

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»

ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Методические указания
по выполнению практических работ
для студентов специальности
1-02 06 02 «Технология (по направлениям).
Дополнительная специальность»

Минск
БНТУ
2010

УДК 621.9 (075.8)

ББК 34.638

Т 38

С о с т а в и т е л и :

И.А. Иванов, В.М. Комаровская

Р е ц е н з е н т ы :

И.С. Фролов, В.А. Федорцев

Методические указания содержат практические работы по разделам «Физические основы процессов механической обработки материалов», «Основы механической обработки металлов и металлорежущий инструмент», «Основы механической обработки древесины и дереворежущий инструмент» дисциплины «Технология механической обработки конструкционных материалов и режущий инструмент».

Предназначены для студентов 4 курса специальности 1-02 06 02 «Технология (по направлениям). Дополнительная специальность».

Практическая работа №1

ВЫБОР МАТЕРИАЛА РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ И ГЕОМЕТРИИ ТОКАРНОГО РЕЗЦА

Цель работы: практическое освоение методики выбора материала режущей части и геометрии токарного резца.

Студент должен знать: классификацию инструментальных материалов, области их применения и маркировку; конструктивные элементы токарных резцов; технологические условия применения различных резцов; поверхности на заготовке, координатные плоскости, поверхности, углы и элементы лезвия токарного резца; соотношения между углами заточки.

Студент должен уметь: пользоваться справочной и нормативной литературой; выбирать инструментальный материал для конкретных условий обработки резанием; выбирать углы и элементы токарного резца для конкретных условий обработки резанием.

Оборудование и приборы: резцы токарные; макет токарного проходного резца; плакаты токарных резцов.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Инструментальные материалы

Рабочая часть режущего инструмента представляет собой режущий клин, форма которого определяют геометрические параметры режущей части инструмента. Рабочая часть инструмента оснащается материалами, которые называются инструментальными. Инструментальные материалы, используемые в качестве материала рабочей части токарных резцов, подразделяют на инструментальные стали, твердые сплавы, минералокерамику и сверхтвердые материалы.

Инструментальные стали делят на углеродистые, легированные и быстрорежущие. Углеродистые стали производят качественными (марок У7, У8, ..., У13, У8Г) и высококачественными (марок У7А, У8А, ..., У13А, У8ГА). Для этих сталей характерно низкое содержание примесей Mn, Si, S, P. Недостатками являются их чувствительность к перегреву и отсутствие теплостойкости. В настоящее время данные стали используются для изготовления слесарного, измерительного и мелкоразмерного режущего инструмента.

Низколегированные инструментальные стали содержат до 5 % легирующих элементов и повышенное количество углерода. Их применяют для инструмента, работающего при небольших скоростях резания, не вызывающих нагрева свыше 200...260 °С.

Быстрорежущие стали – это высоколегированные стали, предназначенные для изготовления инструментов высокой производительности. Быстрорежущие стали сохраняют свои свойства до 550...600 °С. Инструменты из этих сталей допускают работу на скоростях в 3...5 раз, превышающих скорость работы инструмента из углеродистых сталей (скорости резания 20...60 м/мин). Основой высоких режущих свойств этих сплавов является наличие в них больших количеств карбидообразующих элементов, таких как W, Cr, V, Mo. В настоящее время из быстрорежущих сталей изготавливают режущий инструмент всех видов, рабочие части штампов (например, пуансоны высадочных штампов горячего деформирования), измерительный инструмент.

Твердые сплавы изготавливают из порошков высокотвердых тугоплавких карбидов вольфрама, титана, тантала и металлической связки – кобальта. В зависимости от состава карбидной основы различают три группы твердых сплавов: вольфрамовые (группа ВК), вольфрамотитановые (группа ТК) и вольфрамотитанотанталовые (группа ТТК). Данные сплавы имеют твердость 87...92 HRA и обладают высокими износостойкостью и теплостойкостью (800...1000 °С). Это позволяет вести обработку изделий со скоростями резания до 15 м/с. В настоящее время около 80...90 % всех токарных резцов снабжено неперетачиваемыми твердосплавными пластинами. Сплавы группы ВК в основном идут для обработки заготовок из хрупких металлов, пластмасс, неметаллических материалов. Например, для обработки чугунов используют сплав ВК8, сплавы ВК4, ВК6, ВК8 широко применяются для обработки цветных металлов и их сплавов. Сплавы других групп в основном применяют для обработки пластичных и вязких материалов, сплавов, заготовок по литейной корке.

Основу минералокерамики составляет окись алюминия Al_2O_3 (технический глинозем) с небольшими добавками окиси магния MgO (от 0,5 до 1 %). Твердость минералокерамических сплавов составляет 91...93 HRA, а теплостойкость достигает 1200 °С. Минералокерамика не содержит дорогостоящих и дефицитных материалов, таких как вольфрам, не окисляется в процессе резания. Это допускает обработку инструментом, оснащенным такими пластинами, на

скорости резания свыше 200 м/мин. Недостаток – ее хрупкость. Поэтому инструмент, оснащенный минералокерамическими пластинами, применяют для чистовой обработки различных сталей и сплавов в условиях отсутствия ударных нагрузок.

Улучшенные минералокерамические сплавы, состоящие из соединений окиси алюминия и сложных карбидов вольфрама и молибдена, носят название керметы. Они обладают более высокими эксплуатационными свойствами, чем минералокерамика и могут использоваться при работе в условиях ударного нагружения режущей части инструмента.

Сверхтвердые инструментальные материалы выпускают на основе плотных модификаций кубического нитрида бора (сBN). Данный материал превосходит по теплостойкости (до 1400 °С): алмаз в 1,9 раза; твердый сплав в 1,7 раза; минералокерамику в 1,2 раза. Кубический нитрид бора обладает твердостью близкой к твердости алмаза, имеет высокую теплопроводность и химическую инертность к углероду и железу. В машиностроительном производстве инструментальные материалы на основе плотных модификаций кубического нитрида бора используют для предварительного и окончательного точения сплавов в условиях безударной или ударной нагрузки (при наличии на обрабатываемой поверхности отверстий, пазов, ребер) и для торцевого фрезерования закаленных деталей из чугунов любой твердости с наличием поверхностной литейной корки.

Конструктивные элементы и геометрические характеристики токарного резца

Токарный резец состоит из тела (державки) и рабочей части. *Тело резца* представляет собой стержень прямоугольного, квадратного или любого другого сечения и служит для закрепления его в резцедержателе станка (рис. 1.1).

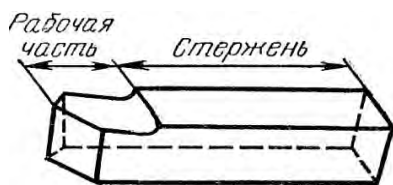


Рис. 1.1. Эскиз токарного резца

Рабочая часть резца участвует непосредственно в снятии стружки. Рабочая часть заточена так, что образует режущее лезвие (клин). Элементами рабочей части резца являются следующие поверхности и кромки (рис. 1.2).

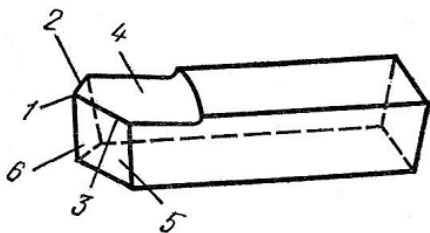


Рис. 1.2. Конструктивные элементы токарного резца:

1 – вершина режущего лезвия; 2 – вспомогательная режущая кромка; 3 – главная режущая кромка; 4 – передняя поверхность; 5 – главная задняя поверхность; 6 – вспомогательная задняя поверхность

Передняя поверхность 4 – поверхность лезвия резца, контактирующая в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой. Эта поверхность является рабочей поверхностью резца.

Задние поверхности (главная 5 и вспомогательная 6) – поверхности лезвия резца, контактирующие в процессе обработки с поверхностями заготовки. Различают *главную заднюю поверхность* – поверхность лезвия резца, обращенную в сторону обрабатываемой поверхности заготовки, и *вспомогательную заднюю поверхность* – поверхность лезвия резца, обращенную к обработанной поверхности заготовки.

