и заложить в пресс, сначала нижний, а затем верхний. Закладывать бруски надо быстро, но осторожно, чтобы не сдвинуть с места припой. Заложив оба бруска, быстро до отказа зажимают основной зажим 4 и сразу же отпускают боковые зажимы 3 пилы, чтобы она не покорибилась от быстрого удлинения при нагреве. Основной зажим надо доворачивать при расплавлении припоя и по мере охлаждения брусков. При остывании до темно-красного цвета (730 - 650°) бруски удаляют, освобождают пилу и быстро охлаждают место спайки. Для этого пилу сдвигают вправо или влево, чтобы место спайки легло на холодный участок опорной плиты прессы, и сверху на место спайки кладут холодную металлическую плиту.

После спайки шов выправляют молотком на плоской наковальне для устранения получившихся при нагреве коробления и выпучин и опиляют личным напильником до одинаковой толщины с цельными участками пилы и затем зачищают шлифовальной шкуркой. Обрабатывать шов напильником следует, изогнув пилу в месте спайки в специальном приспособлении или на круглом чураке.

Следует помнить, что прочность ленточной пилы определяется ее сопротивлением на разрыв в месте спайки.

Если место спайки слишком твердое (изгибается слабее, чем цельные участки пилы), надо произвести его отпуск. Для этого пилу кладут на прокладки (деревянные бруски) толщиной 70 - 80 мм, располагая место спайки над металлической плитой. Затем нагревают паяльный брусок до вишнево-красного цвета (800 - 830°) и подкладывают под место спайки без соприкосновения с пилой с зазором 15 - 20 мм. Для равномерного нагрева зоны спайки брусок следует перемещать немного вправо и влево. Когда через одну-две минуты пила приобретает соломенный (жел-

тый) цвет побежалости, брусок убирают, и пила медленно охлаждается. Нагревать пилу при отпуске шва лучше паяльной лампой, дающей более равномерный нагрев.

Стыковую сварку делительных и столярных ленточных пил выполняют на специальном сварочном агрегате АСЛП18 (рис. 12.56). Агрегат комплектуют ножницами 17 с рычажным приводом для обрезки концов пил перед сваркой и приспособлением 1 с электроприводом для зачистки сварного шва шлифовальным кругом.

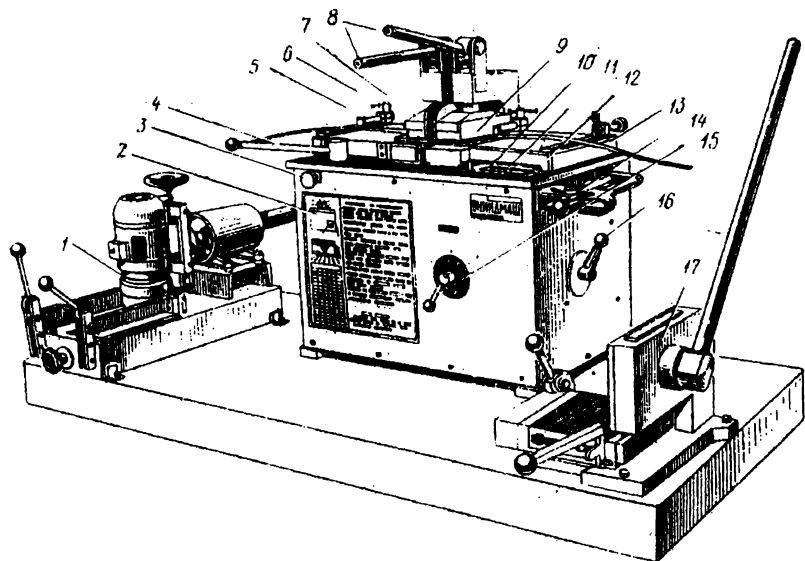


Рис. 12.56. Агрегат АСЛП18 для стыковой сварки делительных ленточных пил

При обрезке конец пилы перед сваркой укладывают на стол ножниц так, чтобы вершина крайнего зуба расположилась над лезвием нижнего ножа. Затем совмещают нулевое деление шкалы подвижной планки с вершиной ближайшего зуба и, отсчитав по шкале разницу между половиной шага зуба и половиной припуска на осадку пилы, продвигают на это расстояние конец пилы на лезвие ножа. После этого закрепляют пилу прижимной планкой и обрезают конец. У обрезанного конца должны оставаться половина шага зуба плюс половина припуска на осадку. При-

пуск на осадку принимается с учетом ширины и толщины пилы согласно табл. 4.8, 4.9.

Сварочный агрегат АСЛП18 подключают к однофазной сети переменного тока напряжением 380 В через предохранитель на 60 А. Корпус аппарата заземляют. Первичная катушка трансформатора разделена на две части - семь секций для сварки и четыре секции для отпуска сварочного шва. Обе части катушки управляются отдельными переключателями.

До установки пилы на стол 13 (рис. 12.56) аппарата 3 необходимо рукояткой 4 установить шкалу 10 на определенное по таблице 2 расстояние между прижимами 7 и 9 и величину хода осадки, после чего шкалу 10 закрепляют винтом 12. Установить рукояткой 14 выбранное давление осадки, переключатель 15 на необходимую ступень сварочного тока, а переключатель 16 в нулевое положение.

Концы пилы закрепляют прижимами 7 и 9 при помощи эксцентриковых рычагов 8 так, чтобы обрезанные кромки плотно стыковывались посередине расстояния между прижимами. Передвижные упоры 5 для задней кромки пилы предварительно устанавливают по линейке с учетом ширины пилы и закрепляют винтами 6. Смещение и перекося пилы не допускается, так как приводят к перекося и неправильной форме сварного шва, что снижает его прочность.

Аппарат включается для сварки поворотом рукоятки 4 до конца влево; она выдерживается в этом положении около 1 с до конца сварки и автоматического выключения сварочного тока. Для защиты от летящих искр при сварке необходимо отступить влево и пользоваться щитком из оргстекла или защитными очками, брезентовым фартуком и рукавицами.

Немедленно после сварки, когда сварной шов еще светло-красного цвета, нужно передвинуть рукоятку 16 переключателя отпуска в положение I – II при узких тонких пилах, или положение III – IV при более широких и толстых пилах. Затем медленно (в течение 9...10 с) и плавно перевести рукоятку 16 обратно в нулевое положение. После этого рычагами 8 надо освободить прижимы и поворотом рукоятки 4 вправо развести их до наибольшего расстояния. При этом стрелка 11 на шкале 10 должна стоять на положении отпуска.

После этого сваренную пилу сдвигают немного вправо, зажимают. Включают переключатель 16 и выдерживают 1,5...2 мин при темно-красном или вишневом цвете места сварки. Затем аппарат выключают, и место сварки медленно остывает на воздухе.

После охлаждения пилу снимают с аппарата и на шлифовальном приспособлении обрабатывают сварной шов: с двух сторон удаляют грат

и выравнивают толщину шва с толщиной полотна пилы. Для улучшения структуры сваренного металла, а следовательно, механических свойств сварного шва следует предварительно проковать молотком с двух сторон его утолщение.

Сваренное место пилы закрепляют в шлифовальном приспособлении двумя прижимными планками. Шлифуют, перемещая вручную электродвигатель с насаженным на его валу чашечным цилиндрическим электрокорундовым кругом ЧЦ, диаметром 100 мм. При движении вдоль сварного шва круг постепенно опускают, вращая маховичок. Шлифуют поперек шва вдоль пилы во избежание образования на шве поперечных рисок, способствующих концентрации растягивающих напряжений.

Прочность сварного шва зависит от правильности выбора и выполнения режима сварки и отпуска. Необходимое условие качественной сварки - содержание в чистоте сварочного аппарата. После каждой сварки следует чистой тряпкой очистить прижимы и латунные электроды, удалить застывшие капли металла. Необходимо регулярно зачищать шлифовальной шкуркой часто обгорающие контакты выключателей первичной цепи. Все контактные поверхности вторичной цепи следует раз в 1 - 2 месяца тщательно зачищать, не допуская их окисления.

12.9.4. Станки для обрезки и насечки зубьев пил

Ремонт пил в производственных условиях требует наличия на предприятиях станков для обрезки пил по длине, обрезки старых и насечки новых зубьев.

На предприятиях с небольшими объемами работ по ремонту инструмента обрезку зубьев рамных и круглых пил и насечку новых зубьев выполняют на ручном пилоштампе ПШ-3. Пилоштамп включает корпус с закрепленной на нем штангой и приспособлениями для установки рамных и круглых пил, рычажно-эксцентриковый привод и рабочий инструмент - ножницы и штамп (пуансон и матрицу). Оба рабочих инструмента приводятся в движение вручную рычагом, связанным с эксцентриком.

Для средних и крупных лесопильно-деревообрабатывающих станков существуют следующие станки для обрезки и насечки зубьев рамных и круглых пил: ПШ-3М для пил толщиной до 3 мм и диаметром до 630 мм и ПШП-2 для пил толщиной до 5,5 мм и диаметром до 1500 мм.

Основные данные станков приведены в табл. 12.26.

Основные данные станков

Наименование параметра	Значение параметра для станка		
	ПШ-3	ПШ-3М	ПШП-2
Наибольшая толщина обрабатываемых пил, мм	3	3	5,5
Наибольший диаметр обрабатываемых пил, мм	630	630	1500
Наименьший диаметр обрабатываемых круглых пил, мм	200	200	400
Ход ножа и пуансона, мм	8	8	16
Наибольшее усилие в конце хода, кН	29,4	49	196
Наибольшее усилие на рукоятке, Н	245	-	-
Число ходов в минуту	-	50	50
Мощность электродвигателя, кВт	-	1	2,2
Габариты (длина, ширина, высота), мм	920 × 1130 ×	1090 × 595 ×	1545 × 1650
	1320	710	× 1365
Масса, кг	82	240	800

Станок ПШП-2 (рис. 12.57) имеет массивную чугунную станину с размещенными внутри нее и снаружи механизмами привода, рабочими элементами и органами управления.

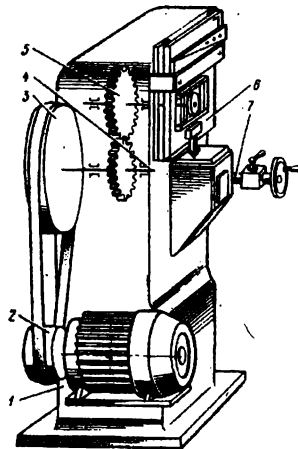


Рис. 12.57. Станок ПШП-2 для обрезки и насечки зубьев

Станок может работать в режиме непрерывных и одиночных ходов. Управляют станком с кнопочной станции и от электродвигателя. Делительный механизм станка (рис. 12.58), включающий пилодержатель 1, рычажное поворотное устройство 2 и делительный диск 3, обеспечивает насечку зубьев круглых пил без предварительной разметки. Для насечки зубьев рамных пил на матрице имеется упор для получения требуемого шага зубьев. Обрезку и насечку зубьев на пилоштампе ПШП-2 выполняют за счет возвратно-поступательного движения ползуна, на котором крепятся пуансон и нож. Конструкция станка предусматривает регулировку ножа и пуансона по высоте.

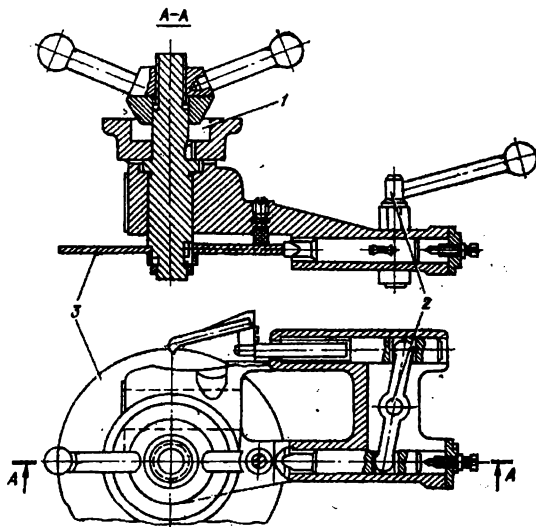


Рис. 12.58. Делительный механизм станка ПШП-2

Станок ПШП-2 имеет одностороннюю компоновку ножниц и штампа, что создает большие удобства при его эксплуатации.

Конструкция станка ПШП-2 (рис. 12.57) включает следующие основные узлы: станину 1, узел привода 2, 3, зубчатую передачу 4, 5, поддерживающую штангу 7 с делительным механизмом и пилодержателем, узел обрезки и насечки зубьев с вертикальным ползуном 6, электропедаль управления станком.

Закрепленную на пилодержателе обрабатываемую пилу, в зависимости от вида обработки (обрезки или насечки), устанавливают в соответ-

ствующее положение по высоте с помощью вертикального ходового винта.

Ползун 6, в верхней части которого крепится нож, а в нижней пуансон, получает возвратно-поступательное движение от эксцентрика ведомого вала через сухарь. Ведомая шестерня 5, насаженная на ведомый вал, приводится в движение от ведущего вала 4. На конце ведущего вала свободно, на втулках, установлен маховик, приводимый во вращение клиноременной передачей от электродвигателя, установленного в нижней части станины. Ведущий вал получает движение от маховика только в случае попадания поворотной шпонки в одно из гнезд соединительной муфты.

Настройку и наладку станка выполняют в определенной последовательности. Для насечки и обрезки зубьев круглых пил на станке устанавливают приспособление со сменным делительным диском, число зубьев которого равно или кратно числу зубьев пилы. На ползуне слегка закрепляют винтом пуансон соответствующего профиля и подводят к матрице. Вращением маховика по пуансону устанавливают положение матрицы, после чего матрицу и пуансон фиксируют прижимными винтами. На конус пилодержателя ставят пилу. Маховичком настройки пилу подводят в рабочую зону. При обрезке зубьев переключатель рода работ должен указать на непрерывный автоматический цикл. Поворачивают пилу вручную. Для насечки зубьев пилу зажимают на конусе гайкой и подводят в рабочую зону на матрицу. Переключатель включают на одиночный цикл работы. Деление на насечку последующего зуба выполняют рукояткой делительного механизма. Станок включают в работу нажатием ножной электропедали. При обрезке и насечке зубьев рамных пил на вал пилодержателя устанавливают и закрепляют специальную направляющую линейку. Передвижение пилы для насечки новых зубьев контролируют специальным упором, находящимся сбоку от матрицы. Базируют упор по передней грани первого выштампованного зуба.

13. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

13.1 Нормы выработки (времени) на некоторые виды работ при подготовке дереворежущего инструмента

Нормы выработки (времени) на подготовительные и вспомогательные работы предназначены для применения на лесопромышленных предприятиях и отвечают наиболее распространенным техническим и организационным условиям проведения этих работ [20, 23, 25, 30, 38].

Нормы выработки $H_{выр}$, за исключением оговоренных случаев, приведены на 1 чел.-день, нормы времени ($H_{вр}$) - в человеко-часах на принятый измеритель. При расчетах принята рабочая смена продолжительностью 7 часов.

Заточка топоров, стругов и окорочных лопат для пилоправа III разряда представлена в табл. 13.1

Таблица 13.1

Заточка топоров, стругов и окорочных лопат

Наименование работы	$H_{выр}$	$H_{вр}$
Заточка нового топора на точиле с механическим приводом с доводкой лезвия на бруске вручную	25	0,28
То же топора, бывшего в работе, с нормальным износом	35	0,2
То же топора, сильно изношенного, с ликвидацией вмятин и выкрошенных мест	20	0,35
Заточка на заточных станках с механическим приводом:		
нового струга	34	0,205
старого струга с нормальным износом	47	0,149
новой окорочной лопаты	50	0,14
старой окорочной лопаты с нормальным износом	68	0,103

Норма выработки (шт), норма времени (чел.-ч).

Подготовка режущего инструмента для пилоправа IV разряда представлена в табл. 13.2

Таблица 13.2

Подготовка режущего инструмента

Наименование работы	$H_{выр}$	$H_{вр}$
Подготовка рубильных плоских ножей:		
заточка	38	0,184
доводка	126	0,056
балансировка	76	0,092
Заточка короснимателей	76	0,092
Заточка пильных цепей абразивными кругами сухим способом:		
без фуговки	55	0,127
с фуговкой	28	0,25

Наименование работы	$H_{выр}$	$H_{вр}$
Заточка пильных цепей бензо- и электропил, бывших в употреблении, на точиле с механическим приводом	44	0,159
Заточка зубьев пильной цепи ПЦУ-30, ПЦУ-30Б абразивными кругами сухим способом:		
новой цепи	34	0,206
цепи, бывшей в эксплуатации, с ремонтом	23	0,304
То же с фуговкой	17	0,412
То же для валочной машины ВМ-4:		
новой цепи	22	0,318
цепи, бывшей в эксплуатации, с ремонтом	14	0,5
то же с фуговкой	10,5	0,667

Норма выработки (шт), норма времени (чел.-ч).

Точка и правка рамных, дисковых продольных и поперечных пил для пилоточника IV разряда представлена в табл. 13.3.

Состав работы: точка пилы на наждачном точиле с механическим приводом с последующей разводкой, фуговкой и правкой, при необходимости срезка старых зубьев на пресс-ножницах с нарезкой новых.

Таблица 13.3

Точка и правка рамных, дисковых продольных и поперечных пил

Наименование работы	$H_{вр}$
Точка рамных пил с разводкой, фуговкой и правкой:	
бывших в употреблении	0,32
новых до полной готовности	0,65
Срезка старых зубьев, нарезка новых с заточкой, разводкой, фуговкой и правкой	1
При длине пилы свыше 1500 мм на каждые 100 мм добавлять:	
на точку, разводку, фуговку пил, бывших в употреблении	0,03
то же новых пил	0,04
на срезку зубьев, нарезку новых и точку с разводкой, фуговкой и правкой	0,06
Расточка новых круглых продольных пил до полной готовности при диаметре до 100 см	1,844
То же более 100 см	2,722
Правка - точка круглых продольных пил, бывших в работе, с фуговкой и разводкой при диаметре пилы до 100 см	1,47
То же более 100 см	2,026
Правка - точка круглых продольных пил, бывших в работе, без фуговки и разводкой при диаметре пилы до 100 см	0,557
То же более 100 см	0,722
Расточка новых круглых поперечных пил до полной готовности при диаметре до 100 см	1,392

Наименование работы	$H_{сп}$
Правка - точка круглых поперечных пил, бывших в работе, с фуговкой и разводкой при диаметре пилы до 100 см	1,018
То же без фуговки и разводки	0,435
Перенасечка зубьев круглой продольной пилы с удалением старых и нарезкой новых при диаметре пилы до 100 см	0,505
То же более 100 см	0,609
Перенасечка зубьев круглой продольной пилы с точкой, фуговкой и разводкой при диаметре пилы до 100 см	2,35
То же более 100 см	3,33
Перенасечка зубьев круглой поперечной пилы диаметром до 100 см	0,522
То же с заточкой, фуговкой и разводкой	1,914

Норма времени (чел.-ч).