Пересечение передней и главной задней поверхностей образует *главную режущую кромку* 3. При пересечении передней и вспомогательной задней поверхностей формируется *вспомогательная режущая кромка* 2. Место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок называется *вершиной резца* 1. Главная режущая кромка выполняет основную работу резания и, как правило, длиннее вспомогательной. Вспомогательных режущих кромок может быть две. Режущие кромки никогда не бывают абсолютно острыми. Образующие их поверхности сопрягаются по радиусу скругления. Вершина резца (или место сопряжения кромок) может быть острозаточенной, закругленной или иметь переходную кромку, выполненную под углом $\varphi_0 = \varphi/2$, где φ – главный угол в плане.

Расположение режущих кромок в пространстве определяют особенности режущего лезвия и задается относительно *координатных плоскостей*.

Для определения углов заточки режущего лезвия инструмента эти плоскости задаются в статической системе координат, которая имеет начало в рассматриваемой точке режущей кромки и ориентирована относительно направления скорости главного движения резания. Углы, определенные в этой системе координат, характеризуют режущее лезвие (клин) как геометрическое тело.

Различают следующие координатные плоскости (рис. 1.3). *Основная плоскость* – это плоскость, проведенная через рассматриваемую точку главной режущей кромки перпендикулярно направлению вектора скорости главного движения резания. *Плоскость резания* – плоскость, проведенная через рассматриваемую точку главной режущей кромки перпендикулярно основной плоскости. В этой плоскости лежит вектор скорости главного движения резания. *Рабочая плоскость* – плоскость, проведенная через рассматриваемую точку главной режущей кромки, в которой лежат вектора скоростей подачи и главного движения резания.

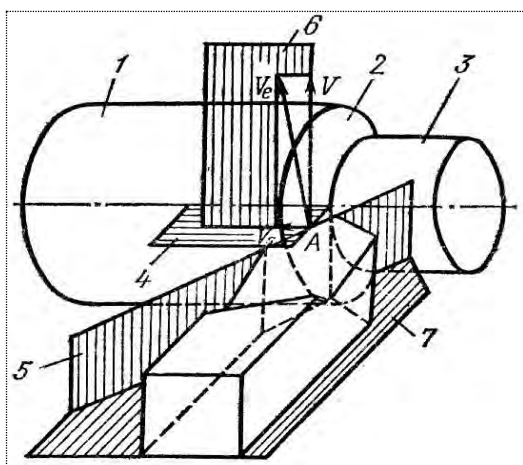


Рис. 1.3. Поверхности и плоскости при обработке резанием:

1 – обрабатываемая поверхность; 2 – поверхность резания; 3 – обработанная поверхность; 4 – основная плоскость; 5 – плоскость резания; 6 – рабочая плоскость; 7 – плоскость основания реза

Углы, характеризующие режущее лезвие, делят на главные, вспомогательные и углы в плане (рис. 1.4).

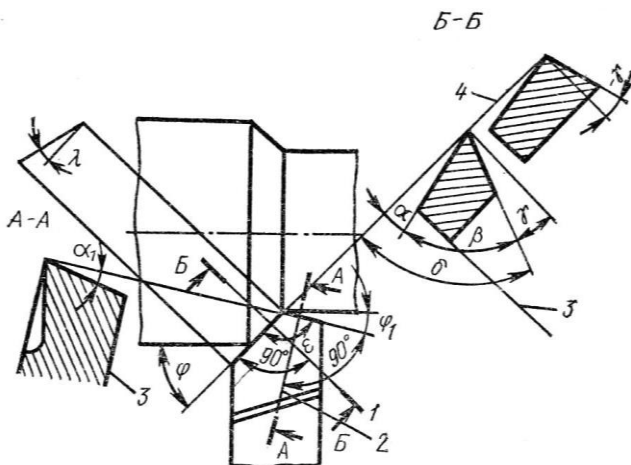


Рис. 1.4. Углы токарного резца:
 1 – след главной секущей плоскости;
 2 – след вспомогательной секущей плоскости;
 3 – плоскость основания резца; 4 – плоскость резания

Главные углы рассматриваются и измеряются в главной секущей плоскости, т.е. в плоскости, перпендикулярной линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Различают следующие углы. *Главный передний угол* γ – это угол между передней поверхностью лезвия резца и основной плоскостью. *Главный задний угол* α – угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания. *Угол заострения* β – угол между передней и главной задней поверхностями режущего лезвия резца. *Угол резания* – угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Главный передний угол имеет положительное значение, если угол резания меньше 90° , отрицательное – если δ больше 90° , и нулевое – если $\delta = 90^\circ$. Между главными углами существуют соотношения: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ и $\alpha + \beta = \delta$.

Вспомогательные углы рассматриваются и измеряются во *вспомогательной секущей плоскости*, т.е. в плоскости, перпендикулярной к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость. В данной плоскости определяют те же углы, что и в главной секущей плоскости: γ_1 , α_1 , β_1 , δ_1 . Например, *вспомогательный*

задний угол (α_1) – это угол между вспомогательной задней поверхностью режущего лезвия резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Углы в плане измеряются в основной плоскости в проекции режущего лезвия резца на эту плоскость. *Главный угол в плане* φ – угол между проекцией на основную плоскость главного режущего лезвия и направлением подачи S (или рабочей плоскостью). *Вспомогательный угол в плане* φ_1 – угол между проекцией на основную плоскость вспомогательной режущей кромки и направлением, обратным направлению подачи S (или рабочей плоскостью). *Угол в плане при вершине* ε – угол между проекциями на основную плоскость главной и режущей кромок. Сумма этих углов $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выбрать материал режущей пластины и геометрические элементы лезвия токарного резца в соответствии с номером варианта задания.

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки	Поперечное сечение державки	Технологическая система
1	Ковкий чугун, 150 НВ	Обтачивание черновое напроход без ударных нагрузок	25×25	Жесткая
2	Сталь 20Х, $\sigma_b = 580$ МПа	Растачивание черновое в упор	16×25	Недостаточно жесткая
3	Сталь 45, $\sigma_b = 700$ МПа	Подрезание торца черновое с ударными нагрузками	20×30	Жесткая
4	Серый чугун, 200 НВ	Обтачивание чистовое в упор	25×25	Нежесткая
5	Серый чугун, 170 НВ	Прорезание паза черновое без ударных нагрузок	16×25	Недостаточно жесткая
6	Латунь ЛК80–3, 110 НВ	Растачивание чистовое напроход	25×25	Недостаточно жесткая

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки	Поперечное сечение державки	Технологическая система
7	Сталь коррозионно-стойкая 12Х18Н10Т, 180 НВ	Обтачивание чистовое напроход	30×30	Жесткая
8	Бронза Бр АЖ9–4, 120 НВ	Растачивание черновое напроход без ударных нагрузок	16×25	Жесткая
9	Сталь 40ХНМА, $\sigma_b = 800$ МПа	Подрезание торца чистовое	12×20	Жесткая
10	Сталь 45Л, $\sigma_b = 600$ МПа	Обтачивание черновое напроход по корке с ударными нагрузками	25×25	Недостаточно жесткая

Пример выполнения задания

Выбрать материал режущей пластины и геометрические элементы лезвия токарного проходного прямого резца, предназначенного для черновой обработки напроход без ударных нагрузок заготовки из стали 45 с $\sigma_b = 700$ МПа. Размеры поперечного сечения корпуса резца 16×25 мм. Технологическая система «станок-инструмент-заготовка жесткая».

Решение. Для обработки заготовок из стали рекомендуется твердый сплав титановой группы (ТК). Важнейшим требованием к материалу режущей части резца для черновой обработки, т.е. для работы с большими нагрузками на инструмент, является обеспечение прочности. Для черновой обработки по корке при относительно равномерном припуске и непрерывном резании в справочнике [1, с. 149, табл. 6].

По справочнику [1, с. 187, табл. 29] выбираем радиусную форму передней поверхности резца с фаской ||| б. Фаску с отрицательным передним углом делают для упрочнения наименее прочного и наиболее нагруженного участка режущей кромки резцов с пластиной из твердого сплава, предназначенных для обработки заготовок из конструкционных сталей средней прочности. Радиусная лунка обеспечи-

вает завивание сходящей стружки. Последовательность решения по [2].

Главный передний угол $\gamma = 15^\circ$ [1, с. 188, табл. 30]. Главный передний угол на упрочняющей фаске $\gamma_\phi = -3 \dots (-5)^\circ$ [1, с. 188, табл. 30]; принимаем $\gamma_\phi = -5^\circ$. Главный задний угол на пластине из твердого сплава $\alpha = 12^\circ$ [1, с. 190, табл. 31]; на державке $\alpha + 3^\circ = 12^\circ + 3^\circ = 15^\circ$. Угол наклона кромки $\lambda = 0$, так как осуществляется точение без ударных нагрузок [1, в табл. 30 значение угла не приведено].