13.2.Определение потребности в дереворежущем инструменте

Годовая потребность в станочном дереворежущем инструменте каждого типоразмера определяется по формуле:

$$A = \frac{b \cdot T \cdot n \cdot m \cdot z}{a \cdot t}, \quad (13.1)$$

где b – средняя величина стачивания инструмента за одну заточку, мм;

a – величина допускаемого стачивания рабочей части инструмента, мм;

t – время работы инструмента между переточками, ч;

T – продолжительность смены, ч;

n – число смен в сутки;

m – число рабочих дней в году;

z – число одинакового инструмента, находящегося в работе.

Годовая потребность в инструменте для производства выпускаемой предприятием продукции определяется по формуле:

$$R = N \cdot Q, \quad (13.2)$$

где N – норма расхода инструмента на принятую единицу измерения данного вида продукции, шт;

Q – годовой объем выпуска данной продукции, шт.

Переходящий запас инструмента на складе R_n составляет 15 - 25 % расходного фонда, т.е.

$$R_n = (0,15 \div 0,25) \cdot R. \quad (13.3)$$

Оперативный фонд режущего инструмента в работе и при заточке $R_{он}$ (шт) определяется по формуле:

$$R_{он} = S \cdot z \cdot \frac{T}{t} \cdot c, \quad (13.4)$$

где S – число работающих станков, на которых установлен инструмент, шт;

z – число одинаковых инструментов в комплекте на один станок, шт;

T – продолжительность смены, ч;

t – время работы инструмента без переточек, ч;

c – время нахождения инструмента в инструментальной мастерской ($c = 1,5 - 2$). ч.

Данные для расчета потребности приведены ниже.

Нормы стачивания инструмента представлены в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Нормы стачивания инструмента

Инструмент	Продолжительность работы между заточками, ч	Средняя величина стачивания b за одну заточку, мм
Рамные пилы	2,5-3,5	0,3-0,4
Круглые пилы на станках:		
обрезных	3,5	0,3
ребровых	7	0,3-0,4
реечных	7	0,3
балансирных	7	0,4-0,5
Пилы ленточные	3,5	0,2-0,3
Строгальные ножи на станках:		
фуговальных	8	0,15-0,2
рейсмусовых	8	0,2-0,25
Рубительные ножи	8	1-1,45
Концевые фрезы	7	0,1-0,15
Насадные стальные фрезы	3,5-7	0,2-0,25
Насадные твердосплавные фрезы	80-500	0,25-0,3
Сверла	3,5	0,15-0,2
Коросниматели	8	1-1,5

Данные для расчета расходного фонда дереворежущего инструмента представлены в табл. 13.5.

Данные для расчета расходного фонда дереворежущего инструмента

Инструменты	Продолжительность работы инструмента без переточки, ч	Величина уменьшения рабочей части инструмента за одну переточку, мм	Величина допускаемого стачивания инструмента, мм	Коэффициент поломки и непредвиденных расходов
Пилы:				
круглые стальные	4	0,6-0,8	20-35	0,05
дисковые с пластинками твердого сплава	30	0,2-0,25	6-8	0,15
ленточные узкие	4	0,3-0,4	5-40	0,15
ленточные широкие	4	0,5-0,7	25-100	0,15
Ножи плоские для фрезерования древесины, типов I и II	8	0,2-0,3	10-25	0,05
Ножи сборных фрез с пластинками твердого сплава	40	0,15-0,2	8-10	0,05
Фрезы:				
цельные насадные	8	0,15-0,3	15-25	0,05
цельные с пластинками твердого сплава	40	0,15-0,2	8-10	0,05
концевые	4	0,1-0,15	2-3	0,2
Сверла	4	0,2-0,3	20-40	0,15
Фрезерные цепочки	4	0,15-0,2	3	0,15
Гнездовые фрезы	4	0,15-0,3	6	0,1

Данные для расчета числа переточек представлены в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Данные для расчета числа переточек

Инструмент	Допустимое стачивание за срок службы, мм	Уменьшение режущей части за одну переточку, мм
Пилы:		
рамные	80 ... 90	0,5 ... 0,7
ленточные для распиловки древесины	5 ... 50	0,3 ... 0,4
ленточные для распиловки бревен	50 ... 80	0,5 ... 0,7
круглые из инструментальной стали	20 ... 50	0,5 ... 0,7
дисковые, оснащенные пластинками из твердого сплава	6 ... 7	0,2 ... 0,3

Инструмент	Допустимое стачивание за срок службы, мм	Уменьшение режущей части за одну переточку, мм
Ножи: для рубительных машин средней производительности стружечные из легированной стали из быстрорежущей стали лушительные фанерострогальные	25 ... 35 20 ... 30 20 ... 30 30 ... 40 30 ... 40	0,3 ... 0,4 0,3 ... 0,4 0,3 ... 0,4 0,3 ... 0,4 0,3 ... 0,4
Фрезы сборные: с ножами из инструментальной стали с ножами, оснащенными твердым сплавом	12 ... 15 8 ... 10	0,2 ... 0,3 0,15 ... 0,25
Фрезы цельные и составные: из инструментальной стали оснащенные твердым сплавом	15 ... 20 3 ... 10	0,2 ... 0,3 0,15 ... 0,25
Фрезы шипорезные	8 ... 10	0,2 ... 0,3
Фрезы концевые: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	1 ... 2 1 ... 2	0,15 ... 0,2 0,15 ... 0,2
Сверла спиральные: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	15 ... 20 3 ... 4	0,2 ... 0,3 0,15 ... 0,25
Сверла чашечные: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	6 ... 8 4 ... 6	0,2 ... 0,3 0,2 ... 0,3
Цепочки фрезерные	2 ... 3	0,15 ... 0,2

Стойкость инструмента в зависимости от обрабатываемого материала представлена в табл. 13.7.

Таблица 13.7

Стойкость инструмента в зависимости от обрабатываемого материала, ч

Инструмент	Хвойные породы	Твердые лиственные породы	Столярная плита	Древесно-стружечная плита	Клееная слоистая древесина	Коэффициент случайной убыли
Пилы рамные: стальные наплавленные стеллитом	2,5-3,5 7	- -	- -	- -	- -	1,5 1,5

Инструмент	Хвойные породы	Твердые лиственные породы	Столярная плита	Древесно-стружечная плита	Клееная слоистая древесина	Коэффициент случайной убыли
Пилы ленточные: узкие	3,5	-	-	-	-	3,5
широкие	3,5	-	-	-	-	3,5
для распиловки бревен и брусьев	2,5-3,5	-	-	-	-	3,5
Пилы круглые стальные для продольного пиления	4	2,5	-	0,4	-	1,3
Стальные: для поперечного пиления	8; 24	12	-	-	-	1,35
с пластинками из твердого сплава	50	25	-	25	-	1,35
Ножи рубительных машин (из стали 55Х7ВСМФ): летний период	12	-	-	-	-	1,3
зимний период	8	-	-	-	-	1,3
Ножи лущильные	-	4	-	-	-	1,5
Коросниматели (наплавленные сормайтом): летний период	21	-	-	-	-	1,2
зимний период	7	-	-	-	-	1,2
Фрезы цилиндрические со вставными ножами: стальные	10,4	8,6	6,7	-	-	1,05
с пластинками из твердого сплава	61,7	48	14	6,5	6,2	1,08
Фрезы дисковые для продольных пазов: стальные	10	8,6	6,5	1,5	1,3	1,05
с пластинками из твердого сплава	30	21	15	6,5	5	1,07
Фрезы дисковые для поперечных пазов: стальные	8	8	4,5	0,8	0,5	1,06
с пластинками из твердого сплава	21	16	10	4	3,5	1,07
Фрезеры фасонные цельные затылованные	11	7,3	-	-	-	1,05
Фрезы сборные дисковые пазовые: стальные	10	8,5	-	-	-	1,05
с пластинками из твердого сплава	32	20	-	-	-	1,06

Инструмент	Хвойные породы	Твердые листовые породы	Столяная пила	Древесно-стружечная пила	Клеяная слоистая древесина	Коэффициент слу-чайной убыли
Фрезы цельные для обработки прямоугольных ящичных шипов: стальные с пластинками из твердого сплава	11,8	7	-	-	2,6	1,05
	58	31	-	-	9	1,06
Фрезы концевые для обработки ящичных шипов «ласточкин хвост»	5,8	3,1	-	-	-	1,15
Фрезы цилиндрические: Тип I (однозубые, незатылованные), тип II (однозубые, затылованные) прочие	4,9	3	2,3	1,8	0,6	1,15
	5,9	3,7	2,4	1,5	0,4	1,15
Сверла спиральные диаметром до 20 мм: с центром и подрезателем с конической заточкой	7	6	4	3,5	3	1,2
	10	9	4	3,5	3	1,2
Сверла чашечные с цилиндрической заточкой (диаметром до 20 мм)	10,5	9,7	2,6	2,2	1	1,13
Сверла пустотелые с выгалькивателем для пробок и сквозных отверстий	22,5	20,5	-	-	-	1,11
Зенкеры конические и цилиндрические комбинированные со спиральными сверлами	4,7	4,1	3,8	2,7	2,2	1,1

При планировании производства различных видов продукции из древесины можно пользоваться укрупненными нормами расхода инструмента.

Нормы расхода пильных цепей, пил и абразивных кругов для их заточки (шт. на 1000³ заготовленного или распиленного леса) представлены в табл. 13.8.

Таблица 13.8

Нормы расхода пильных цепей, пил и абразивных кругов для их заточки (шт. на 1000 м³ заготовленного или распиленного леса)

Инструмент	Величина
Пильные цепи на валке и раскряжевке: ПЦУ-15М, ПЦП-15М	1,4-1,8
ПЦУ-10,26	1,1-1,5
Пильные цепи ПЦУ-10,26 на обрезке сучьев	2-2,5
Топоры сучкорубные	0,35-0,5

Инструмент	Величина
Комплекты зубцов к сучкорезке РЭС-2	1,5-2
Абразивные круги для заточки пильных цепей, комплектов зубьев и сучкорубных топоров	0,7-1,3
Круглые пилы для поперечной распиловки хлыстов и бревен	0,7-2
Абразивные круги для заточки круглых пил для поперечной распиловки хлыстов и бревен	0,3-0,5
Круглые пилы для выпилки шпал	0,36
Абразивные круги для заточки круглых пил для выпилки шпал	1,6
Круглые пилы для тарных станков	0,8-1,4
Абразивные круги для заточки круглых пил для тарных станков	2,3-2,8
Рамные пилы	3-7
Абразивные круги для заточки рамных пил	3-7
Ленточные пилы	2,6
Абразивные круги для заточки ленточных пил	2,6

Укрупненные нормы расхода инструмента по объемам производства представлены в табл. 13.9.

Таблица 13.9

Укрупненные нормы расхода инструмента по объемам производства

Продукция	Групповая средневзвешенная норма расхода пил, армированных твердым сплавом, шт
Древесностружечные плиты (ДСтП), 1 тыс. м ³	0,927
Древесноволокнистые плиты (ДВП) 1 млн. м ²	5,87
Фанера, 1 тыс. м ³	0,7
Мебельные щиты (ДСтП, облицованные строганым или лущеным шпоном), 1 тыс. м ³	0,78
Мебельные щиты (ДСтП, облицованные декоративными пленками на основе пропитанной бумаги), 1 тыс. м ³	1,38
Мебельные щиты (ДСтП, облицованные декоративным бумажно-слоистым пластиком), 1 тыс. м ³	1,7
Многослойные гнукотклееные заготовки (блоки) 1 тыс., м ²	43,61
Мебель, всего на 1 млн.	6,12
Корпусная, на 1 млн. р.	5,96
Кухонная, на 1 млн. р.	7,103
Для сидения и лежания, на 1 млн. р.	3,48

Укрупненные сменные нормы расхода твердосплавного инструмента (станки общего назначения) представлены в табл. 13.10.

Таблица 13.10

**Укрупненные сменные нормы расхода твердосплавного инструмента
(станки общего назначения)**

Продукция	Индивидуальная норма расхода пил, шт. в станко-смену
ДСТП	0,0132
Твердые ДВП	0,0087
Многослойные гнутоклееные заготовки (блоки)	0,0174
Мебельные щиты (ДСТП, облицованные строганым или лушеным шпоном)	0,0125
Мебельные щиты (ДСТП, облицованные декоративными пленками на основе бумаги)	0,075
Мебельные щиты (ДСТП, облицованные декоративным бумажно-слоистым пластиком)	0,081
Облицованные мебельные щиты (ДСТП, облицованные декоративными пленками на основе пропитанной меламиновой смолой бумаги)	0,07

Укрупненные сменные нормы расхода твердосплавного инструмента (автоматические линии) представлены в табл. 13.11.

Таблица 13.11

**Укрупненные сменные нормы расхода твердосплавного инструмента
(автоматические линии)**

Продукция	Количество пил в агрегате	Индивидуальная норма расхода пил, шт. в станко-смену
ДСТП непрерывного способа производства	3	0,0152
ДСТП периодического способа производства	4	0,0335
ДВП твердые	5	0,0233
ДВП изоляционные	3	0,0056
Мебельные щиты (ДСТП, облицованные декоративными пленками на основе пропитанной бумаги)	8	0,28

Укрупненные нормы расхода инструмента для лесопильного производства представлены в табл. 13.12.

Таблица 13.12

Укрупненные нормы расхода инструмента для лесопильного производства

Инструмент	Оборудование	Расход инструмента, шт. на 1000 м ³ распиливаемого сырья диаметром, мм	
		20	30
Рамная пила	Лесопильная рама	4,25	3,4
Круглая пила	Многопильный станок для распиловки брусьев	4,8	-
	Обрезной станок	0,4	0,22
	Торцовый станок	0,36	0,19
	Оборудование для утилизации отходов	15 % от расхода в основном производстве	15 % от расхода в основном производстве

Инструмент	Оборудование	Расход инструмента, шт. на 1000 м ³ распиливаемого сырья диаметром, мм	
		20	30
Нож руби- тельный	Рубительная машина	0,96	0,52
Короснима- тель	Окорочный станок	0,46	0,25

Укрупненные нормы расхода инструмента при производстве столярно-строительных изделий приведены в табл. 13.13.

Таблица 13.13

**Укрупненные нормы расхода инструмента
при производстве столярно-строительных изделий**

Инструмент	Расход инструмента, шт. при производст- ве 1000 м ²		
	дверных блоков	оконных блоков	встроенной мебели
Пила: круглая дисковая, оснащенная пластинками из твер- дого сплава	0,24	1,06	0,6
	0,13	0,16	0,35
Нож: для фрезерования древесины оснащенный пластиной из твердого сплава	0,35	0,67	0,22
	0,68	0,38	-
Фреза	0,16	0,22	0,05

Укрупненные нормы расхода инструмента для производства мебели представлены в табл. 13.14.

Таблица 13.14

Укрупненные нормы расхода инструмента при производстве мебели

Пилы круглые:	
плоские	17,1
строгальные	2,8
Пилы дисковые, оснащенные пластинками из твердого сплава:	
для раскроя	11
для форматной обработки	10,4
Пилы ленточные для распиловки древесины	67
Фрезы пазовые:	
из инструментальной стали	4
оснащенные пластинками из твердого сплава	9,3
Фрезы для обработки прямых ящечных шипов:	
из инструментальной стали	1,3
оснащенные пластинками из твердого сплава	0,3
Фрезы затылованные радиусные	1
Фрезы:	
для обработки зубчатых шипов	0,7
для снятия свесов и фасок	3,1

Ножи: для фрезерования древесины оснащенные пластинками из твердого сплава гилютинных ножиц	33,4 16,9 0,6
Фрезы концевые: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	15,8 3,5
Пилы круглые: плоские строгальные	17,1 2,8
Сверла спиральные: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	57,9 18,7
Сверла чашечные: из инструментальной стали оснащенные пластинками из твердого сплава	7,9 7,4

Продолжительность подготовки инструмента представлена в табл. 13.15.

13.3. Расчет необходимого оборудования для подготовки инструмента

Количество и состав оборудования инструментальных цехов и участков зависит от количества и состава оборудования обслуживаемых производственных цехов, характера производства и номенклатуры используемого инструмента.

Общее количество станков P одного типа (например, заточных) определяется по количеству подготовок инструмента L одного типоразмера:

$$L = \frac{z_u \cdot T \cdot F}{G \cdot t \cdot (1 - K)}; \quad (13.5)$$

$$P = \frac{\sum_n L \cdot t_n}{K_u \cdot T}, \quad (13.6)$$

где z_u – количество инструментов одного типоразмера на предприятии, шт;

T – продолжительность смены, ч;

F – коэффициент, характеризующий периодичность выполнения данной операции подготовки по отношению к заточке (табл. 13.15);

G – количество одновременно подготавливаемых инструментов, шт;

t – время работы инструмента без переточек, ч;

K – коэффициент случайной убыли инструмента;

K_u – коэффициент использования станка ($K_u=0,65 - 0,8$);

t_n – норма времени на данную операцию подготовки, ч (табл. 14.15).