Главный угол в плане $\phi = 30 \dots 60^\circ$ [1, с. 190, табл. 31], так как по условию задачи точение производится напроход при жесткой системе «станок-инструмент-заготовка»; принимаем $\phi = 45^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\phi_1 = 15^\circ$ [1, с. 190, табл. 31], так как обработка осуществляется проходным резцом с пластиной из твердого сплава без врезания.

Радиус вершины лезвия $r = 1$ мм, так как резец проходной с пластиной из твердого сплава, с корпусом сечением 16×25 мм [1, с. 190, табл. 32 и с. 420, табл. 4, примеч. 3]. Размеры радиусной (стружкоотводящей) лунки [1, с. 187, табл. 29]: ширина $B = 2 \dots 2,5$ мм; радиус $R = 4 \dots 6$ мм; глубина $h = 0,1 \dots 0,15$ мм. Так как при черновой обработке снимается стружка большего сечения чем при чистовой, принимаем наибольшие значения размеров лунки: $B = 2,5$ мм; $R = 6$ мм; $h = 0,15$ мм.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Выбрать тип резца и материал режущей части в соответствии с исходными данными.
4. Зарисовать эскиз резца.
5. Произвести выбор геометрических и конструктивных элементов резца по справочным данным.
6. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Он должен включать название работы, содержание зада-

ния, эскиз резца, сводную таблицу с выбранными геометрическими и конструктивными элементами режущей части резца, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие свойства должны иметь материалы, из которых изготавливают режущие инструменты?
2. Из каких инструментальных материалов изготавливают резцы, работающие при повышенных скоростях?
3. Какие три группы металлокерамических сплавов Вы знаете?
4. Какие марки быстрорежущей стали наиболее употребительны и почему?
5. Из каких частей состоит резец и какие элементы имеет головка резца?
6. Какие координатные плоскости для измерения углов лезвия резцов Вы знаете?
7. Какие главные углы лезвия резца Вы знаете? Напишите все возможные формулы зависимости между углами α , β , γ , δ .
8. В какой плоскости измеряются углы лезвия резца в плане?

Практическая работа № 2

МНОГОЛЕЗВИЙНЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Цель работы: ознакомление с конструктивными особенностями многолезвийного режущего инструмента.

Студент должен знать: конструктивные элементы сверл, зенкеров и разверток; основные типы фрез и их назначение; виды фрезерования.

Студент должен уметь: пользоваться справочной и нормативной литературой.

Оборудование и приборы: сверла, зенкера, развертки, фрезы, макет спирального сверла, плакаты многолезвийных инструментов.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технологическое назначение операций сверление, зенкерование и развертывание. Конструктивные элементы и геометрические параметры сверл, зенкеров и разверток

К многолезвийному режущему инструменту относятся: сверла, зенкера, развертки, фрезы, протяжки.

Сверление – технологический способ получения и обработки глухих и сквозных цилиндрических отверстий в сплошном материале. Если в результате обработки сверлом увеличивается диаметр ранее полученного отверстия, то процесс называется *рассверливанием*.

В зависимости от конструкции и назначения различают сверла спиральные, шнековые и перовые (для глубокого сверления), центровочные и другие (рис. 2.1). Самым распространенным способом получения отверстий глубиной до 5 диаметров сверла является сверление спиральным сверлом.

Просверленные отверстия, как правило, не имеют абсолютно правильной цилиндрической формы. Их поперечные сечения имеют форму овала, а продольные – небольшую конусность. Диаметры просверленных отверстий всегда больше диаметра сверла, которым они просверлены. Разность диаметров сверла и просверленного им отверстия принято называть разбивкой отверстия. Причиной этого являются недостаточная точность заточки сверл и несоосность сверла и шпинделя сверлильного станка.

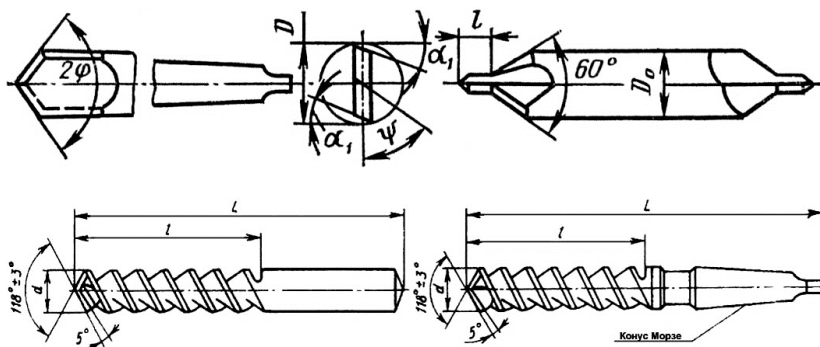


Рис. 2.1. Основные типы сверл

Сверление обеспечивает получение отверстий с точностью 11-13 квалитет и шероховатостью обработанной поверхности по $Ra = 6,3 \dots 25$ мкм. Наиболее часто сверлением получают отверстия для болтовых соединений, а также для нарезания в них внутренней крепежной резьбы.

На рис. 2.2 показана конструкция спиральных сверл с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Сверло состоит из рабочей части 1 (включающей режущую часть 2), шейки 3 и хвостовика 4 с лапкой 5 (или поводком δ). Элементы рабочей части спирального сверла показаны на рис. 2.3.

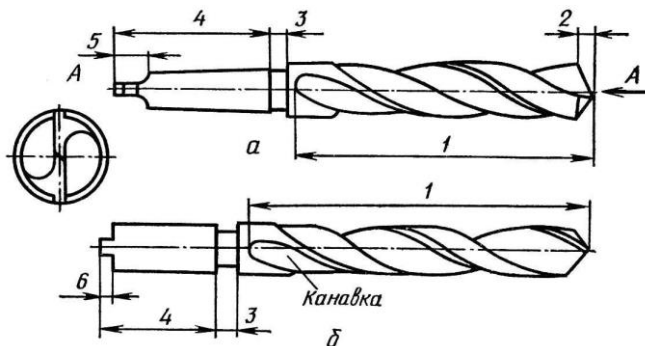


Рис. 2.2. Спиральные сверла с коническими (а) и цилиндрическими (б) хвостовиками

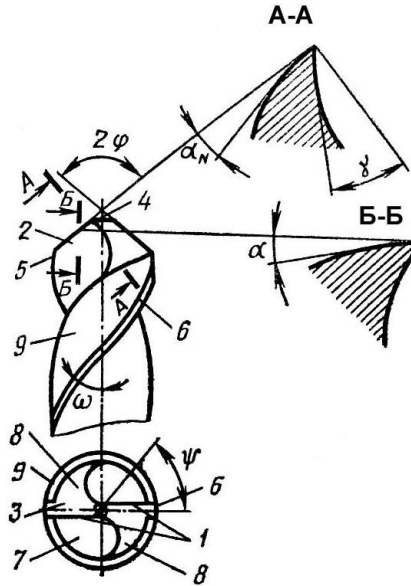


Рис. 2.3. Элементы рабочей части спирального сверла

Сверло имеет: две главные режущие кромки *1*, образованные пересечением передних *2* (винтовые поверхности канавки *7*, по которым сходит стружка) и главных задних *3* (поверхности, обращенные к поверхности резания) поверхностей лезвия и выполняющие основную работу резания; поперечную режущую кромку *4*, образованную пересечением обеих главных задних поверхностей, и две вспомогательные режущие кромки *5*, образованные пересечением передней поверхности со вспомогательной задней поверхностью лезвия *6*.

Вспомогательные режущие кромки *5* принимают участие в резании на длине, определяемой величиной подачи. Ленточка *6* сверла, расположенная вдоль винтовой канавки, обеспечивает направление сверла при резании. Благодаря наличию двух спиральных канавок сверло имеет два зуба *8* со спинками *9*. Угол наклона винтовой канавки – это угол между осью сверла и касательной к винтовой канавке, берут в пределах 18...30°. Угол наклона поперечного режущего лезвия ψ – острый угол между проекциями поперечной и главной режущих кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла, равен 50...55°. Угол при вершине 2ϕ – угол между главными режущими

кромками. Этот угол при сверлении стали средней твердости равен $116...120^\circ$, твердых сталей – 125° . Передний угол γ – угол между касательной к передней поверхности к рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. Передний угол рассматривается в плоскости, перпендикулярной к главной режущей кромке. По длине режущей кромки передний угол γ является величиной переменной. По мере приближения к оси сверла передний угол уменьшается, а у поперечной режущей кромки он принимает отрицательное значение. Задний угол лезвия α – угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла. Этот угол рассматривается в плоскости, направленной по касательной к окружности в данной точке и параллельной оси сверла. Задний угол сверла – величина переменная: у периферии $\alpha = 8...14^\circ$, по мере приближения к поперечной режущей кромке задний угол возрастает, достигая $20...26^\circ$.

Зенкерование – технологический способ обработки предварительно просверленных отверстий или отверстий, изготовленных литьем и штамповкой с целью получения более точных по форме и размеру, чем при сверлении, цилиндрических отверстий. Точность обработки соответствует: предварительное зенкерование 11...12, чистовое зенкерование 9...10 квалитетам точности. Шероховатость поверхности составляет: $Ra = 12,5...25$ мкм (предварительное), $Ra = 6,3...12,5$ мкм (чистовое). Фаски в отверстиях обрабатываются зенкованием. Цилиндрические углубления и торцовые поверхности отверстий получают цекованием. Используемые для этих целей инструменты – зенковки и цековки – являются нестандартными зенкерами (рис. 2.4).

Стандартные зенкеры имеют от трех до восьми зубьев. Наиболее часто на практике встречаются зенкеры с тремя винтовыми зубьями, смещенными на 120° друг относительно друга. Через точки главных режущих кромок трех зубьев, лежащих в плоскости вращения, перпендикулярной геометрической оси зенкера, можно провести концентрические окружности. Это геометрическое свойство трехзубых зенкеров обеспечивает их самоцентрирование и получение после зенкерования отверстий правильной цилиндрической формы с более точным размером диаметра, чем это достигается при сверлении. Конструктивные параметры зенкеров аналогичны спиральному сверлу.

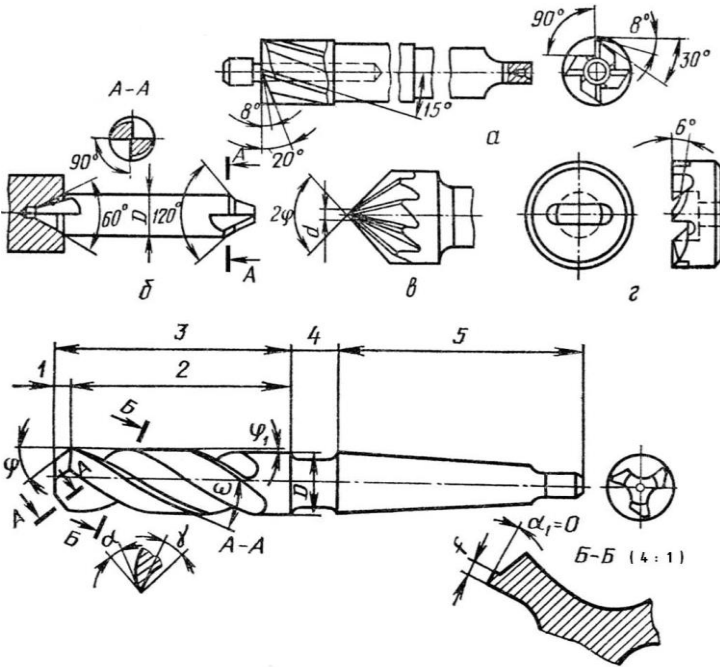


Рис. 2.4. Общий вид и геометрические параметры режущей части цековок (а), зенковок (б, в) и зенкеров (з, д)

Развертывание – технологический способ завершающей обработки просверленных и зенкерowanych отверстий с целью получения точных по форме цилиндрических отверстий с малой шероховатостью поверхности. Развертывание обеспечивает получение размеров по 8...9 (при черновом) и 5...6 (при чистовом) квалитетам точности и шероховатость обработанной поверхности $Ra = 3,2 \dots 6,3$ мкм (при черновом) и 0,8...1,6 мкм (при чистовом). Развертываются отверстия развертками, имеющими четное число ($z > 4$) расположенных диаметрально друг против друга зубьев. Наличие большого числа зубьев обеспечивает устойчивое центрирование разверток в обрабатываемых отверстиях, что позволяет достигать высокой точности размера диаметра обработанных отверстий и малой шероховатости их стенок. Развертки состоят из рабочей части 1, которая включает в себя направляющую часть 4, режущей (заборной) 5 и калибрующей 6; шейки 2 и хвостовика 3 (рис. 2.5).

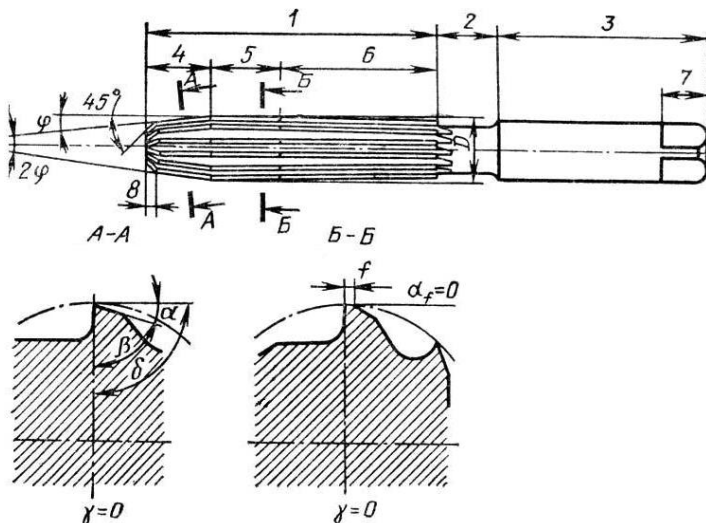


Рис. 2.5. Конструктивные элементы и геометрические параметры разверток

Технологическое назначение операции фрезерование

Фрезерование является производительным и универсальным технологическим способом механической обработки плоских и фасонных поверхностей, пазов и уступов фрезами.

Фрезерованием обрабатываются горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости, уступы, канавки прямоугольного и профильного сечения, в том числе винтовые, пазы, узкие и глубокие прорезы, шлицы на головках шурупов и винтов, фасонные поверхности различных профилей с прямолинейными и криволинейными образующими. С помощью фрезерования обрабатывают различные поверхности, тела вращения, прямые профильные образования на цилиндрах, прямые и винтовые зубчатые венцы на колесах, прямые и винтовые шлицевые канавки, резьбовые поверхности на нормализованном и специальном крепеже, профильные канавки на торцах цилиндров. Фрезерованием также производится разрезка катаных прутков на мерные заготовки.

Показатели качества черновой и чистовой обработки плоскостей и пазов фрезерованием соответственно равны: 11...13 квалитет, $Ra = 12,5 \dots 5$ мкм и 9...11 квалитет, $Ra = 1,6 \dots 0,3$ мкм.

Основные типы фрез и их назначение

Цилиндрические фрезы (рис. 2.6) предназначены для установки на горизонтально-фрезерных станках при обработке плоских поверхностей шириной до 120 мм при условии, что ширина обрабатываемой поверхности на заготовке на 5...6 мм меньше длины рабочей части фрезы. При больших сечениях стружки для обеспечения спокойной работы без вибрации применяют крупнозубые цилиндрические фрезы с неравномерным шагом. Цилиндрические фрезы имеют центральное базовое отверстие со шпоночной канавкой. Надетые на оправку станка цилиндрические фрезы зажимаются между кольцами с помощью затяжной гайки.

Концевые фрезы (рис. 2.7) имеют наружный диаметр D рабочей части от 3 до 50 мм. Присоединительная часть концевых фрез диаметром менее 14 мм – цилиндрическая, а фрез диаметром более 20 мм – коническая. В диапазоне диаметров от 14 до 20 мм присоединительная часть может быть выполнена как цилиндрической, так и конической. Основным рабочим участком режущей части концевых фрез является цилиндрический участок длиной L , которым фрезеруется поверхность на заготовке шириной B ($B < L$), а также часть торцевой поверхности, на которой имеются режущие зубья. Концевые фрезы применяют для обработки открытых пазов и копировально-фрезерной обработки стенок замкнутых профильных углублений и отверстий в плоских заготовках. Концевые фрезы предназначены в основном для работы на вертикально-фрезерных станках, но могут быть использованы и на горизонтально-фрезерных.