Таблица 13.15

Продолжительность подготовки инструмента

Инструмент	Операция	Стальной инструмент		Инструмент, оснащенный твердым сплавом		
		мин.	F_i^*	мин.	F_i^*	
	Инструмент лесопильного производства					
Рамные пилы	Приклейка планок к одному концу пилы	10	0,02	10	0,02	
	Правка и вальцевание полотна	5	0,1	5	0,05	
	Плющение и формирование зубьев	3	0,25	5**	0,1	
	Наплавка зубьев стеллитов, термообработка, заточка по контуру и боковым граням	-	-	55**	0,1	
	Заточка зубьев	4	1	5*	1	
	Установка постава:					
	до 7 пил	20	1	20	1	
	до 20 пил	35	1	35	1	
	Ленточные пилы шириной 230 мм для распиловки бревен и брусьев	Соединение концов пилы:				
		сваркой ручной	60	0,05	-	-
сваркой на стыковой машине		40	0,05	-	-	
пайкой		80	0,05	-	-	
Правка и вальцевание:						
первичная для новой пилы		180	0,03	-	-	
промежуточная		120	0,33	-	-	
Плющение и формирование зубьев:						
ручное		60	0,25	-	-	
машинное		40	0,25	-	-	
Заточка зубьев	50	1	-	-		
Установка пилы в станок	20	1	-	-		
Обкатка новой пилы на холостом ходу	30	0,05	-	-		

Инструмент	Операция	Стальной инструмент		Инструмент, оснащенный твердым сплавом	
		мин.	F_i^*		мин.
	Инструмент лесопильного производства				
Круглые пилы (диаметр до 710 мм)	Провка и проковка	15	0,2	15	0,05
	Развод зубьев	10	0,25	-	-
	Плющение и формование (вручную)	40	0,25	-	-
	Формирование зубьев по контуру	-	-	10	0,05
	Наплавка пластинок твердого сплава	-	-	40	0,05
	Отпуск зубьев	-	-	15	0,05
	Черновая заточка по задней грани	-	-	20	0,05
	Черновая заточка по передней грани	-	-	30	0,05
	Шлифование по боковым граням	-	-	50	0,05
	Заточка зубьев	10	1	40	1
	Доводка зубьев	4	1	25	1
	Балансирование	10	0,1	10	0,1
	Установка в станок	10	1	15	1
Круглые пилы диаметром (1000-1500 мм)	Провка и проковка	40	0,2	15	1
	Развод зубьев	20	0,25	-	-
	Заточка зубьев	30	1	-	-
Ножи рубительных машин	Заточка	10	1	-	-
	Балансирование	3	1	-	-
	Настройка устойчивой ширины	12	1	-	-
Коросниматели	Заточка	5	1	10	1
	Провка	5	1	5	1

Инструмент	Операция	Стальной инструмент		Инструмент, оснащенный твердым сплавом	
		мин.	F_i^*		мин.
Инструмент деревообрабатывающего, мебельного и лыжного производства					
Ленточные пилы для распиловки древесины	Соединение концов пилы сваркой	15/30*	0,03	-	-
	Правка и вальцевание	20/100	0,2	-	-
	Плющение и формирование зубьев	-/50	0,25	-	-
	Развод зубьев	10/-	0,25	-	-
	Заточка зубьев	30/45	1	-	-
Круглые пилы	Установка пилы в станок	10/15	1	-	-
Ножи плоские для фрезерования древесины	См. лесопильное производство				
	Заточка пары ножей (на 100 мм длины ножа)	4	1	6	1
	Доводка (на 100 мм длины ножа)	1	1	1,5	1
	Балансирование	5	1	5	1
	Установка при длине ножей: до 800 мм	38	1	-	-
Фрезы насадные	до 1250 мм	46	1	-	-
	Заточка	15	1	20	1
	Доводка	4	1	6	1
	Балансирование	6	1	6	1
	Установка	30	1	30	1
Фрезы концевые	Заточка	4	1	6	1
	Доводка	2	1	3	1
	Балансирование	2	1	2	1
	Установка	12	1	12	1
	Заточка	6	1	-	-
Долбяки	Установка	10	1	-	-

Инструмент	Операция	Стальной инструмент		Инструмент, оснащенный твердым сплавом
		мин.	F_i^*	
Инструмент деревообрабатывающего, мебельного и лыжного производства				
Цепочки фрезерные (долбежные)	Заточка	19	1	-
	Установка	12	1	-
Сверла	Заточка	6	1	10
	Установка	12	1	12
Инструмент фанерного производства				
Ножи лущильные	Заточка	35	1	-
	Доводка	5	1	-
Линейки прижимные	Заточка	25	1	-
	Доводка	5	1	-
Ножи для рубки шпона	Заточка	25	1	-
	Доводка	4	1	-
Штампы шпоновочных станков	Заточка	40	1	-
	Заточка	5	1	-
Циклы	Доводка	15	1	-

F_i^* – коэффициент, характеризующий продолжительность операций по отношению к заточке.

** – для пил, оснащенных стеллитом. В числителе значения для узких пил, в знаменателе – для широких пил.

Укрупненные нормы применения оборудования для подготовки режущего инструмента представлены в табл. 13.16.

Таблица 13.16

Укрупненные нормы применения оборудования для подготовки режущего инструмента

Операция	Инструмент	Норма станков при числе установленных лесопильных рам, шт		
		2	4	8
Вальцевание	Рамные пилы	1	1	1
	Круглые пилы	1	1	1
Уширение зубьев	Рамные пилы	1	2	3
	Круглые пилы	-	-	1
Заточка	Рамные пилы	1	2	3
	Круглые пилы	2	3	4
	Ножи рубительных машин	1	1	1
	Коросниматели окорочных станков	1	1	1
Обрезка и насечка зубьев	Рамные и круглые пилы	1	1	1

13.4. Расчет потребного количества абразивных и алмазных кругов

Количество абразивных и алмазных кругов, потребное для заточки дереворежущих инструментов, можно рассчитать по формулам, аналогичным тем, по которым ведут расчет потребного количества дереворежущего инструмента. Для этого предварительно определяется удельный расход абразивов (или алмазов) на съем 1 мм^3 инструментальной стали (или твердого сплава). Укрупненные нормы расхода абразивного инструмента на одну заточку приведены в табл. 13.17.

Таблица 13.17

Нормы расхода абразивных инструментов на одну заточку дереворежущих инструментов

Дереворежущие инструменты	Круги электрокорундовые, шт.	Круги алмазные, шт.	Оселки, шт.
Пилы:			
круглые стальные	0,02	-	0,05
дисковые с пластинками твердого сплава	-	0,01	-
ленточные узкие	0,015	-	0,01
ленточные широкие	0,02	-	0,05
Ножи:			
плоские, стальные	0,023	-	0,07
твердосплавные	-	0,012	-

Дереворежущие инструменты	Круги электрокорундовые, шт	Круги алмазные, шт	Оселки, шт
Фрезы:			
насадные, стальные	0,015	-	0,02
насадные твердосплавные	-	0,012	-
концевые	0,01	-	0,01
Сверла	0,005	-	0,005
Фрезерные цепочки	0,02	-	-

Укрупненные нормы расхода кругов из синтетических алмазов на органической связке представлены в табл. 13.18.

Таблица 13.18

**Укрупненные нормы расхода кругов
из синтетических алмазов на органической связке**

Инструмент	Индивидуальные нормы расхода, караты	
	на изготовление	на заточку и доводку
Дисковые пилы с пластинками из твердого сплава с пятью зубьями	1,4	0,32
Дисковые пазовые фрезы с пластинками из твердого сплава шириной 8 мм, с пятью зубьями	1,06	0,04
Ножи с пластинками из твердого сплава к насадным цилиндрическим сборным фрезам, длина ножа 60 мм	0,12	0,06

Укрупненные нормы кругов из синтетических алмазов на органической связке для пил, ножей, фрез представлены в табл. 13.19.

**13.5. Расчет численности рабочих
инструментальных участков и цехов**

Общую численность рабочих инструментальных участков и цехов Π (чел) рассчитывают по формуле:

$$\Pi = \frac{f \cdot \sum l \cdot t}{T}, \quad (13.7)$$

где L – количество инструментов одного вида, подлежащего подготовке за одну смену, шт;

t_n – норма времени на данную операцию подготовки, мин (табл. 13.15).

$\sum L \cdot t_n$ – суммарное время на подготовку всех видов инструментов за одну смену, мин;

f – коэффициент, учитывающий затраты времени на ненормированные работы и использование рабочего времени ($f=2$ для пил и $f=1,5$ для прочих инструментов);

T – продолжительность смены, мин.

Таблица 13.19

Укрупненные нормы расхода кругов из синтетических алмазов на органической связке

Продукция	Пилы		Ножи		Фрезы		Всего	
	Групповые нормы, караты		Групповые нормы, караты		Групповые нормы, караты			
	на изготов- ление	на заточку и доводку	на изготов- ление	на заточку и доводку	на изготов- ление	на заточку и доводку		
ДСтП 1 тыс. м ³	1,29	11,78	-	-	-	-	1,29	11,78
ДВП твердые 1 млн. м ²	10,01	91,42	-	-	-	-	10,01	91,42
Фанера, 1 тыс. м ³	0,97	8,89	-	-	-	-	0,97	8,89
Мебельные щиты (ДСтП, облицован- ные строганым или лущеным шпо- ном), 1 тыс. м ³	3,3	30,2	-	-	-	-	3,3	30,2
Гнутые детали, 1 тыс. м	68,18	614,4	-	-	-	-	68,18	614,4
Лыжи 1 тыс. пар	0,03	0,51	0,14	2,49	0,1	1,7	0,27	4,7
Деревянные дома 1 тыс. м ² жилой площади	0,28	2,56	0,05	0,9	0,04	0,04	0,37	3,5
Детали к домам из местных материа- лов, 1 тыс. м ² жилой площади	0,21	1,92	0,05	0,9	0,03	0,03	0,29	2,85
Дверные блоки, 1 тыс. м ²	0,22	2,05	0,12	2,31	0,04	0,06	0,38	4,42
Оконные блоки, 1 тыс. м ²	-	-	-	-	0,17	0,23	0,17	0,23

Окончание табл. 13.19

Продукция	Пилы		Ножи				Фрезы		Всего
	Групповые нормы, караты								
	на изгото- вление	на заточку и ловодку	на изгото- вление	на заточку и ловодку	на изгото- вление	на заточку и ловодку	на изгото- вление	на заточку и ловодку	
Паркетные доски и щит, 1 тыс. м ²	-	-	0,06	0,19	0,02	0,88	0,08	1,07	
Мебель, всего на 1 млн.	9,38	85,76	1,14	19,95	1,12	1,25	11,64	106,96	
Корпусная, на 1 млн. р.	11,04	100,94	1,26	22,05	1,44	1,58	13,74	124,57	
Кухонная, на 1 млн. р.	21,86	199,83	1,08	17,85	2,16	2,6	25,04	220,28	
Для сидения и лежания (стулья, табу- ретки и др.), на 1 млн. р.	6,38	58,3	1,8	31,5	1,23	1,39	9,41	91,19	
Диваны, диваны-кровати, кровати и др., на 1 млн. р.	2,91	26,57	0,48	8,4	0,34	0,37	3,73	35,34	

Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах представлены в табл. 13.20.

Таблица 13.20

Гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах, дБА

Вид помещений	Уровни звукового давления при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения и участки точной сборки	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Постоянные производственные места в производственных помещениях	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Допустимое время работы в условиях повышенного шума (широкополосного) представлено в табл. 13.21.

Таблица 13.21

Допустимое время работы в условиях повышенного шума (широкополосного)

Превышение фактического шума над допустимым, дБ	0	+6	+12	+18
Допустимое время непрерывной работы	4-8 ч	1-4 ч	1/4-1 ч	5-15 мин.

Нормативы численности вспомогательных рабочих лесопильных предприятий приведены в табл. 13.22.

Таблица 13.22

Нормативы численности вспомогательных рабочих лесопильных предприятий

Инструмент	Состав работы	Нормативы численности рабочих, человеко-смены
Коросниматели окорочных станков	Правка и подбор комплекта короснимателей, наплавка износостойкого металла на рабочую кромку, заточка и выверка короснимателей	0,16 на окорочный станок
Рамные и круглые пилы	Подготовка полотна и зубьев рамной пилы, подбор прокладок и пил в постав. Подготовка круглых пил, смена их в круглопильных станках. Приклепка планок к рамным пилам. Ремонт захватов и струбцин для установок рамных пил. Текущий ремонт оборудования при подготовке режущего и контрольно-измерительного инструментов для рамщиков. Термическая обработка плющильных валиков и другого вспомогательного инструмента.	0,87 на лесопильную раму и все пильные станки, обслуживающие ее; 0,77 на лесопильную раму или многопильный круглопильный станок (при смешанной распиловке); 0,53 только на лесопильную раму

Инструмент	Состав работы	Нормативы численности рабочих, человеко-смены
	Изготовление межпильных прокладок для лесопильных рам, включая выбор заготовок, подножку их к станку для вырезки прокладок, наладку, эксплуатацию и текущий ремонт станка, укладку прокладок на стеллаж.	0,031 на лесопильную раму
Ножи рубительных машин	Заточка и настройка установочной ширины	0,25 на рубительную машину

Рекомендуемые площади инструментальных участков лесопильного цеха приведены в табл. 13.23.

В общем случае 8-12 м² на один станок для подготовки инструмента.

Таблица 13.23

Площади инструментальных участков

Число установленных лесопильных рам	Производительность лесопильного цеха по распилу сырья, тыс. м ³ /год	Площади инструментальных участков, м ²		
		подготовки пил	подготовки ножей рубительных машин	подготовки короснимателей окорочных станков
2	115-130	76	24	15
4	205-295	95	30	20
8	400-500	216	48	25

Ориентировочный срок службы инструмента приведен в табл. 13.24.

Таблица 13.24

Ориентировочный срок службы инструмента, мес.

Инструмент	Срок, мес.
Мерительные инструменты для определения линейных и угловых параметров дереворежущего инструмента (штангенциркуль, микрометр, измерительная линейка, угломер, стрелочный разводомер и т.д.)	24
Калибры для оценки отклонений по толщине и ширине выпиливаемых пиломатериалов	36
Контрольные и измерительные инструменты для оценки точности установки пил, фрезерного и другого дереворежущего инструмента	24
Пилоправные инструменты (проковочные, правильные молотки, поверочные линейки)	18
Оснастка для установки рамных пил	18

1. СВОЙСТВА СТАЛЕЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА СОЕДИНЕНИЙ

1.1. Твердость сталей

Для изучения микроструктуры стали из заготовки вырезают образец, поверхность которого полируют и протравливают кислотой. Полученный микрошлиф рассматривают на микроскопе при 400 - 500-кратном увеличении. Твердость стали можно определить способами Бринелля, Роквелла или Виккерса [24].

При способе Бринелля твердость определяют вдавливанием стального шарика диаметром 10,5 или 2,5 мм на твердомере ТШ в испытуемый металл под нагрузкой 30000, 7500, 1870 Н. О величине твердости судят по диаметру отпечатка шарика на испытуемой поверхности и обозначают значком НВ. Способ Бринелля применим для испытания не очень твердых сталей (не более 450 НВ), так как при испытаниях более твердых сталей деформируется шарик.

При способе Роквелла твердость определяют твердомером ТК по глубине вдавливания стального шарика диаметром 1,59 мм или алмазного конуса в испытуемую поверхность. Твердость определяют по индикатору прибора. Для мягких материалов (60-220 НВ) следует применять стальной шарик под нагрузкой 1000 Н и отчет делать по шкале В прибора. Полученное значение твердости обозначают HRB.

Для материалов средней твердости (220-700 НВ) следует применять алмазный конус под нагрузкой 1500 Н, отсчет вести по шкале С прибора. Полученное значение твердости обозначают HRC. Для очень твердых материалов (свыше 700 НВ) следует применять алмазный конус при нагрузке 600 Г и вести отсчет по шкале С прибора. Обозначают эту твердость HRA.

При способе Виккерса определяют твердость внедрением алмазной четырехгранной пирамиды под одной из нагрузок 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 1200 Н. Величину твердости определяют по длине диагонали отпечатка и обозначают HV.

Соотношение твердости при указанных способах определения представлено в табл. П1.1.

Таблица П 1.1

Соотношение твердости при различных способах определения

По Бринеллю		По Роквеллу			По Виккерсу	По Бринеллю		По Роквеллу			По Виккерсу
Диаметр отпечатка, мм	HB	HRC	HRB	HRA	HV	Диаметр отпечат- ка, мм	HB	HRC	HRB	HRA	HV
2,4	653	63	-	84	867	3,8	255	26	-	64	255
2,5	601	59	-	82	746	3,9	241	24	100	63	240
2,6	555	56	-	79	649	4	229	22	98	62	226
2,7	514	62	-	77	587	4,1	217	20	97	61	217
2,8	477	49	-	76	534	4,2	207	18	95	60	208
2,9	444	47	-	74	474	4,3	197	17	93	58	197
3	415	44	-	72	435	4,4	187	16	91	57	186
3,1	388	41	-	71	400	4,5	179	15	88	56	178
3,2	363	39	-	70	380	4,6	170	14	86	-	171
3,3	341	37	-	68	344	4,7	163	13	84	-	162
3,4	321	35	-	67	320	4,8	156	12	82	-	155
3,5	302	33	-	67	305	4,9	149	11	80	-	150
3,6	285	30	-	66	285	5	143	10	78	-	144
3,7	269	38	-	65	272						

1.2. Шероховатость поверхности

Качество обработанной поверхности характеризуется параметрами шероховатости, которые регламентированы ГОСТом [7, 24, 38].

Этим стандартом установлены следующие параметры:

R_{max} - наибольшая высота неровностей профиля, равная сумме расстояний от средней линии до высшей (низшей) точки профиля;

R_z - высота профиля по 10 точкам;

R_a - среднее арифметическое отклонение профиля;

S_z - средний шаг неровностей профиля по впадинам;

S - средний шаг местных выступов профиля;

lr - относительная опорная длина профиля, где p - значение уровня сечения профиля.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a представлено в табл. П1.2.

Таблица П 1.2

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мкм

<u>100</u>	10	1	<u>0,1</u>	0,01
80	8	<u>0,8</u>	0,08	0,008
63	<u>6,3</u>	0,63	0,063	-
<u>50</u>	5	0,5	<u>0,05</u>	-
40	4	<u>0,4</u>	0,04	-
32	<u>3,2</u>	0,32	0,032	-
<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>	-
20	2	<u>0,2</u>	0,02	-
16	<u>1,6</u>	0,16	0,016	-
<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>	-

Примечание. Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z и наибольшая высота неровностей профиля R_{max} представлены в табл. П 1.3.

Таблица П 1.3

Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z
и наибольшая высота неровностей профиля R_{max} , мкм

-	1000	<u>100</u>	10	1	<u>0,1</u>
-	800	80	8	<u>0,8</u>	0,08
-	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
-	500	<u>50</u>	5	0,5	<u>0,05</u>
-	<u>400</u>	40	4	<u>0,4</u>	0,04
-	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
-	250	<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
-	<u>200</u>	20	2	<u>0,2</u>	-
1600	160	16	<u>1,6</u>	0,16	-
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	-

Примечание. Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

Средний шаг неровностей S_z и средний шаг неровностей по вершинам S представлены в табл. П1.4.

Таблица П1.4

Средний шаг неровностей S_z и средний шаг неровностей по вершинам, мм

-	10	1	0,1	0,01
-	8	0,8	0,08	0,008
-	6,3	0,63	0,063	0,006
-	5	0,5	0,05	0,005
-	4	0,4	0,04	0,004
-	3,2	0,32	0,032	0,003
-	2,5	0,25	0,025	0,002
-	2	0,2	0,02	-
-	1,6	0,16	0,016	-
12,5	1,25	0,125	0,0125	-

Соотношение значений параметра R_a и базовой длины представлены в табл. П1.5.