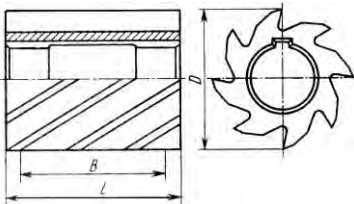


Рис. 2.6. Цилиндрическая фреза

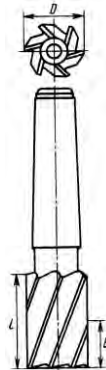


Рис. 2.7. Концевая фреза

Торцовые фрезы (рис. 2.8) отличаются от концевых соотношением размеров D/L (для торцовых фрез $D/L = 4...6$; для концевых $D/L = 0,2...0,5$). Стандартные торцовые фрезы имеют диаметры $D = 60...600$ мм и цилиндрические отверстия для установки на шпинделе станков. Они предназначены для обработки плоских поверхностей, лежащих как в одной, так и в разных по высоте плоскостях. Торцовыми фрезами больших диаметров можно за один проход обработать заготовки шириной до 500 мм. Применяются торцовые фрезы на мощных горизонтально- и вертикально-фрезерных станках, а также на агрегатных.

Дисковые фрезы (рис. 2.9) имеют диаметр $D = 60...110$ мм и цилиндрические базовые отверстия для крепления на оправке. Режущие зубья дисковых фрез выполняются на цилиндрической внешней поверхности, а также на одной (односторонние) или обеих (двусторонние) торцовых поверхностях. Предназначены дисковые фрезы для фрезерования канавок различного назначения шириной 6...16 мм.

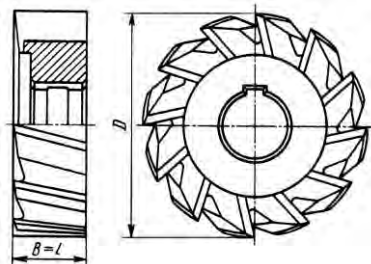


Рис. 2.8. Торцовая фреза

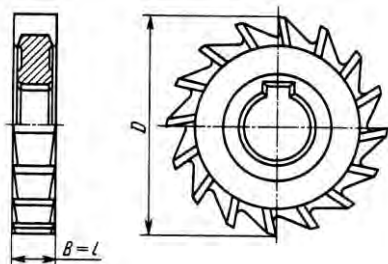


Рис. 2.9. Дисковая трехсторонняя фреза

Отрезная фреза (рис. 2.10) предназначена для резки катаных прутков на мерные заготовки на горизонтально-фрезерных станках. Зубья этих фрез выполнены только на внешнем диаметре. Отрезные фрезы имеют рабочий диаметр $D = 60...200$ мм и ширину $B = 1...5$ мм.

Шлицевая фреза (рис. 2.11) предназначена для фрезерования узких щелей и шлицев в головках винтов и шурупов. Прорезные фрезы имеют диаметры $D = 40...75$ мм и ширину $B = 0,2...5$ мм.

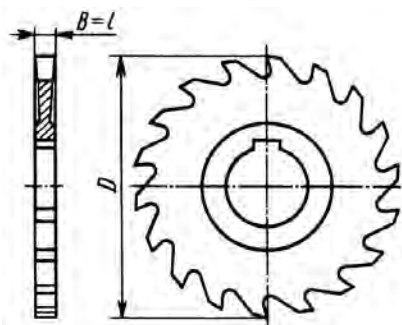


Рис. 2.10. Отрезная фреза

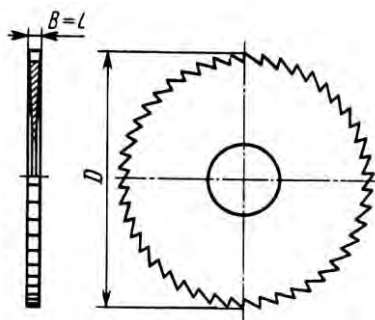


Рис. 2.11. Шлицевая (прорезная) фреза

Шпоночные фрезы (рис. 2.12) используются для фрезерования шпоночных канавок. Стандартные шпоночные фрезы имеют диаметр 3...40 мм и устанавливаются на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках.

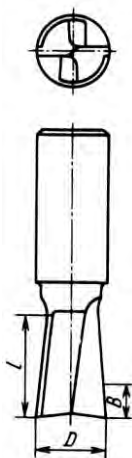


Рис. 2.12. Шпоночная фреза

Угловые фрезы (рис. 2.13) предназначены для фрезерования профильных угловых канавок, как правило, в инструментальном производстве. Угловые фрезы имеют диаметры 35...90 мм. Их применяют на универсально-фрезерных станках.

Фасонные фрезы имеют различный профиль лезвий. На рис. 2.14 в качестве примера показана фреза с выпуклым полукруглым профилем лезвия. Фасонные фрезы предназначены для фрезерования каналов и выступов фасонного профиля. Они имеют диаметры от 45 до 90 мм. Применяются преимущественно на горизонтально-фрезерных станках. Большинство конструкций фрез стандартизировано.

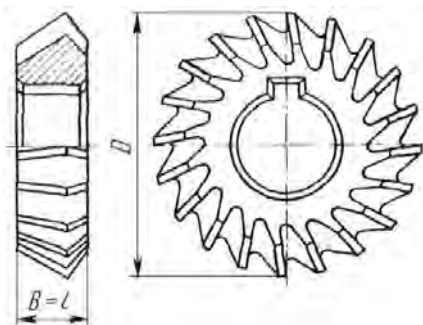


Рис. 2.13. Угловая фреза

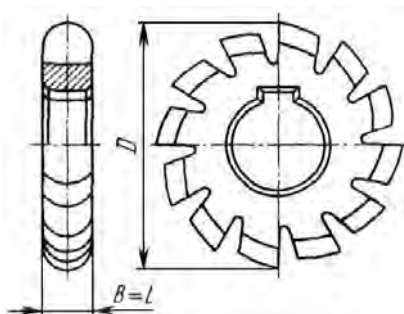


Рис. 2.14. Фасонная фреза

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для заданных режимов резания и материала обрабатываемой детали по справочной литературе выбрать конструкцию и назначить геометрические характеристики режущей части многолезвийного инструмента.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Выбрать конструкцию инструмента и материал его режущей части в соответствии с исходными данными.
4. Зарисовать эскиз инструмента.
5. Произвести выбор геометрических и конструктивных элементов режущей части по справочным данным.
6. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Должен включать название работы, содержание задания, эскиз инструмента, сводную таблицу с выбранными геометрическими и конструктивными элементами режущей части инструмента, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие виды сверл Вы знаете?
2. Какой квалитет точности можно достигнуть при сверлении, зенкеровании и развертывании соответственно?
3. Из каких конструктивных элементов состоит спиральное сверло?
4. Зарисуйте эскиз рабочей части спирального сверла, назовите из каких элементов она состоит.
5. Какие типы фрез Вы знаете, назовите их назначение?
6. В каких случаях необходимо производить несимметричное торцовое фрезерование?

Практическая работа № 3

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Цель работы: практическое освоение методики назначения режимов резания при точении.

Студент должен знать: элементы режимов резания при точении и методику их назначения; принятые схемы обработки при точении; движения резания при точении.

Студент должен уметь: пользоваться справочной и нормативной литературой; назначать режимы резания для конкретных условий обработки.

Оборудование и приборы: справочная и нормативная литература.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Элементы режима резания

Режим резания характеризуется глубиной резания t , подачей S и скоростью резания V .

Глубина резания (t , мм) определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по нормали к последней. При точении – это толщина слоя материала, срезаемого за один проход резца.

Подачей (S , мм/об) называется величина перемещения резца за один полный оборот заготовки. В зависимости от вида токарной обработки различают продольную (поступательное движение резца параллельно оси вращения заготовки), поперечную (поступательное движение резца перпендикулярно оси вращения заготовки) и наклонную подачу (поступательное движение резца под углом к оси обрабатываемой заготовки).

Скорость резания (V , м/мин) – скорость главного движения резания. Скорость резания при обработке на станках с главным вращательным движением (токарных, сверлильных, фрезерных) равна окружной скорости точки детали или инструмента, находящейся на максимальном диаметре. Скорость резания связана с частотой вращения детали (инструмента) следующим соотношением:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

где D – диаметр заготовки, мм; n – частота вращения детали, мин^{-1} .