Таблица П1.5

Соотношение значений параметра R_a и базовой длины

R_a , мкм	l , мм
До 0,025	0,08
Св. 0,025 до 0,4	0,25
Св. 0,4 до 3,2	0,8
Св. 3,2 до 12,5	2,5
Св. 12,5 до 100	8

Соотношение значений параметра R_z , R_{\max} и базовой длины представлены в табл. П1.6.

Таблица П1.6

Соотношение значений параметра R_z , R_{\max} и базовой длины

R_z , R_{\max} , мкм	l , мм
До 0,1	0,08
Св. 0,1 до 1,6	0,25
Св. 1,6 до 12,5	0,8
Св. 12,5 до 50	2,5
Св. 50 до 400	8

1.3. Допуски и посадки

Две детали, элементы которого входят друг в друга, образуют **соединение**. Такие детали называют **сопрягаемыми деталями**, а поверхности

соединяемых элементов - **сопрягаемыми поверхностями**. Поверхности тех элементов деталей, которые не входят в соединение с поверхностями других деталей, называются **несопрягаемыми поверхностями** [15, 16].

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватывающим), другой - наружным (охватываемым). В системе допусков и посадок гладких соединений всякий наружный элемент условно называется **валом**, всякий внутренний - **отверстием**.

Под **размером** элементов, образующих гладкие соединения, и аналогичных несопрягаемых элементов понимается: в цилиндрических соединениях - диаметр, в плоских - расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним.

Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей, или посадку, т.е. большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, называется **зазором** (рис. П1.1, а). Зазор характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей соединения.

Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, называется **натягом** (рис. П1.1, б). Натяг характеризует степень сопротивления взаимному смещению деталей в соединении.

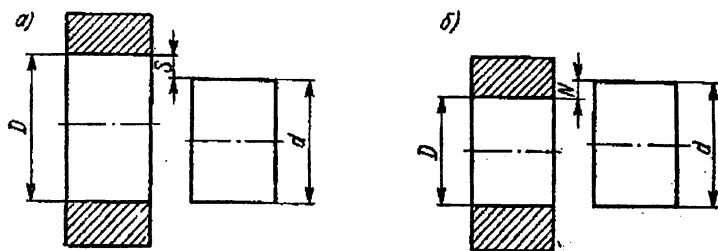


Рис. П1.1. Соединения:
а - с зазором; б - с натягом

В соединениях, где необходим зазор, действительный зазор должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми **наименьшим** и **наибольшим зазорами**, которые определяются исходя из служебного назначения соединения.

В соединениях, где необходим натяг, действительный натяг должен находиться между двумя предельными значениями, называемыми **наименьшим и наибольшим натягами**, которые определяются из служебного назначения соединения.

При назначении посадок номинальный размер для отверстия и вала, составляющих соединение, является общим (одинаковым) и называется **номинальным размером соединения**.

Действительным размером называется размер, установленный измерением детали с допускаемой погрешностью. Два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали, называются **предельными размерами**.

Номинальным размером называется размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяются предельные размеры.

Отклонением размера называется алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т.д.) и соответствующим номинальным размером.

Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Предельным отклонением называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Различают верхнее и нижнее предельные отклонения.

Верхнее отклонение - алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижнее отклонение - алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

На схемах в условном масштабе откладываются предельные отклонения относительно **нулевой линии** - линии, соответствующей номинальному размеру. Вверх от нулевой линии откладываются положительные отклонения, вниз - отрицательные. Зона, заключенная между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям, называется **полем допуска**.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала различают посадки трех типов: с зазором, с натягом и переходные.

Посадкой с зазором называется посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении. В посадке с зазором поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала (рис. П1.2).

Посадкой с натягом называется посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении. В такой посадке поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала (рис. П1.3)

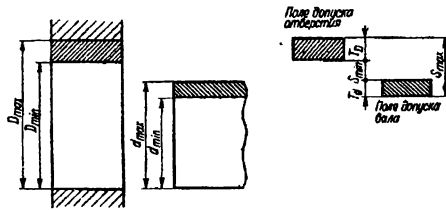


Рис. П1.2. Посадка с зазором

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. В такой посадке поля допусков отверстия и вала полностью или частично перекрывают друг друга (рис. П1.4).

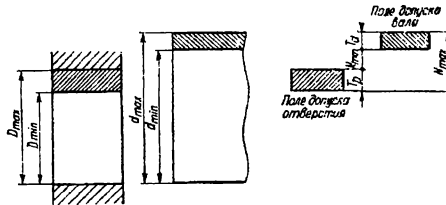


Рис. П1.3. Посадка с натягом

Таким образом, для любой посадки, независимо от ее типа, допуск посадки есть сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

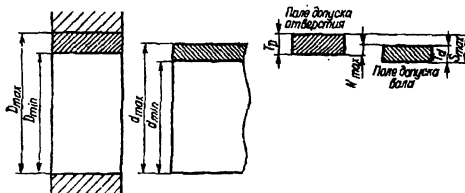


Рис. П1.4. Переходная посадка

Системой допусков и посадок называется закономерно построенная совокупность стандартизованных допусков и предельных отклонений размеров деталей, а также посадок, образованных отверстиями и валами, имеющими стандартные предельные отклонения.

При построении различных систем допусков и посадок используются некоторые общие понятия. Градация допусков в системе устанавливает-

ся в виде набора степеней или классов точности. Под степенью точности (классом точности) понимается совокупность допусков, соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров (рис. П1.5). Степень точности обычно обозначают числами - порядковыми номерами.

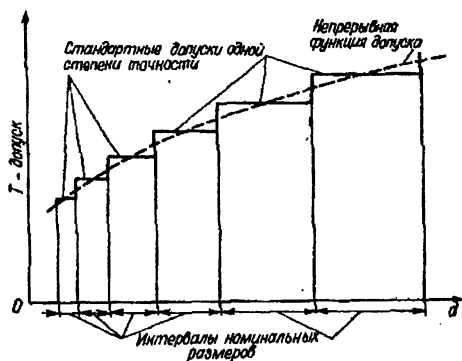


Рис. П1.5. Непрерывная функция допуска

Для получения посадок системой устанавливаются наборы полей допусков отверстий и валов, различающихся величиной (допуском) и расположением относительно нулевой линии. Одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения расположения поля допуска относительно нулевой линии, называется **основным отклонением** (как правило, основным отклонением является ближайшее к нулевой линии предельное отклонение). Расположение поля допуска (основное отклонение) обычно обозначают буквами.

Для унификации деталей и инструмента наиболее рациональным является такой способ образования посадок, когда одна деталь (отверстие или вал) в различных посадках имеет постоянное расположение поля допуска, а требуемый характер посадки обеспечивается подбором расположения поля допуска другой детали соединения (соответственно вала и отверстия). Деталь, имеющая в посадках постоянное расположение поля допуска, является как бы основанием системы посадок и носит название "основное отверстие" или "основной вал". В системе допусков и посадок **основным отверстием** называется отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю, а **основным валом** называется вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

По виду основной детали различают посадки в системе отверстия и системе вала. Посадки в **системе отверстия** - посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием (рис. П1.6, а).

Посадки в **системе вала** - посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом (рис. П1.6, б).

Классы (степени) точности в ЕСДП СЭВ (единая система для допусков и посадок для стан СЭВ) названы квалитетами, что позволяет отличить их от классов точности в системе ОСТ. Всего в ЕСДП СЭВ предусмотрено 19 квалитетов, обозначенных порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: 0,1; 0; 1; 2; 3... 17 (номера 01 и 0 соответствуют двум наиболее точным квалитетам). Сокращенно допуск по одному из квалитетов обозначается латинскими буквами *IT* и номером квалитета.

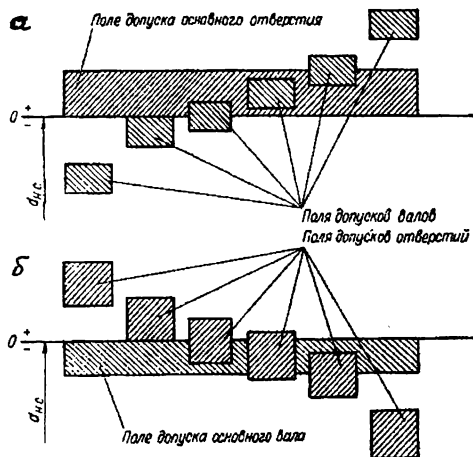


Рис. П1.6. Система отверстия (а); система вала (б)

При данном квалитете и интервале номинальных размеров значение допуска постоянно для разных любых элементов (валов, отверстий, уступов и т.д.) и в любых полях допусков. Другая особенность допусков по ЕСДП СЭВ состоит в их равномерной градации: начиная с пятого квалитета, допуски при переходе к следующему. Более грубому квалитету увеличиваются на 60 %. Через каждые пять квалитетов допуски увеличиваются в 10 раз. Это правило дает возможность развить систему в сторону более грубых квалитетов, например $IT\ 18=10 \cdot IT\ 13$.

Характеристикой расположения поля допуска в ЕСПД СЭВ является знаки числовое значение основного отклонения - того из двух предельных отклонений размера (верхнего или нижнего), которое находится ближе к нулевой линии. Для всех полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, основным (ближайшим) является верхнее отклонение (es или ES), для полей допусков расположенных выше нулевой линии, основным (ближайшим) - нижнее отклонение (ei или EI) (рис. П1.7).

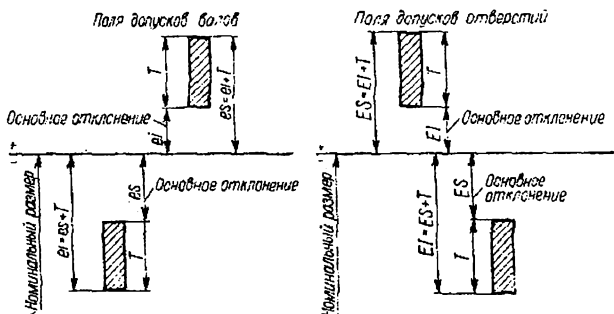


Рис. 1.15

Рис. П1.7. Основные отклонения полей допусков вала и отверстия

Для обеспечения равных возможностей образования полей допусков валов и отверстий в ЕСПД СЭВ предусмотрены одинаковые наборы основных отклонений валов и отверстий, схематически представленные на рис. П1.8.

Каждому из отклонений соответствует определенный уровень относительно нулевой линии, от которого должно начинаться поле допуска. Штриховкой показано направление поля допуска, а конец его, т.е. второе (удаленное) предельное отклонение, не указано, так как зависит от значения допуска (качества) размера (рис. П1.8).

Каждое расположение основного отклонения обозначается латинской буквой - малой для валов и большой для отверстий. Буквенные обозначения основных отклонений приняты в алфавитном порядке, начиная от отклонений, позволяющих получить наибольшие зазоры в соединении (отклонений a , A). Основные отклонения, введенные в систему ИСО в качестве дополнения к системе ИСА, обозначены двумя буквами. Это либо отклонения, занимающие промежуточное положение между двумя соседними отклонениями (обозначаются сочетанием букв соседних отклонений, например отклонение cd располагается между отклонениями

c и *d*), либо отклонения, располагающиеся за отклонением *z* и обозначенные сочетанием буквы *z* с одной из начальных букв алфавита.



Рис. П1.8. Поля допусков валов и отверстий в ЕСДП СЭВ

Буквой *h* обозначается верхнее отклонение вала, равное нулю (основной вал), буквой *H* – нижнее отклонение отверстия, равное нулю (основное отверстие). В системе отверстия основные отклонения от *a* до *h* предназначены для образования полей валов в посадках с зазорами, от *j_s* до *zc* в посадках переходных и с натягом. Аналогично в системе вала основные отклонения от *A* до *H* предназначены для образования полей допусков отверстий в посадках с зазором, от *J_s* до *ZC* – в посадках переходных и с натягом. Как правило, переходные посадки получают при основных отклонениях *j_s* - *n* (*J_s* - *N*). Буквами *j_s* и *J_s* обозначается симметричное расположение поля допуска относительно нулевой линии.

УСУШКА

Усушкой называется уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Усушка начинается, когда из древесины начнет удаляться связанная влага, т.е. при снижении влажности от 30 % до абсолютно сухого состояния [10, 11, 38].

Усушка по разным направлениям различна. Больше изменяются поперечные размеры в радиальном и тангентальном направлениях. В тангентальном направлении усушка в 1,5...2 раза больше, чем в радиальном. Усушка вдоль волокон незначительна.

Уменьшение объема древесины при испарении связанной влаги называется объемной усушкой. Полная объемная усушка составляет 15...15 %.

Припуски на усушку для распиловки бревен при иной влажности бревен и конечной влажности пиломатериалов хвойных и лиственных пород согласно действующим стандартам представлены в табл. П2.1 - П2.18.

Таблица П2.1

Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты для конечной влажности от 5 до 37 %, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37
13	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
16	1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
19	1,1	1	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
22	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
25	1,4	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2
28	1,5	1,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2
32	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2
40	2,1	2	1,7	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2
45	2,3	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	0,9	0,7	0,5	0,3
50	2,5	2,4	2,2	2	1,8	1,5	1,3	1	0,8	0,6	0,3
56	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
60	3	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,3	1	0,7	0,4
63	3,1	2,9	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1	0,7	0,4
66	3,3	3,1	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,7	0,4
70	3,4	3,2	3	2,8	2,5	2,1	1,8	1,5	1,1	0,8	0,4
75	3,7	3,5	3,3	3	2,6	2,3	2	1,6	1,2	0,8	0,5
80	3,9	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	1,7	1,3	0,9	0,5

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37
86	4,2	4	3,7	3,4	3	2,6	2,2	1,8	1,4	1	0,5
90	4,4	4,2	3,9	3,6	3,2	2,7	2,3	1,9	1,4	1	0,5
96	4,6	4,4	4,1	3,6	3,2	2,7	2,3	1,9	1,4	1	0,6
100	4,8	4,6	4,2	3,7	3,4	2,8	2,4	1,9	1,5	1,1	0,6
110	5,3	5	4,6	4	3,5	3	2,6	2	1,6	1,2	0,7
116	5,6	5,3	4,8	4,2	3,7	3,2	2,8	2,2	1,7	1,2	0,7
120	5,8	5,4	5,1	4,4	3,8	3,3	2,9	2,2	1,7	1,3	0,7
125	6	5,6	5,1	4,7	4	3,4	3	2,3	1,8	1,3	0,8
130	6,2	5,9	5,4	4,8	4,2	3,6	3,1	2,4	1,9	1,4	0,8
140	6,7	6,4	5,8	5	4,5	3,8	3,3	2,6	2	1,5	0,8
150	7,1	6,7	5,9	5,2	4,6	3,9	3,3	2,6	2	1,5	0,8
160	7,6	7,1	6,2	5,3	4,7	4,1	3,5	2,8	2,2	1,5	0,8
165	7,8	7,3	6,4	5,5	4,9	4,2	3,6	3	2,2	1,6	0,8
170	8,1	7,6	6,7	5,7	5	4,4	3,7	3	2,3	1,6	0,9
180	8,5	8	7	6,1	5,2	4,4	3,8	3,1	2,3	1,6	0,9
190	9	8,4	7,3	6,4	5,5	4,7	4	3,3	2,5	1,7	0,9
200	9,4	8,9	7,8	6,7	5,8	4,9	4,2	3,4	2,6	1,7	1
210	9,9	9,2	8,1	7,1	6,1	5,2	4,4	3,6	2,7	1,8	1
220	10,4	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	3,8	2,9	1,9	1,1
230	10,8	10	8,9	7,7	6,7	5,7	4,8	4	3	2	1,1
240	11,3	10,5	9,3	8,1	7	5,9	5	4,1	3,1	2,1	1,2
250	11,8	10,9	9,7	8,4	7,3	6,2	5,3	4,3	3,3	2,2	1,2
254	11,9	11	9,8	8,5	7,4	6,3	5,3	4,4	3,3	2,2	1,2
260	12,2	11,3	9,9	8,5	7,4	6,4	5,4	4,5	3,3	2,2	1,3
270	12,7	11,6	10,1	8,6	7,6	6,5	5,4	4,5	3,4	2,3	1,4
280	13,1	11,8	10,5	8,7	7,7	6,6	5,6	4,5	3,5	2,4	1,4
290	13,6	12,3	10,7	9	8	6,9	5,8	4,7	3,6	2,5	1,5
300	14,1	12,6	10,9	9,3	8,2	7,1	6	4,9	3,7	2,6	1,5

**Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины
лиственницы для конечной влажности от 5 до 37 %, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37
13	1	1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,1
16	1,3	1,2	1,2	1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1
19	1,4	1,3	1,3	1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1
22	1,6	1,6	1,4	1,2	1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3
25	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2	1	0,9	0,8	0,5	0,4	0,3
28	2	1,8	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,7	0,4	0,3
32	2,2	2,1	1,8	1,7	1,4	1,3	1	0,9	0,7	0,5	0,3
40	2,7	2,6	2,2	2,1	1,8	1,6	1,3	1	0,8	0,5	0,3
45	3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6	1,2	0,9	0,7	0,4
50	3,3	3,1	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,3	1	0,8	0,4
56	3,6	3,4	3,1	2,9	2,6	2,2	2	1,6	1,2	0,8	0,4
60	3,9	3,6	3,4	3,1	2,7	2,3	2,1	1,7	1,3	0,9	0,5
63	4,1	3,8	3,6	3,3	2,9	2,5	2,1	1,7	1,3	0,9	0,5
66	4,2	4	3,8	3,4	3	2,6	2,2	1,8	1,4	0,9	0,5
70	4,5	4,2	3,9	3,6	3,3	2,7	2,3	2	1,4	1	0,5
75	4,8	4,6	4,3	3,9	3,4	3	2,6	2,1	1,6	1	0,7
80	5,1	4,8	4,6	4,2	3,6	3,1	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7
86	5,4	5,2	4,8	4,4	3,9	3,4	2,9	2,3	1,8	1,3	0,7
90	5,7	5,5	5,1	4,7	4,2	3,5	3	2,5	1,8	1,3	0,7
96	6	5,7	5,3	4,7	4,2	3,5	3	2,5	1,8	1,3	0,8
100	6,3	6	5,5	4,8	4,4	3,6	3,1	2,5	2	1,4	0,8
110	6,9	6,5	6	5,2	4,6	3,9	3,4	2,6	2,1	1,6	0,9
116	7,2	6,9	6,2	5,5	4,8	4,2	3,6	2,9	2,2	1,6	0,9
120	7,5	7	6,6	5,7	4,9	4,3	3,8	2,9	2,2	1,7	0,9
125	7,8	7,3	6,6	6,1	5,2	4,4	3,9	2,9	2,3	1,7	1
130	8,1	7,7	7	6,2	5,5	4,7	4	3,1	2,5	1,8	1
140	8,7	8,3	7,5	6,5	5,9	4,9	4,3	3,4	2,6	2	1
150	9,3	8,6	7,7	6,8	6	5,1	4,3	3,4	2,6	2	1
160	9,9	9	8,1	6,9	6,1	5,3	4,6	3,6	2,9	2	1
165	10,2	9,5	8,3	7,2	6,4	5,5	4,7	3,9	2,9	2,1	1
170	10,5	9,9	8,7	7,4	6,5	5,7	4,8	3,9	3	2,1	1,2
180	11,1	10,4	9,1	7,9	6,8	5,7	4,9	4	3	2,1	1,2
190	11,7	10,9	9,5	8,3	7,2	6,1	5,2	4,3	3,3	2,2	1,2
200	12,3	11,6	10,1	8,7	7,5	6,4	5,5	4,4	3,4	2,2	1,3
210	12,9	12	10,5	9,2	7,9	6,8	5,7	4,7	3,5	2,3	1,3

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37
220	13,5	12,6	11,1	9,6	8,3	7	6	4,9	3,8	2,5	1,4
230	14,1	13	11,6	10	8,7	7,4	6,2	5,2	3,9	2,6	1,4
240	14,7	13,7	12,1	10,5	9,1	7,7	6,5	5,3	4	2,7	1,6
250	15,3	14,2	12,6	10,9	9,5	8,1	7	5,6	4,3	2,9	1,6
254	15,5	14,3	12,7	11,1	9,6	8,2	7	5,7	4,3	2,9	1,6
260	15,9	14,7	12,9	11,1	9,6	8,3	7	5,9	4,3	2,9	1,7
270	16,5	15,1	13,1	11,2	9,9	8,5	7	5,9	4,4	3	1,8
280	17,1	15,2	13,7	11,3	10	8,6	7,3	5,9	4,6	3,1	1,8
290	17,7	16	13,9	11,7	10,4	9	7,5	6,1	4,7	3,3	2
300	18,3	16,4	14,2	12,1	10,7	9,2	7,8	6,4	4,8	3,4	2

Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %												
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37	37 и выше	
13	-0,1	-0,1	-0	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7
16	-0,2	-0,1	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8
19	-0,3	-0,2	-0,2	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8
22	-0,3	-0,2	-0,2	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8
25	-0,3	-0,2	-0,2	0	+0,2	+0,2	+0,4	+0,5	+0,7	+0,8	+0,9	+1,1	+1,1
32	-0,4	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,6	+0,8	+1	+1,2	+1,4	+1,6
40	-0,5	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,6	+0,8	+1	+1,2	+1,4	+1,5	+1,8
45	-0,5	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,6	+0,9	+1,1	+1,3	+1,5	+1,7	+2
50	-0,5	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,7	+1	+1,2	+1,4	+1,7	+2	+2,4
60	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,3	+0,4	+0,8	+1,1	+1,4	+1,7	+2	+2,4	+2,8
70	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,3	+0,5	+1	+1,3	+1,7	+2	+2,4	+2,8	+3,2
75	-0,7	-0,5	-0,3	0	+0,4	+0,6	+1	+1,4	+1,8	+2,2	+2,5	+3	+3,6
80	-0,7	-0,5	-0,3	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,9	+2,3	+2,7	+3,2	+3,6
90	-0,8	-0,6	-0,3	0	+0,4	+0,8	+1,3	+1,7	+2,2	+2,6	+3,1	+3,6	+4,1
100	-1,1	-0,9	-0,5	0	+0,4	+0,9	+1,3	+1,8	+2,2	+2,6	+3,1	+3,7	+4,1
110	-1,3	-1	-0,6	0	+0,5	+1	+1,4	+2	+2,4	+2,8	+3,3	+4	+4,8
130	-1,4	-1,1	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,7	+2,4	+2,9	+3,4	+4	+4,8	+5,2
150	-1,9	-1,5	-0,7	0	+0,6	+1,3	+1,9	+2,6	+3,2	+3,7	+4,4	+5,2	+6,1
180	-2,4	-1,9	-0,9	0	+0,6	+1,7	+2,3	+3	+3,8	+4,5	+5,2	+6,1	+6,7
200	-2,7	-2,2	-1,1	0	+0,9	+1,8	+2,3	+3,3	+4,1	+5	+5,7	+6,7	+7,4
220	-3	-2,3	-1,1	0	+0,9	+2	+2,8	+3,6	+4,5	+5,5	+6,3	+7,4	+8,4
250	-3,4	-2,5	-1,3	0	+1,1	+2,2	+3,1	+4,1	+5,1	+6,2	+7,2	+8,4	+9,4

Величины усушки пилопродукции смешанной распилки из древесных лиственных пород для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %													37 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37			
13	-0,1	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,5	+0,5	+0,6	+0,8	+0,9	+0,9	
16	-0,3	-0,2	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,5	+0,6	+0,7	+0,9	+1	+1	
19	-0,4	-0,3	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,5	+0,6	+0,7	+0,9	+1	+1	
22	-0,4	-0,4	0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+1,2	+1,2	
25	-0,4	-0,4	0	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,9	+1	+1,1	+1,4	+1,4	
32	-0,5	-0,4	0	+0,3	+0,4	+0,7	+0,8	+1	+1,3	+1,6	+1,8	+2,2	+2,3	
40	-0,6	-0,5	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1,1	+1,1	+1,4	+1,8	+2,2	+2,6	+2,6	
45	-0,7	-0,5	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1,1	+1,1	+1,4	+1,8	+2,2	+2,6	+2,6	
50	-0,7	-0,5	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,3	+1,3	+1,6	+2,2	+2,6	+3,1	+3,6	
60	-0,8	-0,5	0	+0,4	+0,8	+1	+1,4	+1,4	+1,8	+2,2	+2,6	+3,1	+3,6	
70	-0,9	-0,6	0	+0,4	+0,9	+1,3	+1,6	+1,6	+2,2	+2,6	+3,1	+3,6	+3,9	
75	-0,9	-0,7	0	+0,5	+0,9	+1,3	+1,8	+1,8	+2,3	+2,9	+3,2	+3,5	+4,2	
80	-0,9	-0,7	0	+0,5	+1,1	+1,5	+2	+2	+2,5	+3	+3,5	+4	+4,7	
90	-1	-0,8	0	+0,5	+1,2	+1,7	+2,2	+2,2	+2,9	+3,4	+4	+4,8	+4,8	
100	-1,5	-1,2	0	+0,5	+1,2	+1,7	+2,3	+2,3	+2,9	+3,4	+4	+4,8	+4,8	
110	-1,7	-1,3	0	+0,6	+1,3	+1,8	+2,6	+2,6	+3,1	+3,6	+4,3	+5,2	+5,2	
130	-1,9	-1,5	0	+0,7	+1,5	+2,2	+3,1	+3,1	+3,7	+4,4	+5,2	+6,2	+6,2	
150	-2,5	-1,8	0	+0,8	+1,7	+2,5	+3,4	+3,4	+4,2	+4,8	+5,8	+6,8	+6,8	
180	-3,2	-2,5	0	+1,1	+2,2	+3	+3,9	+3,9	+4,9	+5,8	+6,7	+7,9	+7,9	
200	-3,6	-2,9	0	+1,2	+2,3	+3,2	+4,3	+4,3	+5,3	+6,5	+7,4	+8,7	+8,7	
220	-3,9	-3	0	+1,3	+2,6	+3,6	+4,7	+4,7	+5,8	+7,1	+8,2	+9,6	+9,6	
250	-4,4	-3,3	0	+1,4	+2,8	+3,9	+5,3	+5,3	+6,6	+8	+9,3	+10,9	+10,9	

**Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели,
сосны, кедра, пихты для номинальных размеров при влажности 20 %
и любой влажности в момент проверки, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопро- дукции, мм	Влажность пиломатериалов, %							
	12-14	15-17	18-22	23-25	26-30	31-33	34-38	38 и выше
13	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
16	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6
19	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6
22	-0,2	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,6	+0,7
25	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,5	+0,7	+0,8
28	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1
32	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1
40	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,8	+1	+1,3
45	-0,4	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,8	+1,2	+1,4
50	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,6	+1	+1,3	+1,6
56	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,7	+1,1	+1,4	+1,8
60	-0,6	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,1	+1,6	+1,9
63	-0,6	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+2
66	-0,6	-0,4	0	+0,4	+0,9	+1,2	+1,7	+2,1
70	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,9	+1,3	+1,8	+2,2
75	-0,7	-0,4	0	+0,4	+1	+1,4	+2	+2,4
80	-0,8	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2,1	+2,6
86	-0,8	-0,5	0	+0,5	+1,1	+1,6	+2,2	+2,8
90	-0,9	-0,5	0	+0,5	+1,2	+1,7	+2,3	+2,8
96	-0,9	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,7	+2,3	+2,8
100	-0,9	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,7	+2,3	+2,9
110	-1	-0,7	0	+0,7	+1,3	+1,9	+2,5	+3,2
116	-1	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2	+2,7	+3,4
120	-1,1	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2	+2,8	+3,5
125	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,5	+2,1	+2,9	+3,6
130	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,2	+3	+3,8
140	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,4	+3,2	+4,1
150	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,4	+3,3	+4,1
160	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,8	+2,6	+3,5	+4,3
165	-1,3	-0,8	0	+0,8	+1,8	+2,6	+3,6	+4,4
170	-1,3	-0,8	0	+0,8	+1,8	+2,7	+3,7	+4,6
180	-1,7	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,9	+3,8	+4,7
190	-1,7	-1	0	+1	+1,9	+3	+4	+4,9
200	-1,8	-1	0	+1	+2	+3,2	+4,2	+5,2
210	-1,9	-1	0	+1	+2,1	+3,4	+4,4	+5,5
220	-2	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,5	+4,6	+5,7
230	-2	-1,2	0	+1,2	+2,3	+3,7	+4,8	+6
240	-2,2	-1,2	0	+1,2	+2,4	+3,8	+5	+6,2
250	-2,2	-1,2	0	+1,2	+2,5	+4	+5,2	+6,5

Номинальный размер толщины и ширины пилопро- дукции, мм	Влажность пиломатериалов, %							
	12-14	15-17	18-22	23-25	26-30	31-33	34-38	38 и выше
254	-2,2	-1,3	0	+1,3	+2,5	+4	+5,3	+6,6
260	-2,2	-1,3	0	+1,3	+2,6	+4	+5,2	+6,5
270	-2,2	-1,4	0	+1,4	+2,7	+4	+5,4	+6,8
280	-2,2	-1,4	0	+1,4	+2,8	+4,2	+5,6	+7
290	-2,2	-1,4	0	+1,4	+2,9	+4,4	+5,8	+7,2
300	-2,2	-1,5	0	+1,5	+3	+4,5	+6	+7,5

Таблица П 2.6

**Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины
лиственницы для номинальных размеров при влажности 20 %
и любой влажности в момент проверки, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопро- дукции, мм	Влажность пиломатериалов, %							
	12-14	15-17	18-22	23-25	26-30	31-33	34-38	38 и выше
13	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,6	+0,7
16	-0,2	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8
19	-0,2	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8
22	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1
25	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,9	+1,1
28	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+1	+1,2
32	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,8	+1,1	+1,3
40	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,6	+1	+1,3	+1,6
45	-0,5	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,8
50	-0,6	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+2
56	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,9	+1,4	+1,8	+2,3
60	-0,8	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2	+2,5
63	-0,8	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2,1	+2,6
66	-0,8	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2,2	+2,7
70	-0,9	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,8	+2,3	+2,9
75	-0,9	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,9	+2,5	+3,1
80	-1,1	-0,6	0	+0,6	+1,3	+2	+2,6	+3,3
86	-1	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,2	+2,8	+3,5
90	-1,2	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,2	+3	+3,7
96	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,4	+2,2	+3	+3,6
100	-1,2	-0,8	0	+0,8	+1,5	+2,3	+3	+3,8
110	-1,3	-0,9	0	+0,9	+1,6	+2,5	+3,3	+4,2
116	-1,3	-0,9	0	+0,9	+1,7	+2,7	+3,5	+4,4
120	-1,4	-1	0	+1	+1,8	+2,8	+3,6	+4,6
125	-1,6	-1	0	+1	+1,9	+2,9	+3,8	+4,8
130	-1,6	-1	0	+1	+2	+3	+3,9	+4,9
140	-1,6	-1,1	0	+1,1	+2,1	+3,2	+4,2	+5,3

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пиломатериалов, %							
	12-14	15-17	18-22	23-25	26-30	31-33	34-38	38 и выше
150	-1,6	-1,1	0	+1,1	+2,1	+3,2	+4,2	+5,3
160	-1,6	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,4	+4,5	+5,6
165	-1,7	-1,2	0	+1,2	+2,3	+3,5	+4,6	+5,8
170	-1,7	-1,2	0	+1,2	+2,4	+3,6	+4,8	+6
180	-2,2	-1,3	0	+1,3	+2,5	+3,6	+4,9	+6,1
190	-2,2	-1,3	0	+1,3	+2,7	+3,8	+5,1	+6,5
200	-2,3	-1,4	0	+1,4	+2,8	+4	+5,4	+6,8
210	-2,4	-1,5	0	+1,5	+2,9	+4,2	+5,7	+7,1
220	-2,6	-1,5	0	+1,5	+2,9	+4,4	+5,7	+7,3
230	-2,6	-1,6	0	+1,6	+3	+4,6	+6	+7,6
240	-2,8	-1,7	0	+1,7	+3,1	+4,8	+6,2	+7,9
250	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,2	+5	+6,5	+8,2
254	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,3	+5	+6,6	+8,4
260	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,4	+5	+6,8	+8,4
270	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,5	+5,1	+7	+8,6
280	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,6	+5,3	+7,3	+9
290	-2,8	-1,8	0	+1,8	+3,8	+5,5	+7,5	+9,3
300	-2,9	-1,8	0	+1,8	+3,9	+5,7	+7,8	+9,6

Таблица П 2.7

Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей) из древесины дуба, березы, клена, ясеня, ольхи, осины и тополя для конечной влажности от 5 до 34 %, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
16	1,2	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
19	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1
22	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,3	0,1
25	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
28	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,5	0,3	0,1
32	2,3	2,1	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2
35	2,5	2,3	2	1,8	1,5	1,2	1	0,7	0,4	0,2
40	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
45	3,3	2,9	2,6	2,3	1,9	1,5	1,3	0,9	0,6	0,2
50	3,6	3,2	2,9	2,5	2,1	1,8	1,4	1	0,6	0,2

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
55	4	3,5	3,2	2,8	2,3	1,9	1,5	1,1	0,7	0,3
60	4,4	3,9	3,5	3	2,5	2,1	1,6	1,2	0,8	0,3
65	4,7	4,2	3,7	3,3	2,7	2,3	1,7	1,3	0,8	0,3
70	5,1	4,5	4	3,5	2,9	2,5	1,8	1,4	0,9	0,4
75	5,4	4,9	4,3	3,8	3,2	2,6	2	1,5	0,9	0,4
80	5,8	5,2	4,6	4	3,4	2,8	2,2	1,6	1	0,4
90	6,5	5,8	5,2	4,5	3,8	3,1	2,5	1,8	1,1	0,5
100	7,3	6,4	5,7	5	4,3	3,5	2,8	2	1,3	0,5
110	8	7	6,3	5,5	4,7	3,8	3	2,2	1,4	0,6
120	8,7	7,7	6,9	6	5,1	4	3,3	2,4	1,5	0,6
130	9,4	8,4	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	2,6	1,6	0,7
140	10,2	9	8	7	6	4,9	3,8	2,9	1,8	0,7
150	10,9	9,7	8,7	7,5	6,4	5,3	4,1	3	1,9	0,8
160	11,6	10,3	9,2	8	6,8	5,6	4,4	3,2	2	0,8
170	12,3	11	9,8	8,5	7,2	5,9	4,6	3,4	2,1	0,9
180	13,1	11,7	10,3	9	7,6	6,3	4,9	3,6	2,3	0,9
190	13,8	12,3	10,9	9,5	8,1	6,7	5,2	3,8	2,4	1
200	14,5	13	11,5	10	8,5	7	5,5	4	2,5	1
210	15,2	13,6	12,1	10,5	8,9	7,3	5,8	4,2	2,6	1
220	15,9	14,2	12,7	11	9,4	7,6	6	4,4	2,8	1,1
230	16,7	14,7	13,2	11,5	9,8	8	6,3	4,6	2,9	1,2
240	17,4	15,5	13,8	12	10,2	8,4	6,6	4,8	3	1,2
250	18,1	16,2	14,4	12,5	10,6	8,7	6,9	5	3,1	1,2
260	18,8	16,8	15	13	11	9,1	7,2	5,2	3,3	1,3
270	19,5	17,5	15,5	13,5	11,5	9,5	7,5	5,4	3,4	1,3
280	20,3	18,1	16,1	14	11,9	9,8	7,7	5,6	3,5	1,4
290	21	18,7	16,7	14,5	12,3	10,1	7,9	5,8	3,6	1,4
300	21,7	19,4	17,3	15	12,8	10,5	8,3	6	3,8	1,5

**Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки
(для тангентальных поверхностей) из древесины бука, граба, ильмы
и липы для конечной влажности от 5 до 34 %, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции , мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
16	1,6	1,5	1,3	1,1	1	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1
19	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
22	2,2	2	1,8	1,5	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2
25	2,5	2,3	2	1,8	1,5	1,2	1	0,7	0,4	0,2
28	2,8	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
32	3,3	2,9	2,6	2,2	1,9	1,6	1,2	0,9	0,6	0,2
35	3,6	3,2	2,8	2,5	2,1	1,7	1,4	1	0,6	0,2
40	4,1	3,6	3,2	2,8	2,4	2	1,5	1,1	0,7	0,3
45	4,6	4,1	3,6	3,1	2,7	2,2	1,8	1,3	0,8	0,3
50	5,1	4,6	4	3,5	3	2,5	1,9	1,4	0,9	0,4
55	5,6	5	4,4	3,9	3,3	2,7	2,2	1,5	0,9	0,4
60	6,1	5,5	4,8	4,2	3,6	2,9	2,3	1,7	1,1	0,4
65	6,6	5,9	5,2	4,6	3,9	3,2	2,5	1,8	1,1	0,5
70	7,1	6,4	5,6	4,9	4,2	3,4	2,7	2	1,2	0,5
75	7,6	6,8	6	5,3	4,5	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5
80	8,1	7,3	6,4	5,6	4,8	3,9	3,1	2,2	1,4	0,6
90	9,1	8,1	7,3	6,3	5,4	4,4	3,5	2,5	1,6	0,7
100	10,1	9,1	8,1	7	6	4,9	3,9	2,8	1,7	0,7
110	11,2	10	8,9	7,7	6,5	5,4	4,2	3,1	1,9	0,8
120	12,2	10,9	9,7	8,4	7,1	5,8	4,6	3,4	2,1	0,8
130	13,2	11,8	10,5	9,1	7,7	6,4	5	3,6	2,3	0,9
140	14,2	12,4	11,3	9,8	8,3	6,9	5,4	3,9	2,4	1
150	15,2	13,7	12,1	10,5	8,9	7,4	5,8	4,2	2,6	1
160	16,3	14,6	12,9	11,2	9,5	7,8	6,2	4,5	2,8	1,1
170	17,3	15,5	13,7	11,9	10,1	8,3	6,5	4,8	3	1,1
180	18,3	16,4	14,5	12,6	10,7	8,8	6,9	5	3,1	1,2
190	19,3	17,2	15,3	13,3	11,3	9,3	7,3	5,3	3,3	1,3
200	19,9	18,2	16,1	14	11,9	9,8	7,7	5,6	3,5	1,4
210	21,4	19,1	16,9	14,8	12,5	10,2	8,1	5,9	3,7	1,5
220	22,3	20	17,7	15,4	13,1	10,8	8,5	6,2	3,9	1,6
230	23,4	20,9	18,6	16,1	13,7	11,3	8,9	6,4	4	1,6
240	24,4	21,8	19,3	16,8	14,3	11,8	9,3	6,7	4,2	1,7
250	25,4	22,7	20,1	17,5	14,9	12,3	9,6	7	4,4	1,8
260	26,4	23,2	20,9	18,2	15,5	12,7	10	7,3	4,6	1,8

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
270	27,6	24,6	21,8	18,9	16,1	13,2	10,4	7,6	4,7	1,9
280	28,9	25,9	22,5	19,6	16,8	13,6	10,8	7,8	4,9	2
290	29,9	26,4	23,4	20,3	17,3	14,2	11,2	8,1	5,1	2
300	31	28	24,1	21	17,8	14,7	11,5	8,4	5,3	2,1

Таблица П 2.9

**Величины усушки пилопродукции радиальной распиловки
(для радиальных поверхностей) из древесины дуба, бука, ильма, клена, ясеня,
осины, тополя и ольхи для конечной влажности от 5 до 34 %, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
16	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
19	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
22	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
25	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
28	1,1	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
32	1,2	1,1	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1
35	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1
40	1,5	1,4	1,2	1	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1
45	1,7	1,5	1,4	1,2	1	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1
50	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
55	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2
60	2,3	2	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2
65	2,5	2,2	2	1,7	1,4	1,2	0,9	0,7	0,4	0,2
70	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,3	1	0,7	0,5	0,2
75	2,8	2,5	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
80	3	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,8	0,5	0,2
90	3,4	3,1	2,7	2,3	2	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2
100	3,8	3,4	3	2,6	2,2	1,8	1,4	1	0,6	0,3
110	4,2	3,7	3,3	2,9	2,4	2	1,6	1,2	0,7	0,3

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
120	4,5	4,1	3,6	3,1	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8	0,3
130	4,9	4,4	3,9	3,4	2,9	2,4	1,9	1,4	0,9	0,3
140	5,3	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2	1,5	0,9	0,4
150	5,7	5,1	4,5	3,9	3,3	2,7	2,1	1,6	1	0,4
160	6	5,4	4,8	4,2	3,5	2,9	2,3	1,7	1	0,4
170	6,4	5,8	5,1	4,4	3,8	3,1	2,4	1,8	1,1	0,4
180	6,8	6,1	5,4	4,7	4	3,3	2,6	1,9	1,2	0,5
190	7,2	6,4	5,7	4,9	4,2	3,5	2,7	2	1,2	0,5
200	7,5	6,8	6	5,2	4,4	3,6	2,9	2,1	1,3	0,5
210	7,9	7,1	6,3	5,5	4,6	3,8	3	2,2	1,4	0,6
220	8,3	7,4	6,6	5,7	4,9	4	3,2	2,3	1,4	0,6
230	8,7	7,8	6,9	6	5,1	4,2	3,3	2,4	1,5	0,6
240	9,1	8,1	7,2	6,2	5,3	4,4	3,4	2,5	1,6	0,6
250	9,4	8,5	7,5	6,5	5,5	4,6	3,6	2,6	1,6	0,7
260	9,8	8,8	7,8	6,8	5,7	4,7	3,7	2,7	1,7	0,7
270	10,2	9,1	8,1	7	6	4,9	3,9	2,8	1,7	0,7
280	10,6	9,5	8,4	7,3	6,2	5,1	4	2,9	1,8	0,7
290	10,9	9,8	8,7	7,5	6,4	5,3	4,1	3	1,9	0,8
300	11,3	10,1	9	7,8	6,6	5,5	4,3	3,1	2	0,8

Таблица П 2.10

**Величины усушки пилопродукции радиальной распиловки
(для радиальных поверхностей) из древесины березы, граба и липы
для конечной влажности от 5 до 34 %, мм**

Номинальный раз- мер толщины и ширины пилопро- дукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
16	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
19	1,2	1,1	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1
22	1,4	1,3	1,1	1	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1
25	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1
28	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %									
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34
32	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,1
35	2,2	2	1,8	1,5	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,2
40	2,6	2,3	2	1,8	1,5	1,2	1	0,7	0,4	0,2
45	2,9	2,6	2,3	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2
50	3,2	2,9	2,5	2,2	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2
55	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	1,7	1,3	1	0,6	0,2
60	3,8	3,4	3	2,6	2,3	1,9	1,5	1,1	0,7	0,3
65	4,2	3,7	3,3	2,9	2,4	2	1,6	1,2	0,7	0,3
70	4,5	4	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3
75	4,8	4,3	3,8	3,3	2,8	2,3	1,8	1,3	0,8	0,3
80	5,1	4,6	4,1	3,5	3	2,5	1,9	1,4	0,9	0,4
90	5,7	5,2	4,6	4	3,4	2,8	2,2	1,6	1	0,4
100	6,4	5,7	5,1	4,4	3,7	3,1	2,4	1,8	1,1	0,4
110	7	6,3	5,6	4,8	4,1	3,4	2,7	1,9	1,2	0,5
120	7,7	6,9	6,1	5,3	4,5	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5
130	8,3	7,4	6,6	5,7	4,9	4,1	3,2	2,3	1,4	0,6
140	8,9	8	7,1	6,2	5,2	4,3	3,4	2,5	1,5	0,6
150	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6	3,6	2,6	1,6	0,7
160	10,2	9,2	8,1	7	6	4,9	3,9	2,8	1,7	0,7
170	10,9	9,7	8,6	7,5	6,4	5,2	4,1	3	1,9	0,8
180	11,5	10,3	9,1	7,9	6,8	5,6	4,4	3,2	2	0,8
190	12,1	10,9	9,6	8,4	7,1	5,9	4,6	3,4	2,1	0,8
200	12,8	11,4	10,1	8,8	7,5	6,2	4,8	3,5	2,2	0,9
210	13,4	12	10,6	9,2	7,9	6,5	5,1	3,7	2,3	0,9
220	14	12,6	11,1	9,7	8,2	6,8	5,3	3,9	2,4	1
230	14,7	13,2	11,6	10,1	8,6	7,1	5,6	4,1	2,6	1
240	15,3	13,7	12,2	10,6	9	7,4	5,8	4,2	2,6	1,1
250	16	14,3	12,7	11	9,4	7,7	6,1	4,4	2,7	1,1
260	16,6	14,9	13,2	11,4	9,7	8	6,3	4,6	2,8	1,1
270	17,2	15,5	13,7	11,9	10,1	8,3	6,5	4,8	3	1,2
280	17,9	16	14,2	12,3	10,5	8,6	6,8	4,9	3,1	1,2
290	18,5	16,6	14,7	12,8	10,9	8,9	7	5,1	3,2	1,3
300	19,1	17,2	15,2	13,2	11,2	9,2	7,3	5,3	3,3	1,3

Таблица П2.11

Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей) из древесины дуба, березы, клена, ясеня, ольхи, осины и тополя для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
16	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8
19	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,6	+0,7	+0,8	+1
22	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8	+1	+1,1
25	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9	+1,1	+1,3
28	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1	+1,3	+1,4
32	-0,7	-0,5	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+1	+1,2	+1,4	+1,6
35	-0,8	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1,1	+1,3	+1,6	+1,8
40	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,5	+1,8	+2
45	-1	-0,7	-0,3	0	+0,3	+0,7	+1	+1,4	+1,7	+2,1	+2,3
50	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,9	+2,3	+2,5
55	-1,2	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,7	+2,1	+2,5	+2,8
60	-1,4	-0,9	-0,5	0	+0,5	+0,9	+1,4	+1,8	+2,2	+2,7	+3
65	-1,5	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2	+2,4	+2,9	+3,3
70	-1,6	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2,1	+2,6	+3,1	+3,5
75	-1,7	-1,1	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,7	+2,3	+2,8	+3,4	+3,8
80	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,4	+3	+3,6	+4
90	-2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2	+2,7	+3,4	+4	+4,5
100	-2,3	-1,5	-0,8	0	+0,8	+1,5	+2,3	+3	+3,8	+4,5	+5
110	-2,5	-1,7	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,5	+3,3	+4,1	+4,9	+5,5
120	-2,7	-1,8	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,7	+3,6	+4,5	+5,4	+6
130	-2,9	-2	-1	0	+1	+2	+2,9	+3,9	+4,9	+5,8	+6,5
140	-3,2	-2,1	-1	0	+1	+2,1	+3,2	+4,1	+5,2	+6,3	+7
150	-3,4	-2,2	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,4	+4,5	+5,6	+6,8	+7,5

Номинальный размер толщины и ширины пилородукции, мм	Влажность пилородукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
160	-3,6	-2,4	-1,2	0	+1,2	+2,4	+3,6	+4,8	+6	+7,2	+8
170	-3,8	-2,5	-1,3	0	+1,3	+2,5	+3,8	+5,1	+6,4	+7,6	+8,5
180	-4,1	-2,7	-1,3	0	+1,3	+2,7	+4,1	+5,4	+6,8	+8,1	+9
190	-4,3	-2,8	-1,4	0	+1,4	+2,8	+4,3	+5,7	+7,1	+8,6	+9,5
200	-4,5	-3	-1,5	0	+1,5	+3	+4,5	+6	+7,5	+9	+10
210	-4,7	-3,1	-1,6	0	+1,6	+3,1	+4,7	+6,3	+7,9	+9,5	+10,5
220	-4,9	-3,3	-1,6	0	+1,6	+3,3	+4,9	+6,6	+8,3	+9,9	+11
230	-5,2	-3,5	-1,7	0	+1,7	+3,5	+5,2	+6,9	+8,6	+10,3	+11,5
240	-5,4	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,6	+5,4	+7,2	+9	+10,8	+12
250	-5,6	-3,8	-1,9	0	+1,9	+3,8	+5,6	+7,5	+9,4	+11,3	+12,5
260	-5,9	-3,9	-2	0	+2	+3,9	+5,9	+7,8	+9,8	+11,7	+13
270	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8,1	+10,1	+12,2	+13,5
280	-6,3	-4,2	-2,1	0	+2,1	+4,2	+6,3	+8,4	+10,5	+12,6	+14
290	-6,5	-4,4	-2,2	0	+2,2	+4,4	+6,5	+8,7	+10,9	+13,1	+14,5
300	-6,7	-4,5	-2,2	0	+2,2	+4,5	+6,7	+9	+11,2	+13,5	+15

Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей) из древесины бука, ильма и липы для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
16	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8	+1	+1,1
19	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1	+1,2	+1,3
22	-0,7	-0,5	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+0,9	+1,2	+1,4	+1,5
25	-0,8	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1,1	+1,3	+1,6	+1,8
28	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,5	+1,8	+2
32	-1	-0,7	-0,3	0	+0,3	+0,7	+1	+1,3	+1,7	+2	+2,2
35	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,8	+2,2	+2,5
40	-1,3	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,1	+1,7	+2,1	+2,5	+2,8
45	-1,4	-0,9	-0,5	0	+0,5	+0,9	+1,4	+1,9	+2,3	+2,8	+3,1
50	-1,6	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2,1	+2,6	+3,1	+3,5
55	-1,7	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,7	+2,3	+2,9	+3,5	+3,9
60	-1,9	-1,3	-0,6	0	+0,6	+1,3	+1,9	+2,5	+3,2	+3,8	+4,2
65	-2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2	+2,9	+3,7	+4,4	+4,9
70	-2,2	-1,5	-0,7	0	+0,7	+1,5	+2,2	+2,9	+3,7	+4,4	+4,9
75	-2,4	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,1	+3,9	+4,7	+5,3
80	-2,5	-1,7	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,5	+3,4	+4,2	+5	+5,6
90	-2,8	-1,9	-0,9	0	+0,9	+1,9	+2,8	+3,8	+4,8	+5,7	+6,3
100	-3,2	-2,1	-1,1	0	+1,1	+2,1	+3,2	+4,2	+5,3	+6,3	+7,7
110	-3,5	-2,3	-1,2	0	+1,2	+2,3	+3,5	+4,6	+5,8	+6,8	+7,7
120	-3,8	-2,5	-1,3	0	+1,3	+2,5	+3,8	+5	+6,3	+7,6	+8,4
130	-4,1	-2,7	-1,4	0	+1,4	+2,7	+4,1	+5,5	+6,8	+8,2	+9,1
140	-4,4	-3,2	-1,6	0	+1,6	+3,2	+4,4	+5,9	+7,4	+8,8	+9,8
150	-4,7	-3,2	-1,6	0	+1,6	+3,2	+4,7	+6,3	+7,9	+9,5	+10,5

Окончание табл. 2.12

Номинальный размер толщины и ширины пиллопродукции, мм	Влажность пиллопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
160	-5	-3,4	-1,7	0	+1,7	+3,4	+5	+6,7	+8,4	+10,1	+11,2
170	-5,4	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,6	+5,4	+7,1	+8,9	+10,8	+11,9
180	-5,7	-3,8	-1,9	0	+1,9	+3,8	+5,7	+7,6	+9,5	+11,3	+12,6
190	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+13,3
200	-6,2	-4,2	-2,1	0	+2,1	+4,2	+6,3	+8,4	+10,5	+12,6	+14
210	-6,6	-4,4	-2,2	0	+2,2	+4,4	+6,6	+8,8	+11	+13,2	+14,8
220	-6,9	-4,6	-2,3	0	+2,3	+4,6	+6,9	+9,2	+11,5	+13,9	+15,4
230	-7,3	-4,8	-2,4	0	+2,4	+4,8	+7,3	+9,7	+12,1	+14,5	+16,1
240	-7,6	-5	-2,4	0	+2,4	+5	+7,6	+10,1	+12,6	+15,1	+16,8
250	-7,9	-5,3	-2,6	0	+2,6	+5,3	+7,9	+10,5	+13,1	+15,8	+17,5
260	-8,2	-5,5	-2,7	0	+2,7	+5,5	+8,2	+10,9	+13,6	+16,4	+18,2
270	-8,5	-5,7	-2,8	0	+2,8	+5,7	+8,5	+11,3	+14,2	+17	+18,9
280	-8,8	-5,9	-2,9	0	+2,9	+5,9	+8,8	+11,8	+14,7	+17,7	+19,6
290	-9,1	-6,1	-3	0	+3	+6,1	+9,1	+12,2	+15,2	+18,3	+20,3
300	-10	-6,3	-3,1	0	+3,1	+6,3	+9,5	+12,6	+15,7	+18,9	+21

Таблица П.2.13

Величины усушки пилопродукции тангентальной распилки (для радиальных поверхностей) из древесины дуба, бука, яльма, ясеня, осины, тополя и ольхи для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %													35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше			
16	-0,2	-0,1	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	
19	-0,2	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	
22	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,6	
25	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	
28	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,7	
32	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,8	+0,8	+0,8	
35	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,1	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	
40	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,2	+0,3	+0,5	+0,6	+0,7	+0,9	+0,9	+1	
45	-0,5	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,2	+0,4	+0,5	+0,7	+0,9	+1,1	+1,1	+1,2	
50	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1	+1,1	+1,1	+1,3	
55	-0,7	-0,4	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,4	+0,7	+0,9	+1	+1,3	+1,3	+1,4	
60	-0,7	-0,4	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,4	+0,7	+0,9	+1,2	+1,4	+1,4	+1,6	
65	-0,8	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,5	+0,8	+1	+1,3	+1,5	+1,5	+1,7	
70	-0,8	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,6	+0,9	+1,1	+1,3	+1,6	+1,6	+1,8	
75	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,5	+1,8	+1,8	+2	
80	-1	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,3	+0,6	+1	+1,3	+1,6	+1,9	+1,9	+2,1	
90	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,4	+0,7	+1,1	+1,4	+1,8	+2,1	+2,1	+2,3	
100	-1,2	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+2	+2,4	+2,4	+2,6	
110	-1,3	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,4	+0,9	+1,3	+1,7	+2,1	+2,6	+2,6	+2,9	
120	-1,4	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,4	+1,8	+2,3	+2,8	+3,1	+3,1	+3,4	
130	-1,6	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2	+2,5	+3	+3,4	+3,4	+3,6	
140	-1,7	-1,1	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,7	+2,2	+2,7	+3,3	+3,3	+3,3	+3,6	

Номинальный размер толщины и ширины пилородушки, мм	Влажность пилородушки, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
150	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,3	+2,9	+3,5	+3,9
160	-1,9	-1,3	-0,6	0	+0,6	+1,3	+1,9	+2,6	+3,1	+3,8	+4,2
170	-2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2	+2,6	+3,3	+4	+4,4
180	-2,2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,2	+2,8	+3,5	+4,2	+4,7
190	-2,3	-1,5	-0,8	0	+0,8	+1,5	+2,3	+2,9	+3,7	+4,5	+4,9
200	-2,4	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3	+3,9	+4,7	+5,2
210	-2,5	-1,7	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,5	+3,4	+4,1	+4,9	+5,5
220	-2,6	-1,8	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,6	+3,4	+4,3	+5,2	+5,7
230	-2,8	-1,8	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,8	+3,6	+4,5	+5,4	+6
240	-2,9	-1,9	-1	0	+1	+1,9	+2,9	+3,7	+4,6	+5,6	+6,2
250	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+3,9	+4,9	+5,9	+6,5
260	-3,1	-2,1	-1	0	+1	+2,1	+3,1	+4,1	+5,1	+6,1	+6,8
270	-3,2	-2,1	-1,1	0	+1,1	+2,1	+3,2	+4,2	+5,3	+6,3	+7
280	-3,4	-2,2	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,4	+4,3	+5,5	+6,6	+7,3
290	-3,5	-2,3	-1,2	0	+1,2	+2,3	+3,5	+4,5	+5,7	+6,8	+7,5
300	-3,6	-2,4	-1,2	0	+1,2	+2,4	+3,6	+4,7	+5,8	+7	+7,8