Общие принципы назначения режимов резания

Наиболее выгодным режимом резания будет режим, при котором деталь требуемого качества изготавливают при минимальных затратах средств (с учетом затрат на инструмент). Другими словами, это режим, при котором достигается наименьшая себестоимость обработки.

Режимы резания назначают в следующей последовательности: анализируют условия и требования производства; выбирают режущий инструмент с необходимыми характеристиками; устанавливают глубину резания; определяют длину рабочего хода инструмента; определяют период стойкости инструмента; определяют величину подачи; определяют скорость резания и частоту вращения шпинделя; уточняют частоту вращения по паспорту станка и определяют действительную скорость резания; рассчитывают основное время; проверяют режимы резания и производят их корректировку.

Анализ условий и требований производства. Анализируются: форма, размеры детали и требования к ней; группа операций, группа жесткости технологической системы, группа обрабатываемого материала; точность заготовки и детали, стадии обработки; минимальные по точности и максимальные по виброустойчивости глубины резания; уровень надежности инструмента; требования и ограничения по производительности, приведенным затратам, расходу инструмента. Все необходимые данные берутся из чертежа детали, технических условий на их изготовление, карт нормативов и другой технологической документации.

Выбор режущего инструмента включает в себя выбор материала режущей части, вида резца, типа конструкции (размеры и тип державки, способ крепления режущей части) и геометрии резца.

Материал режущей части и геометрические параметры резца выбирают в зависимости от вида обрабатываемого материала, состояния поверхности заготовки, жесткости технологической системы. Необходимо учитывать, что резцы с механическим креплением пла-

стин имеют в среднем на 15 % большую производительность, чем паяные резцы.

Выбор глубины резания. Необходимо стремиться работать с максимально возможной в данных условиях глубиной резания.

Пределом увеличения глубины резания является припуск на обработку, который по возможности должен быть минимальным. На черновых проходах целесообразно снимать весь припуск за один проход. Величина припуска на чистовой проход определяется технологическими требованиями к шероховатости и точности обработанной детали. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. Глубина резания рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{D - d}{2}.$$

Расчет длины рабочего хода. Длина рабочего хода суппорта токарного станка

$$L_{p.x} = L_{рез} + L_{\Pi} + L_{доп}, \text{ мм},$$

где $L_{рез}$ – длина резания (длина обрабатываемой поверхности); $L_{доп}$ – дополнительная длина хода, вызванная в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали; L_{Π} – величина подвода, врезания и перебега инструмента:

$$L_{\Pi} = L_{подв} + L_{врез} + L_{пер}, \text{ мм}.$$

Величину подвода, врезания и перебега инструмента рассчитывают исходя из конкретных условий с учетом конструкции инструмента и геометрии его режущей части, припуска на обработку, формы, размеров детали.

Определение стойкости инструмента. Стойкость T_p определяется по формуле

$$T_p = T_m \cdot \lambda, \text{ мин},$$

где T_m – нормированная стойкость инструментов в минутах основного времени обработки; λ – коэффициент времени резания (в случаях, когда $\lambda > 0,7$, его можно не учитывать и принимать равным единице):

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{\text{р.х}}}$$

Выбор подачи. С учетом выбранной глубины резания назначают максимально технологически допустимую подачу S . Величина этой подачи ограничивается различными факторами. При черновой обработке – прочностью и жесткостью обрабатываемой детали и способом ее крепления на станке, прочностью и жесткостью державки инструмента и механизма подачи станка, а также прочностью твердосплавной или минералокерамической пластинки. При чистовой и отделочной обработке – требованиями к шероховатости и точности обработанной поверхности.

Назначение скорости резания V_T и числа оборотов n шпинделя станка

Значение скорости резания может быть определено аналитически по выбранным подаче и глубине резания для требуемого периода стойкости и заданных условий обработки по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot f^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где C_v , m , x , y , K_v – коэффициенты, которые определяются по таблицам нормативов.

Наиболее распространенным способом расчета скорости является использование таблиц нормативов режимов резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м/мин,}$$

где V_T – табличная скорость резания; K_1 , K_2 , K_3 – поправочные коэффициенты, позволяющие учесть различия в условиях резания.

По найденной скорости резания подсчитывают частоту вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Частота n уточняется по паспорту станка. Затем по скорректированному (действительному) значению n_d подсчитывают действительную скорость резания:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}.$$

Расчет основного времени. Основное время определяют по следующей формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{s_0 n}.$$

Проверка на ограничения. Мощность, затрачиваемая на резание, должна быть меньше или равна мощности на шпинделе:

$$N_{рез} \leq N_{шп} = 1,2 \cdot \eta \cdot N_{дв},$$

где $N_{рез}$ – мощность, потребная на резание, кВт; $N_{дв}$ – мощность электродвигателя станка, кВт; η – КПД станка; 1,2...1,5 – коэффициент перегрузки.

В случае недостаточности мощности электродвигателя станка надо уменьшить скорость резания V или подачу S . Уменьшение V является более выгодным, так как основное время будет такое же, как и при уменьшении S , но стойкость инструмента значительно возрастет. Следует отметить, что действительная скорость резания не должна превышать психофизиологических возможностей рабочего. Для станков с ручным управлением ограничение по скорости составляет 250...500 м/мин.

Существуют различные методики назначения режимов резания при точении. В данной практической работе расчет режимов резания ведется по методике Ю.В. Барановского [3].

МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Порядок расчета режимом резания для всех станков токарной группы является общим. Основные этапы по расчету режимов резания сведены в таблицу.

№ этапа	Последовательность определения режима резания	Расчетная формула и нормативы	Исходные данные
1	Определение глубины резания	$t = \frac{D - d}{2}$	1. Исходный диаметр заготовки. 2. Окончательный диаметр.
2	Определение длины рабочего хода суппорта $L_{р.х}$, мм	$L_{р.х} = L_{рез} + L_{п} + L_{доп}$	1. Эскиз наладки с указанием размеров обработки. 2. Длина резания $L_{рез}$. 3. Величина подвода, врезания и перебега инструмента $L_{п}$. 4. Дополнительная длина хода $L_{доп}$
3	Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_0 , мм/об: определение исходной подачи суппорта; уточнение подачи по паспорту станка	Карты Т-2, С-3, С-5, ТА-3 с. 15, 69, 39 Паспорт станка (приложение)	1. Обрабатываемый материал; 2. Вид инструмента; 3. Глубина (ширина) резания $t(b)$. 4. Требования к качеству обработки (в том числе шероховатости поверхности)
4	Определение стойкости инструмента по нормативам T_p , мин	Карта Т-3 с. 17	Коэффициент времени резания λ

№ этапа	Последовательность определения режима резания	Расчетная формула и нормативы	Исходные данные
5	Расчет скорости резания v , м/мин, и числа оборотов шпинделя n в минуту: определение рекомендуемой скорости резания по нормативам; расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка; уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка; уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя	Карты Т-4, С-4, С-5 с. 19, 72 $n = \frac{1000v}{\pi d}$ Паспорт станка (приложение) $v = \frac{\pi d n}{1000}$	1. Вид инструмента и инструментальный материал. 2. Обрабатываемый материал и его твердость. 3. Глубина резания t . 4. Подача s_0 . 5. Угол в плане (в рабочем положении инструмента) φ . 6. Принятая стойкость инструмента T_p
6	Расчет основного времени обработки T_0 в мин	$T_0 = \frac{L_{p.x}}{s_0 n}$	1. Длина рабочего хода суппорта $L_{p.x}$. 2. Принятая подача s_0 и число оборотов шпинделя n
7	Корректирование режимов резания.	Приложение 7 с. 425	1. Основное время T_0 , рассчитанное на этапе 6. 2. Основное время T_0 , соответствующее заданной производительности
8	Проверочные расчеты по мощности резания: определение силы резания P_z , кН, и мощности резания N_p , кВт, для каждого инструмента наладки; проверка достаточности мощности двигателя	Карты Т-6, С-8 с. 26, 81 Приложение 6 с. 423	1. Глубина резания t . 2. Подача s_0 . 3. Скорость резания v . 4. Циклограмма работы станка

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Задание 1

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка и способ крепления на станке	Технологическая система	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>h</i>
					мм			
1	Ковкий чугун, 150 НВ	Обтачивание черновое напроход без ударных нагрузок; $Ra = 6,3$	Отливка, в центрах	Жесткая	100	92 <i>h</i> 12	160	250
2	Сталь 20Х, $\sigma_b = 580$ МПа	Растачивание черновое в упор; $Ra = 12,5$	Штампованная, в патроне	Недостаточно жесткая	50	56 <i>H</i> 12	75	150
3	Сталь 45, $\sigma_b = 700$ МПа	Обтачивание черновое в упор с ударными нагрузками; $Ra = 12,5$	Прокат, в патроне	Жесткая	45	38 <i>h</i> 14	35	100
4	Серый чугун, 200 НВ	Обтачивание чистовое в упор; $Ra = 3,2$	Отливка, в центрах	Нежесткая	93	92 <i>e</i> 8	160	200
5	Серый чугун, 170 НВ	Обтачивание получистовое напроход; $Ra = 6,3$	Отливка, в патроне с поджатием центром	Недостаточно жесткая	120	118 <i>d</i> 11	220	350
6	Латунь ЛК80–3, 110 НВ	Растачивание чистовое напроход; $Ra = 3,2$	Отливка, в патроне	Недостаточно жесткая	90	92 <i>H</i> 9	55	55
7	Сталь коррозионно-стойкая 12Х18Н10Т, 180 НВ	Обтачивание чистовое напроход; $Ra = 1,6$	Прокат, в центрах	Жесткая	60	59 <i>h</i> 8	80	150
8	Бронза Бр АЖ9–4, 120 НВ	Растачивание черновое напроход без ударных нагрузок; $Ra = 6,3$	Отливка, в патроне	Жесткая	80	88 <i>H</i> 12	85	100

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка и способ крепления на станке	Технологическая система	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>h</i>
					мм			
9	Сталь 40ХНМА, $\sigma_B = 800$ МПа	Обтачивание полуступовое в упор; $Ra = 3,2$	Поковка, в центрах	Жесткая	52	50e9	250	400
10	Сталь 45Л, $\sigma_B = 600$ МПа	Обтачивание черновое напроход по кор-ке с ударными нагрузками; $Ra = 12,5$	Отливка, в центрах	Недостаточно жесткая	100	92h12	40	65

Задание 2

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка и способ крепления на станке	Технологическая система	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>h</i>
					мм			
1	Ковкий чугун, 150 НВ	Обтачивание черновое напроход без ударных нагрузок; $Ra = 6,3$	Отливка, в центрах	Жесткая	90	83h12	260	450
2	Сталь 20Х, $\sigma_B = 580$ МПа	Растачивание черновое в упор; $Ra = 12,5$	Штампованная, в патроне	Недостаточно жесткая	48	54H12	55	120
3	Сталь 45, $\sigma_B = 700$ МПа	Обтачивание черновое в упор с ударными нагрузками; $Ra = 12,5$	Прокат, в патроне	Жесткая	60	52h14	43	100
4	Серый чугун, 200 НВ	Обтачивание чистовое в упор; $Ra = 3,2$	Отливка, в центрах	Нежесткая	52	50e8	550	740

5	Серый чугун, 170 НВ	Обтачивание получистовое напроход; $Ra = 6,3$	Отливка, в патроне с поджатием центром	Недостаточно жесткая	152	150 d 11	220	350
№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка и способ крепления на станке	Технологическая система	D	d	l	h_1
					мм			
6	Латунь ЛК80–3, 110 НВ	Растачивание чистовое напроход; $Ra = 3,2$	Отливка, в патроне	Недостаточно жесткая	58	60 H 9	95	95
7	Сталь коррозионно-стойкая 12Х18Н10Т, 180 НВ	Обтачивание чистовое напроход; $Ra = 1,6$	Прокат, в центрах	Жесткая	75	74 u 8	80	150
8	Бронза Бр АЖ9–4, 120 НВ	Растачивание черновое напроход без ударных нагрузок; $Ra = 6,3$	Отливка, в патроне	Жесткая	73	75 H 12	55	100
9	Сталь 40ХНМА, $\sigma_b = 800$ МПа	Обтачивание получистовое в упор; $Ra = 3,2$	Поковка, в центрах	Жесткая	160	157 e 9	250	400
10	Сталь 45Л, $\sigma_b = 600$ МПа	Обтачивание черновое напроход по корке с ударными нагрузками; $Ra = 12,5$	Отливка, в центрах	Недостаточно жесткая	85	80 h 12	65	180

Пример выполнения задания. На токарно-винторезном станке 16К20 производится получистовое обтачивание напроход шейки вала $D = 86$ мм до $d = 82h11_{(-0,22)}$ мм. Длина обрабатываемой поверхности – $l = 130$ мм; длина вала – $h_1 = 170$ мм. Заготовка – поковка из стали 40Х с $\sigma_b = 700$ МПа. Способ крепления заготовки – в центрах и поводковом патроне. Система «станок-приспособление-инстру-

мент-заготовка» достаточно жесткая. Параметр шероховатости поверхности $Ra = 6,3$ мкм. Эскиз обработки приведен на рис. 3.1.

Необходимо назначить режимы резания (с использованием таблиц нормативов) и определить основное время.

Решение.

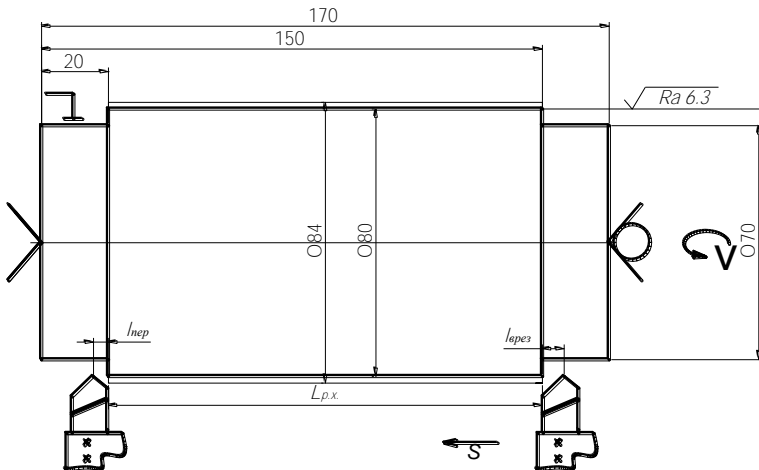


Рис. 3.1. Эскиз обработки

1. Устанавливаем глубину резания. Припуск на обработку удаляем за один рабочий ход (в данном случае это возможно, так как припуск относительно невелик). Глубина резания (равная припуску на сторону):

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{86 - 82}{2} = 2 \text{ мм}.$$

2. Рассчитываем длину рабочего хода:

$$L_{р.х} = L_{рез} + L_{п} + L_{доп} = 130 + 2 + 4 = 136 \text{ мм},$$

где $L_{рез}$ – длина резания, $L_{рез} = 130$; $L_{п}$ – длина врезания (принимаем равной 2 мм), подвода и перебега (равна 4 мм) [3, с. 416, прил. 5]; $L_{доп}$ – дополнительная длина, $L_{доп} = 0$.

3. Назначаем подачу по таблицам нормативов. Для обработки заготовки из стали 40Х при глубине резания 2 мм рекомендуется подача $S_0 = 0,3...0,6$ мм/об. Уточняем подачу по паспорту станка: $S_0 = 0,4$ мм/об.

4. Определяем стойкость инструмента:

$$T_p = T_m \cdot \lambda,$$

где T_m – стойкость инструмента, $T_m = 30$ мин [3, с. 17, карта Т-3]; λ – коэффициент времени резания.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{р.х}} = \frac{130}{136} = 0,956 > 0,7,$$

т.к. $\lambda > 0,7$, то данный коэффициент не учитывается. Стойкость инструмента $T_p = T_m = 30$ мин.

5. Определяем скорость резания и частоту вращения шпинделя.

5.1. Определение рекомендуемой нормативами скорости резания [3, с. 19–21 карта Т-4]:

$$v = v_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 175 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 210 \text{ м/мин},$$

где $v_{таб}$ – скорость резания табличная, $v_{таб} = 175$ м/мин; K_1 – коэффициент, зависящий от размеров обработки, $K_1 = 1,0$; K_2 – коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности и ее твердости, $K_2 = 1,0$; K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости и материала инструмента, $K_3 = 1,2$.