Величины усушки пилопродукции радиальной распиловки (для радиальных поверхностей) из древесных березы, граба и липы для номинальных размеров при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
16	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7
19	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,8	+0,8
22	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,6	+0,7	+0,9	+1
25	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8	+1	+1,1
28	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,7	+0,9	+1,1	+1,2
32	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1,1	+1,3	+1,4
35	-0,7	-0,5	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+0,9	+1,2	+1,4	+1,5
40	-0,8	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1,1	+1,3	+1,6	+1,8
45	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,3	+1,5	+1,8	+2
50	-1	-0,7	-0,3	0	+0,3	+0,7	+1	+1,5	+1,7	+2	+2,2
55	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,8	+2,2	+2,4
60	-1,2	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+2	+2,4	+2,6
65	-1,3	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,3	+1,7	+2,2	+2,6	+2,9
70	-1,4	-0,9	-0,5	0	+0,5	+0,9	+1,4	+1,9	+2,3	+2,8	+3,1
75	-1,5	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2	+2,5	+3	+3,3
80	-1,6	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,6	+2,1	+2,6	+3,2	+3,5
90	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,4	+3	+3,6	+4
100	-2	-1,3	-0,7	0	+0,7	+1,3	+2	+2,6	+3,3	+4	+4,4
110	-2,2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,2	+2,9	+3,6	+4,3	+4,8
120	-2,4	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4	+4,7	+5,3
130	-2,6	-1,7	-0,8	0	+0,8	+1,7	+2,6	+3,4	+4,3	+5,1	+5,7
140	-2,8	-1,8	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,8	+3,7	+4,7	+5,5	+6,2
150	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+5,9	+6,6
160	-3,2	-2,1	-1	0	+1	+2,1	+3,2	+4,2	+5,3	+6,3	+7

Номинальный размер толщины и ширины пиллопродукции, мм	Влажность пиллопродукции, %											35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше	
170	-3,4	-2,3	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,4	+4,5	+5,6	+6,7	+7,5	
180	-3,6	-2,3	-1,2	0	+1,2	+2,3	+3,6	+4,8	+5,9	+7,1	+7,9	
190	-3,8	-2,5	-1,2	0	+1,2	+2,5	+3,8	+5	+6,3	+7,6	+8,4	
200	-4	-2,6	-1,3	0	+1,3	+2,6	+4	+5,3	+6,6	+7,9	+8,8	
210	-4,2	-2,7	-1,4	0	+1,4	+2,7	+4,2	+5,6	+6,9	+8,3	+9,2	
220	-4,4	-2,9	-1,4	0	+1,4	+2,9	+4,4	+5,8	+7,3	+8,7	+9,7	
230	-4,6	-3	-1,5	0	+1,5	+3	+4,6	+6,1	+7,6	+9,1	+10,1	
240	-4,8	-3,1	-1,6	0	+1,6	+3,1	+4,8	+6,4	+8	+9,5	+10,6	
250	-5	-3,2	-1,7	0	+1,7	+3,2	+5	+6,6	+8,3	+9,9	+11	
260	-5,2	-3,4	-1,7	0	+1,7	+3,4	+5,2	+6,9	+8,6	+10,3	+11,4	
270	-5,4	-3,5	-1,8	0	+1,8	+3,5	+5,4	+7,2	+8,9	+10,7	+11,9	
280	-5,6	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,6	+5,6	+7,4	+9,2	+11,1	+12,3	
290	-5,8	-3,8	-1,9	0	+1,9	+3,8	+5,8	+7,7	+9,6	+11,5	+12,8	
300	-6	-3,9	-2	0	+2	+3,9	+6	+8	+9,9	+11,9	+13,2	

**Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей)
из древесины дуба, березы, клена, ясеня, осины и тополя для номинальных размеров
при влажности 15 % и любой влажности в момент проверки, мм**

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %													35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше			
16	-0,6	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,6	
19	-0,7	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,8	
22	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,2	+0,4	+0,5	+0,7	+0,8	+0,9	+0,9	
25	-0,9	-0,7	-0,5	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,7	+0,9	+1	+1	
28	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,8	+1	+1,2	+1,4	+1,4	
35	-1,3	-1,1	-0,8	-0,6	-0,3	0	+0,2	+0,6	+0,9	+1,2	+1,4	+1,5	+1,5	
40	-1,5	-1,2	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,3	+1,5	+1,6	+1,6	
45	-1,8	-1,4	-1,1	-0,8	-0,4	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,3	+1,5	+1,6	+1,6	
50	-1,8	-1,4	-1,1	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+1,8	+1,9	+1,9	
55	-2,1	-1,4	-1,3	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+1,8	+2,1	+2,1	
60	-2,3	-1,8	-1,4	-0,9	-0,4	0	+0,5	+0,9	+1,3	+1,8	+2,1	+2,3	+2,3	
65	-2,4	-1,9	-1,4	-1	-0,4	0	+0,6	+1	+1,5	+2	+2,3	+2,5	+2,5	
70	-2,6	-2	-1,5	-1	-0,4	0	+0,7	+1,1	+1,6	+2,1	+2,5	+2,6	+2,6	
75	-2,8	-2,3	-1,7	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,7	+2,2	+2,6	+2,8	+2,8	
80	-3	-2,4	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,4	+2,8	+3,1	+3,1	
90	-3,4	-2,7	-2,1	-1,4	-0,7	0	+0,6	+1,3	+2	+2,6	+3,1	+3,5	+3,5	
100	-3,8	-2,9	-2,4	-1,5	-0,8	0	+0,7	+1,5	+2,2	+3	+3,5	+3,8	+3,8	
110	-4,2	-3,2	-2,5	-1,7	-0,9	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4	+4,5	+4,5	
120	-4,7	-3,7	-2,9	-2	-0,9	0	+0,8	+1,6	+2,5	+3,4	+4,5	+4,9	+4,9	
130	-4,9	-3,9	-3	-2	-1	0	+1	+1,9	+2,9	+3,8	+4,9	+5,3	+5,3	
140	-5,3	-4,1	-3,1	-2,1	-1,1	0	+1,1	+2	+3	+4,2	+5,3	+5,7	+5,7	

Номинальный размер толщины и ширины пилотпродукции, мм	Влажность пилотпродукции, %												
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше		
150	-5,6	-4,4	-3,4	-2,2	-1,1	0	+1,2	+2,3	+3,4	+4,5	+5,3		
160	-6	-4,7	-3,8	-2,4	-1,2	0	+111,2	+2,4	+3,6	+4,8	+5,6		
170	-6,4	-5,1	-3,9	-2,6	-1,3	0	+1,3	+2,5	+3,8	+5	+5,9		
180	-6,8	-5,4	-4	-2,7	-1,3	0	+1,4	+2,7	+4	+5,4	+6,3		
190	-7,1	-5,6	-4,2	-2,8	-1,4	0	+1,5	+2,9	+4,3	+5,7	+6,7		
200	-7,5	-6	-4,5	-3	-1,5	0	+1,5	+3	+4,5	+6	+7		
210	-7,9	-6,3	-4,8	-3,2	-1,6	0	+1,5	+3,1	+4,7	+6,3	+7,3		
220	-8,3	-6,6	-5,1	-3,4	-1,8	0	+1,6	+3,2	+4,8	+6,5	+7,6		
230	-8,7	-6,7	-5,2	-3,5	-1,8	0	+1,7	+3,4	+5,1	+6,8	+8		
240	-9	-7,1	-5,4	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,6	+5,4	+7,2	+8,4		
250	-9,4	-7,5	-5,7	-3,8	-1,9	0	+1,8	+3,7	+5,6	+7,5	+8,7		
260	-9,7	-7,7	-5,9	-3,9	-1,9	0	+1,9	+3,9	+5,8	+7,8	+9,1		
270	-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4,1	+6,1	+8,2	+9,5		
280	-10,5	-8,3	-6,3	-4,2	-2,1	0	+2,1	+4,2	+6,3	+8,4	+9,8		
290	-11,2	-8,9	-6,8	-4,4	-2,2	0	+2,2	+4,3	+6,5	+8,7	+10,1		
300	-11,2	-8,9	-6,8	-4,5	-2,3	0	+2,2	+4,5	+6,7	+9	+10,5		

Величины усушки пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей) из древесины бука, граба и, ильма и липы для номинальных размеров при влажности 20 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %										
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше
16	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,1	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8
19	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9
22	-1,1	-0,9	-0,7	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+0,9	+1,1
25	-1,3	-1,1	-0,8	-0,6	-0,3	0	+0,2	+0,5	+0,8	+1	+1,2
28	-1,4	-1,2	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,4
32	-1,7	-1,3	-1	-0,6	-0,3	0	+0,4	+0,7	+1	+1,4	+1,6
35	-1,9	-1,5	-1,1	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,7
40	-2,1	-1,6	-1,2	-0,8	-0,4	0	+0,5	+0,9	+1,3	+1,7	+2
45	-2,4	-1,9	-1,4	-0,9	-0,5	0	+0,5	+0,9	+1,4	+1,9	+2,2
50	-2,6	-2,1	-1,5	-1	-0,5	0	+0,6	+1,1	+1,6	+2,1	+2,5
55	-2,9	-2,3	-1,7	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,3	+2,7
60	-3,2	-2,6	-1,9	-1,3	-0,7	0	+0,6	+1,2	+1,8	+2,5	+2,9
65	-3,4	-2,7	-2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,1	+2,7	+3,2
70	-3,7	-3	-2,2	-1,5	-0,8	0	+0,7	+1,4	+2,2	+2,9	+3,4
75	-3,9	-3,1	-2,3	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+3,7
80	-4,2	-3,4	-2,5	-1,7	-0,9	0	+0,8	+1,7	+2,5	+3,3	+3,9
90	-4,7	-3,7	-2,9	-1,9	-1	0	+0,9	+1,9	+2,8	+3,7	+4,4
100	-5,2	-4,2	-3,2	-2,1	-1	0	+1	+2,2	+3,2	+4,2	+4,9
110	-5,8	-4,6	-3,5	-2,3	-1,1	0	+1,2	+2,3	+3,5	+4,6	+5,4
120	-6,4	-5,1	-3,9	-2,6	-1,3	0	+1,2	+2,4	+3,7	+5	+5,8
130	-6,8	-5,4	-4,1	-2,7	-1,3	0	+1,4	+2,8	+4,1	+5,5	+6,4
140	-7,3	-5,5	-4,4	-2,9	-1,4	0	+1,5	+3	+4,5	+5,9	+6,9
150	-7,8	-6,3	-4,7	-3,1	-1,5	0	+1,6	+3,2	+4,8	+6,4	+7,4

Номинальный размер толщины и ширины пилпродукции, мм	Влажность пилпродукции, %											35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше	
160	-8,5	-6,8	-5,1	-3,4	-1,7	0	+1,6	+3,3	+5	+6,7	+7,8	
170	-9	-7,2	-5,4	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,5	+5,3	+7,2	+8,3	
180	-9,5	-7,6	-5,7	-3,8	-1,9	0	+1,9	+3,8	+5,7	+7,6	+8,8	
190	-10	-7,9	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+9,3	
200	-10,9	-8,4	-6,3	-4,2	-2,1	0	+2,1	+4,2	+6,3	+8,5	+9,8	
210	-11,2	-8,9	-6,7	-4,6	-2,3	0	+2,1	+4,3	+6,5	+8,7	+10,2	
220	-11,5	-9,2	-6,9	-4,6	-2,3	0	+2,3	+4,6	+6,9	+9,2	+10,8	
230	-12,1	-9,6	-7,3	-4,8	-2,4	0	+2,4	+4,9	+7,3	+9,7	+11,3	
240	-12,6	-10	-7,5	-5	-2,5	0	+2,5	+5,1	+7,6	+10,1	+11,8	
250	-13,1	-10,4	-7,8	-5,2	-2,6	0	+2,7	+5,3	+7,9	+10,5	+12,3	
260	-13,7	-10,5	-8,2	-5,5	-2,8	0	+2,7	+5,4	+8,1	+10,9	+12,7	
270	-14,4	-11,4	-8,6	-5,7	-2,9	0	+2,8	+5,6	+8,5	+11,3	+13,2	
280	-15,3	-12,3	-8,9	-6	-3	0	+2,8	+5,8	+8,7	+11,6	+13,6	
290	-15,7	-12,2	-9,2	-6,1	-3,1	0	+3	+6,1	+9,1	+12,2	+14,2	
300	-16,3	-13,3	-9,4	-6,3	-3,1	0	+3,2	+6,3	+9,4	+12,6	+14,7	

Величины усушки пилопродукции радиальной распиловки (для радиальных поверхностей)
из древесины дуба, бука, ильма, клена, ясеня, сосны, тополя и ольхи для номинальных размеров
при влажности 20 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %										35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
16	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3
19	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4
22	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4
25	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
28	-0,6	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5
32	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6
35	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,5	+0,6	+0,7
40	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,1	+0,3	+0,5	+0,6	+0,7
45	-0,9	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,1	+0,3	+0,5	+0,6	+0,7
50	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9
55	-1,1	-0,9	-0,7	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+1
60	-1,2	-0,9	-0,7	-0,5	-0,2	0	+0,2	+0,5	+0,7	+0,9	+1,1
65	-1,3	-1	-0,8	-0,5	-0,2	0	+0,3	+0,5	+0,8	+1	+1,2
70	-1,3	-1,1	-0,8	-0,5	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,8	+1,1	+1,3
75	-1,4	-1,1	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,4
80	-1,5	-1,1	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,7	+1	+1,3	+1,5
90	-1,8	-1,5	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,3	+0,7	+1	+1,4	+1,6
100	-2	-1,6	-1,2	-0,8	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,5	+1,8
110	-2,2	-1,7	-1,3	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,3	+1,7	+2
120	-2,3	-1,9	-1,4	-0,9	-0,5	0	+0,5	+0,9	+1,3	+1,9	+2,2
130	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2,1	+2,4
140	-2,7	-2,1	-1,6	-1	-0,5	0	+0,6	+1,1	+1,5	+2,2	+2,6
150	-3	-2,4	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,7	+2,3	+2,7

Номинальный размер толщины и ширины пилородушки, мм	Влажность пилородушки, %											35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше	
160	-3,1	-2,5	-1,9	-1,3	-0,6	0	+0,6	+1,2	+1,9	+2,5	+2,9	
170	-3,3	-2,7	-2	-1,3	-0,7	0	+0,7	+1,3	+2	+2,7	+3,1	
180	-3,5	-2,8	-2,1	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,4	+2,1	+2,8	+3,3	
190	-3,7	-2,9	-2,2	-1,5	-0,7	0	+0,8	+1,5	+2,3	+3	+3,5	
200	-3,9	-3,2	-2,4	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,5	+2,3	+3,1	+3,6	
210	-4,1	-3,3	-2,6	-1,7	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+3,8	
220	-4,3	-3,4	-2,6	-1,7	-0,9	0	+0,8	+1,7	+2,6	+3,4	+4	
230	-4,5	-3,6	-2,7	-1,8	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,7	+3,6	+4,2	
240	-4,7	-3,7	-2,8	-1,8	-0,9	0	+1	+1,9	+2,8	+3,8	+4,4	
250	-4,8	-3,9	-2,9	-1,9	-0,9	0	+1	+2	+3	+3,9	+4,6	
260	-5,1	-4,1	-3,1	-2,1	-1	0	+1	+2	+3	+4	+4,7	
270	-5,3	-4,2	-3,2	-2,1	-1,1	0	+1	+2,1	+3,2	+4,2	+4,9	
280	-5,5	-4,4	-3,3	-2,2	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,3	+4,4	+5,1	
290	-5,6	-4,5	-3,4	-2,2	-1,1	0	+1,1	+2,3	+3,4	+4,5	+5,3	
300	-5,8	-4,6	-3,5	-2,3	-1,1	0	+1,2	+2,4	+3,5	+4,7	+5,5	

Величины усушки пилопродукции радиальной распиловки (для радиальных поверхностей)
из древесины березы, граба и липы для номинальных размеров
при влажности 20 % и любой влажности в момент проверки, мм

Номинальный размер толщины и ширины пилопродукции, мм	Влажность пилопродукции, %											35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше	
16	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	
19	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	
22	-0,7	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,2	+0,3	+0,5	+0,7	+0,8	
25	-0,8	-0,6	-0,5	-0,3	-0,1	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9	
28	-0,9	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,9	+1	
32	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	+0,2	+0,4	+0,6	+0,9	+1,1	
35	-1,2	-0,9	-0,7	-0,4	-0,2	0	+0,3	+0,5	+0,7	+0,9	+1,1	
40	-1,4	-1,1	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,2	+0,5	+0,8	+1	+1,2	
45	-1,5	-1,2	-0,9	-0,6	-0,3	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,2	+1,4	
50	-1,7	-1,4	-1	-0,7	-0,4	0	+0,3	+0,6	+0,9	+1,3	+1,5	
55	-1,8	-1,5	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,7	+1,1	+1,5	+1,7	
60	-1,9	-1,5	-1,1	-0,7	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,2	+1,6	+1,9	
65	-2,2	-1,7	-1,3	-0,9	-0,4	0	+0,4	+0,8	+1,3	+1,7	+2	
70	-2,3	-1,8	-1,4	-0,9	-0,4	0	+0,5	+1	+1,4	+1,9	+2,2	
75	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	+0,5	+1	+1,5	+2	+2,3	
80	-2,6	-2,1	-1,6	-1	-0,5	0	+0,6	+1,1	+1,6	+2,1	+2,5	
90	-2,9	-2,4	-1,8	-1,2	-0,6	0	+0,6	+1,1	+1,8	+2,4	+2,8	
100	-3,3	-2,6	-2	-1,3	-0,6	0	+0,6	+1,3	+2	+2,7	+3,1	
110	-3,6	-2,9	-2,2	-1,4	-0,7	0	+0,7	+1,5	+2,2	+2,9	+3,4	
120	-4	-3,2	-2,4	-1,6	-0,8	0	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+3,7	
130	-4,2	-3,3	-2,5	-1,6	-0,8	0	+0,9	+1,8	+2,7	+3,5	+4,1	
140	-4,6	-3,7	-2,8	-1,9	-0,9	0	+0,9	+1,8	+2,8	+3,7	+4,3	
150	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+3,9	+4,6	

Номинальный размер толщины и ширины пиллопродукции, мм	Влажность пиллопродукции, %											35 и выше
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35 и выше	
160	-5,3	-4,3	-3,2	-2,1	-1,1	0	+1	+2,1	+3,2	+4,2	+4,9	
170	-5,7	-4,5	-3,4	-2,3	-1,1	0	+1,1	+2,2	+3,3	+4,4	+5,2	
180	-5,9	-4,7	-3,5	-2,3	-1,2	0	+1,2	+2,4	+3,6	+4,8	+5,6	
190	-6,2	-5	-3,8	-2,5	-1,2	0	+1,3	+2,5	+3,8	+5,1	+5,9	
200	-6,6	-5,2	-3,9	-2,6	-1,3	0	+1,4	+2,7	+4	+5,1	+6,2	
210	-6,9	-5,5	-4,1	-2,7	-1,4	0	+1,4	+2,8	+4,2	+5,6	+6,5	
220	-7,2	-5,8	-4,3	-2,9	-1,4	0	+1,5	+2,9	+4,4	+5,8	+6,8	
230	-7,6	-6,1	-4,5	-3	-1,5	0	+1,5	+3	+4,5	+6,1	+7,1	
240	-7,9	-6,3	-4,8	-3,2	-1,6	0	+1,6	+3,2	+4,8	+6,3	+7,4	
250	-8,1	-6,6	-5	-3,3	-1,7	0	+1,6	+3,3	+5	+6,6	+7,7	
260	-8,6	-6,9	-5,2	-3,4	-1,7	0	+1,7	+3,4	+5,2	+6,9	+8	
270	-8,9	-7,2	-5,5	-3,6	-1,8	0	+1,8	+3,5	+5,3	+7,1	+8,3	
280	-9,3	-7,4	-5,6	-3,7	-1,9	0	+1,8	+3,7	+5,5	+7,4	+8,6	
290	-9,6	-7,7	-5,8	-3,9	-2	0	+1,9	+3,8	+5,7	+7,6	+8,9	
300	-9,9	-8	-6	-4	-2	0	+1,9	+3,9	+5,9	+7,9	+9,2	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алютин А.Ф., Соболев Г.В. Шлифовальные круги для заточки дереворежущего инструмента. М., 1977. 47 с.
2. Амалицкий В.В., Любченко В.И. Справочник молодого станочника по деревообработке. М., 1978.
3. Амалицкий В.В., Любченко В.И. Станки и инструменты деревообрабатывающих предприятий. М., 1977.
4. Гороховский К.Ф., Лившиц Н.В. Машины и оборудование лесосечных и лесоскладских работ: Учебное пособие для вузов. - М.: Экология, 1991. 528 с.
5. ГОСТ 10670-77. Пилы ленточные для распиловки бревен и брусьев.
6. ГОСТ 18479-73. Пилы круглые строгальные для распиловки древесины.
7. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
8. ГОСТ 5524-75. Пилы для вертикальных лесопильных рам.
9. ГОСТ 6532-77. Пилы ленточные для распиловки древесины.
10. ГОСТ 6782.1-75. Пилопродукция из древесины хвойных пород. Величина усушки.
11. ГОСТ 6782.2-75. Пилопродукция из древесины лиственных пород. Величина усушки.
12. ГОСТ 9769-79. Пилы дисковые с твердосплавными пластинками для обработки древесных материалов.
13. ГОСТ 980-80. Пилы круглые плоские для распиловки древесины.
14. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты. М.: Лесная промышленность, 1971. 344 с.
15. Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч. / В.Д.Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1982. Ч.1. 543 с.
16. Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1982. Ч.2. 446 с.
17. В.С.Гумен, А.П.Полищук. Заточка пильных цепей. М.: Лесная промышленность, 1970. 40 с.
18. Конструкции, настройка и эксплуатация оборудования для подготовки и заточки дереворежущего инструмента. /Под ред. Д.С.Рожкова. Рожков Д.С., Харитонович Э.Ф., Алютин А.Ф., Соболев Г.В., Криммер М.И. М.: Лесная промышленность, 1978. 248 с.

19. Кудасов Г.Ф. Абразивные материалы и инструменты. М., 1967. 159 с.
20. Лапин П.И. Подготовка и эксплуатация режущего инструмента лесопильных предприятий. М., 1978.
21. Манжос Ф.М. Дереворежущие станки. М.: Лесная промышленность, 1974. 453 с.
22. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник / Е.И. Миронов, Д.Б. Рохленко, Л.Н. Беловзоров, Л.С. Матвеевко, Ю.М. Кулагин. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 440 с.
23. Машины и технология лесосечных и лесоскладских работ: Материалы к технологическим расчетам / Бессуднов Б.Ф., Бит Ю.А. Л.: ЛТА, 1981. 61 с.
24. Морозов В.Г. Дереворежущий инструмент: Справочник. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 344 с.
25. Нормы выработки (времени) и расценки на подготовительные, вспомогательные и хозяйственные работы на лесозаготовках / Сост.: Рюмин В.Н., Кожина Л.М., Копаева Е.П., Серикова Л.А. / ЦНИИМЭ. М.: Лесн. пром-сть, 1986. 224 с.
26. Пиломатериалы, заготовки, деревянные детали. Ч.1. Общие нормы. Пиломатериалы. М., Издательство стандартов. 1994. 296 с.
27. Рожков Д.С., Рыбалко В.С. Наладка и заточка режущего инструмента в деревообработке. М., 1951. 184 с.
28. Рушнов Н.П., Лицман Э.П., Пряхин Е.А. Рубительные машины. - М.: Лесн. пром-сть, 1985. 208 с.
29. Соловьев А.А., Коротков В.И. Наладка дереворежущего оборудования. М., 1977.
30. Справочник мастера деревообработки. / Под ред. Ю.Р. Бокщанина. М., Лесная промышленность, 1967. 240 с.
31. Технологические режимы РИ 03-00 "Подготовка узких ленточных пил". - Архангельск: ЦНИИМОД, 1980. 48 с.
32. Технологические режимы РИ 04-00 "Подготовка делительных ленточных пил". - Архангельск: ЦНИИМОД, 1980. 67 с.
33. Технологические режимы РИ 07-00 "Подготовка круглых односторонних конических пил". Архангельск: ЦНИИМОД, 1979. 32 с.
34. Технологические режимы РИ 08-00 "Подготовка пил круглых строгальных". М.: ВПКТИМ, 1982. 22 с.
35. Технологические режимы РИ 09-00 "Подготовка дисковых пил с пластинками из твердого сплава". М.: ВПКТИМ, 1982. 22 с.
36. Технологические режимы РИ 11-00 "Подготовка ножей для фрезерования древесины". М.: ВПКТИМ, 1980. 32 с.

37. Технологические режимы РИ 16-00 "Наплавка зубьев рамных, ленточных и круглых пил износостойкими сплавами. Подготовка и эксплуатация". Красноярск: СибНИИЛП, 1977. 27 с.
38. Фонкин В.Ф. Справочник мастера-инструментальщика дерево-режущего предприятия. М.: Лесная промышленность, 1977. 176 с.
39. Харитонович Э.Ф., Каринский О.С., Рожков Э.А., Еськин Н.Ф., Филиппов Ю.А. Оборудование для подготовки и заточки дерево-режущего инструмента за рубежом. (Обзор). М., 1978, 24 с. с ил. (ВНИПИЭИлеспром).
40. Швырев Ф.А., Зотов Г.А. Подготовка и эксплуатация дерево-режущего инструмента: Учебник для профтехучилищ. М.: Лесная промышленность, 1979. 240 с.
41. Ширнин Ю.А. и др. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Справочные материалы: Учебное пособие / Ю.А. Ширнин, С.Б. Якимович, А.Н. Чемоданов, Е.М. Царев. Йошкар - Ола: МарГТУ, 1999. 252 с.
42. Якунин Н.К. Подготовка круглых пил к работе. М.: Лесная промышленность, 1979. 216 с.
43. Якунин Н.Ф. Круглые пилы и их эксплуатация. М.: Лесная промышленность, 1977. 200 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ПОНЯТИЕ О МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ	4
2. КРУГЛЫЕ ПИЛЫ	10
2.1. Пилы круглые плоские	18
2.1.1. Назначение и типы	18
2.1.2. Выбор основных параметров пил	19
2.1.3. Технические требования	24
2.2. Пилы круглые строгальные	28
2.2.1. Назначение и типы	28
2.2.2. Выбор основных параметров пил	29
2.2.3. Технические требования	30
2.3. Пилы дисковые с пластинками из твердого сплава	33
2.3.1. Назначение и типы	33
2.3.2. Выбор основных параметров пил	33
2.3.3. Технические требования	36
2.4. Пилы специальные	40
2.4.1. Пилы конические	40
2.4.2. Пилы малоконические	42
2.4.3. Пилы сферические	43
2.4.4. Пилы комбинированные	44
2.5. Выполнение операций по подготовке полотен круглых пил	46
2.5.1. Оценка плоскостности полотен круглых пил	46
2.5.2. Оценка напряженного состояния	50
2.5.3. Правка полотен пил	53
2.5.4. Проковка полотен круглых пил	60
2.5.5. Вальцовка полотен круглых пил	61
2.6. Подготовка зубьев пил к работе	63
2.6.1. Обрезка и насечка зубьев круглых пил	63
2.6.2. Развод, плущение и формование зубьев круглых пил	64
2.6.3. Заточка зубьев круглых пил	68
2.7. Выполнение операций по ремонту круглых пил	80
2.7.1. Засверливание трещин	80
2.7.2. Пайка пластинок из твердого сплава	80
2.7.3. Установка круглых пил	89
3. РАМНЫЕ ПИЛЫ	95
3.1. Общая классификация лесопильных рам	95
3.2. Назначение и типы рамных пил	97
3.2.1. Выбор основных размеров пил	98

3.2.2. Технические требования для вертикальных и тарных лесопильных рам	106
3.2.3. Методы испытания рамных пил	108
3.3. Выполнение операций по подготовке полотен рамных пил	109
3.3.1. Контроль плоскостности и определение дефектов формы напряженного состояния полотна пилы	109
3.3.2. Правка дефектов формы	110
3.3.3. Контроль напряженного состояния полотна пилы	110
3.3.4. Вальцевание полотна пилы	113
3.4. Подготовка зубьев рамных пил	115
3.4.1. Плосчение и формование зубьев	115
3.4.2. Заточка зубьев	120
3.4.3. Контроль качества подготовки зубьев	122
3.5. Установка рамных пил и контроль правильности установки	126
3.5.1. Формирование постава пил	126
3.5.2. Выполнение операций по установке рамных пил	127
3.5.3. Крепление и натяжение рамных пил	127
3.5.4. Уклон рамных пил	128
3.5.5. Эксцентриситет линии натяжения рамных пил	129
3.5.6. Выверка положения пил в пильной рамке	130
3.5.7. Определение жесткости рамных пил	131
3.5.8. Контроль натяжения пил	133
3.5.9. Снятие рамных пил с лесопильной рамы	134
3.6. Выполнение операций по ремонту рамных пил	134
3.6.1. Обрезка пилы	134
3.6.2. Насечка зубьев	135
3.6.3. Приклепка планок	135
3.6.4. Приспособления для установки рамных пил	137
4. ЛЕНТОЧНЫЕ ПИЛЫ	143
4.1. Назначение и типы	143
4.1.1. Технические требования	145
4.1.2. Методы испытания	147
4.1.3. Выбор основных параметров ленточных пил	148
4.2. Требования к выполнению операций по подготовке делительных ленточных пил	150
4.2.1. Контроль плоскостности полотна пилы	150
4.2.2. Контроль прямолинейности линии вершин зубьев и задней кромки полотна	153
4.2.3. Подготовка концов полотна к соединению при помощи сварки	154
4.2.4. Настройка сварочного агрегата и сварка пил	156
4.2.5. Обработка сварного шва	158
4.2.6. Контроль качества соединения пилы после сварки	158

4.2.7. Подготовка концов полотна пилы к соединению при помощи пайки	162
4.2.8. Подготовка и проведение пайки	164
4.2.9. Обработка паяного шва	165
4.2.10. Контроль качества соединения пилы после пайки	165
4.2.11. Контроль напряженного состояния полотна пилы	166
4.2.12. Правка дефектов формы и напряженного состояния полотна пилы	168
4.2.13. Вальцевание	178
4.2.14. Заключительный контроль напряженного состояния полотна пилы	181
4.3. Требования к выполнению операций по подготовке зубьев	182
4.3.1. Заточка зубьев	182
4.3.2. Плющение и формование зубьев	185
4.4. Требования к выполнению операций по устранению дефектов	191
4.4.1. Засверливание трещин	191
4.4.2. Стачивание полотна пилы	191
4.4.3. Вырезка дефектных зон полотна пилы и подготовка отрезков-вставок	191
4.4.4. Соединение концов пилы	192
4.4.5. Обрезка и насечка зубьев	192
4.5. Установка пил	192
4.6. Контроль технического состояния ленточнопильных станков	197
5. ФРЕЗЫ	201
5.1. Типы и конструкции фрез	201
5.2. Заточка зубьев фрез	208
5.3. Балансировка фрез	212
5.4. Наладка сборных фрез	214
5.5. Методы контроля фрез после заточки	218
5.6. Установка фрез	220
6. НОЖИ И ПРИЖИМНЫЕ ЛИНЕЙКИ	224
6.1. Типы ножей и линеек	224
6.1.1. Строгальные ножи	225
6.1.2. Стружечные ножи	226
6.1.3. Лушильные ножи	227
6.1.4. Ножи фанерно-строгальных станков и ножниц	227
6.1.5. Прижимные линейки лушильных и фанернострогальных станков	227
6.2. Заточка ножей и линеек	228
6.3. Установка ножей и линеек	231

7. СВЕРЛА	234
7.1. Основные понятия	234
7.2. Классификация сверл	235
7.3. Углы резания и их значения	237
7.4. Назначение и типы сверл	240
7.4.1. Центровые сверла	240
7.4.2. Сверла с круговыми и зубчатыми подрезателями	242
7.4.3. Сверла цилиндрические пустотелые с выгалькивателем	244
7.4.4. Ложечные сверла	245
7.4.5. Спиральные сверла	246
7.4.6. Сверла чашечные	250
7.4.7. Комплекты сверл для специализированных сверлильных станков	251
7.4.8. Сверла для кольцевого сверления пробок	252
7.4.9. Винтовые сверла	253
7.5. Технические требования	259
7.6. Методы испытаний	262
7.7. Заточка сверл	263
7.8. Требования к оборудованию	267
7.9. Установка сверл	270
8. ЦЕПОЧКИ ФРЕЗЕРНЫЕ И ДОЛБЯКИ	272
8.1. Общие сведения о долблении	272
8.1.1. Цепное фрезерование	272
8.1.2. Долбление гнездовыми фрезами	273
8.2. Долбежные инструменты	273
8.3. Фрезерные цепочки	274
8.4. Направляющие линейки	277
8.5. Типы и геометрия фрезерных цепей	278
8.6. Технические требования, предъявляемые к фрезерным цепочкам	279
8.7. Уход за фрезерными цепями	280
8.8. Точность и качество обработки фрезерных цепей	282
8.9. Гнездовые долбежные фрезы	283
9. КОРОСНИМАТЕЛИ	290
9.1. Общие сведения	290
9.2. Конструктивные элементы	293
9.3. Подготовка короснимателей к работе	294
9.3.1. Заточка короснимателей	294
9.3.2. Установка короснимателей	296
9.3.3. Ремонт короснимателей	299

10. ПИЛЬНЫЕ ЦЕПИ	302
10.1. Классификация пильных цепей	302
10.2. Конструкции пильных цепей	302
10.3. Подготовка и уход за пильными цепями моторных пил	307
11. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ	311
12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И РЕМОНТА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	321
12.1. Оборудование для подготовки пил к работе	321
12.1.1. Вальцовка полотен и дисков пил	321
12.1.2. Правка полотен и дисков пил	323
12.1.3. Станки для развода зубьев пил	327
12.1.4. Станки для плющения и формования зубьев пил	332
12.1.5. Специализированные заточные станки	336
12.1.6. Универсальные пилоточные станки	346
12.1.7. Станки для боковой заточки зубьев пил	349
12.1.8. Станки для заточки круглых пил, оснащенных пластинками твердого сплава	352
12.2. Станки для заточки плоских ножей с прямолинейной режущей кромкой	364
12.3. Станки для заточки фрез	370
12.4. Станки универсально-заточные	379
12.5. Станки для заточки пильных цепей	385
12.5.1. Заточной станок УЗС-6	385
12.5.2. Заточной станок ЛВ-9	390
12.5.3. Заточной станок ЛВ-116	397
12.6. Станки для правки и заточки короснимателей	400
12.7. Станки для динамической балансировки фрез	404
12.8. Режимы заточки, абразивные материалы	407
12.8.1. Абразивные материалы, их свойства и область применения	407
12.8.2. Характеристики, назначение и типоразмеры шлифовальных кругов	412
12.8.3. Режимы заточки стального и твердосплавного дереворезающего инструмента	420
12.9. Оборудование для повышения износостойкости и ремонта дереворезающего инструмента	427
12.9.1. Оборудование и методы наплавки дереворезающего инструмента литым твердым сплавом стеллит	427
12.9.2. Напайка пластинок твердого сплава	431
12.9.3. Оборудование для спайки ленточных пил по длине	435
12.9.4. Станки для обрезки и насечки зубьев пил	439

13. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА	443
13.1. Нормы выработки (времени) на некоторые виды работ при подготовке дереворежущего инструмента	443
13.2. Определение потребности в дереворежущем инструменте	445
13.3. Расчет потребного оборудования для подготовки инструмента	454
13.4. Расчет потребного количества абразивных и алмазных кругов	459
13.5. Расчет численности рабочих инструментальных участков и цехов	460
ПРИЛОЖЕНИЯ	465
1. Свойства сталей, характеристика соединений	465
1.1. Твердость сталей	465
1.2. Шероховатость поверхности	467
1.3. Допуски и посадки	468
2. Усушка	476
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	506

ЧЕМОДАНОВ Александр Николаевич
ЦАРЕВ Евгений Михайлович
АНИСИМОВ Сергей Евгеньевич

ДЕРЕВОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Редактор *Л.С.Емельянова*
Компьютерный набор *С.Е.Анисимов*
Компьютерная верстка *Е.А.Рыбакова*

Подписано в печать 01.02.2006. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.п.л. 29,9. Уч.-изд.л. 23,5.
Тираж 300 экз. Заказ № 3228. С – 264.

Марийский государственный технический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Редакционно-издательский центр
Марийского государственного технического университета
424006 Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17