5.2. Расчет частоты вращения шпинделя и уточнение по паспорту:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 210}{3,14 \cdot 82} = 815,597 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточняем по паспорту $n_{пасп} = 800 \text{ мин}^{-1}$.

5.3. Уточнение скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = 205,984 \text{ м/мин.}$$

5.4. Расчет минутной подачи:

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,4 \cdot 800 = 320 \text{ мм/мин.}$$

6. Рассчитываем основное время обработки:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n} = \frac{136}{0,4 \cdot 800} = 0,425 \text{ мин.}$$

7. Проводим проверочные расчеты по мощности резания.

7.1. Определение силы резания:

$$P_z = P_{zm} \cdot t = 0,92 \cdot 2 = 1,84 \text{ кН,}$$

где P_{zm} – главная составляющая силы резания по таблице [3, с. 26, карта Т-6].

7.2. Определение по нормативам потребной мощности:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{60} = \frac{1,84 \cdot 205,984}{60} = 6,31 \text{ кВт.}$$

7.3. Проверка режимов по мощности в зоне резания:

$$N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{дв} \cdot \eta,$$

где $N_{дв}$ – мощность двигателя, $N_{дв} = 7,5 \text{ кВт}$; η – КПД станка, $\eta = 0,8$.
 $6,31 \leq 1,2 \cdot 10 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ кВт}$, т.е. удовлетворяет условию.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Зарисовать эскиз обработки со схемой базирования.
4. По методике Барановского произвести расчет режима резания для данного задания.

5. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Он должен включать название работы, содержание задания, эскиз обработки, сводную таблицу с рассчитанным режимом резания, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение наивыгоднейшему режиму резания.
2. В чем заключается выбор режущего инструмента при назначении режима резания?
3. Что такое «технологически допустимая подача»?
4. Напишите формулу для расчета скорости резания по выбранным значениям подачи и глубины резания для требуемого периода стойкости и заданных условий обработки.
5. Как определить частоту вращения шпинделя токарного станка, если известны скорость резания и диаметр обрабатываемой поверхности заготовки?
6. Дайте определение основного времени.
7. Что такое эргономические показатели?
8. Приведите формулу для расчета длины рабочего суппорта токарного станка, поясните величины, входящие в данную формулу.

Практическая работа № 4

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Цель работы: практическое освоение методики назначения режимов резания при фрезеровании.

Студент должен знать: элементы режимов резания при фрезеровании и методику их назначения; принятые схемы обработки при фрезеровании; движения резания при фрезеровании.

Студент должен уметь: пользоваться справочной и нормативной литературой; назначать режимы резания для конкретных условий обработки.

Оборудование и приборы: справочная и нормативная литература.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технологическое назначение операции фрезерование

Фрезерование является производительным и универсальным технологическим способом механической обработки плоских и фасонных поверхностей, пазов и уступов фрезами. Фрезерованием также производится разрезка катаных прутков на мерные заготовки.

Показатели качества черновой и чистовой обработки плоскостей и пазов фрезерованием соответственно равны: 11...13 квалитет, $Ra = 12,5...25$ мкм и 9...11 квалитет, $Ra = 1,6...6,3$ мкм.

Разновидности фрезерования

По расположению зубьев относительно оси фрезы различают цилиндрическое и торцовое фрезерование. По расположению фрезы относительно детали торцовое фрезерование разделяют на симметричное (рис. 4.1, а) и несимметричное (рис. 4.1, б). При фрезеровании торцовыми, а также концевыми фрезами основную работу резания выполняют боковые (главные) режущие кромки; торцовые кромки производят лишь зачистку обработанной поверхности.

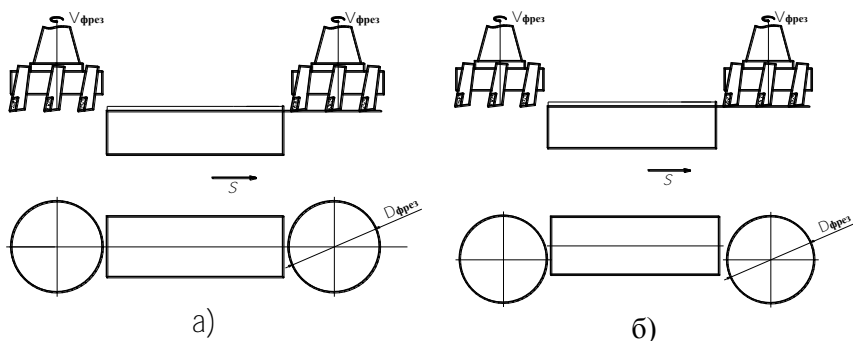


Рис. 4.1. Схемы фрезерования: *а* – симметричное; *б* – несимметричное

При торцовом фрезеровании для достижения производительных режимов резания диаметр фрезы D должен быть больше ширины фрезерования B , т.е. $D = (1,25...1,5) \cdot B$, а при обработке стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы. Для заготовок из конструкционных углеродистых и легированных сталей выполняют сдвиг фрезы в направлении врезания зуба, чем обеспечивается начало резания при малой толщине срезаемого слоя. Для заготовок из жаропрочных и коррозионностойких сталей – сдвиг заготовки в сторону выхода зуба фрезы из зоны резания, чем обеспечивается выход зуба из резания с минимально возможной толщиной срезаемого слоя. Несоблюдение указанных правил приводит к значительному снижению стойкости инструмента.

Фрезерование цилиндрическими фрезами можно выполнять двумя способами: против подачи (рис. 4.2, *а*), когда фреза вращается против направления подачи (встречное фрезерование), и по подаче (рис. 4.2, *б*), когда вращение фрезы и направление подачи совпадают (попутное фрезерование).

При встречном фрезеровании толщина снимаемого слоя материала и нагрузка на зуб фрезы возрастают постепенно. В первоначальный момент зуб фрезы вследствие наличия радиуса округления режущей кромки выполняет не резание, а сжатие. Это приводит к повышенному износу зуба фрезы по задней поверхности и вызывает дополнительный наклеп обработанной поверхности, что ухудшает ее шероховатость.

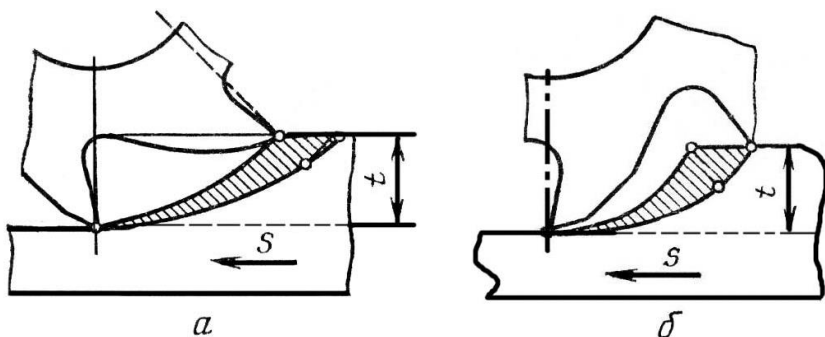


Рис. 4.2. Встречное (а) и попутное (б) фрезерование

При попутном фрезеровании зуб фрезы начинает работать с максимальной толщиной среза, поэтому в первый же момент воспринимает наибольшую нагрузку. Затрачиваемая мощность при попутном фрезеровании на 10...15 % меньше, чем при фрезеровании против подачи. Однако попутное фрезерование невозможно осуществить при наличии у заготовки твердой корки (например, в отливке или поковке) и требует применения специальных механизмов для предохранения ходового винта продольной подачи и маточной гайки от поломок. В связи с этим попутное фрезерование возможно только на специально приспособленных станках.

Элементы режима резания при фрезеровании

Глубина фрезерования, или глубина резания t , определяется толщиной срезаемого слоя материала, измеренной по перпендикуляру к обработанной поверхности (рис. 4.3, а). Подача – перемещение обрабатываемой детали относительно фрезы при вращении последней. Различают три вида подач: минутную S_M – перемещение обрабатываемой детали в миллиметрах за одну минуту, подачу на оборот S_0 – перемещение обрабатываемой детали в миллиметрах за один оборот фрезы, и подачу на зуб S_Z – подача обрабатываемой детали в миллиметрах, приходящаяся на один зуб фрезы. При этом $S_M = S_0 \cdot n = S_Z \cdot n \cdot Z$, где n – частота вращения фрезы, об/мин; Z – число зубьев фрезы.

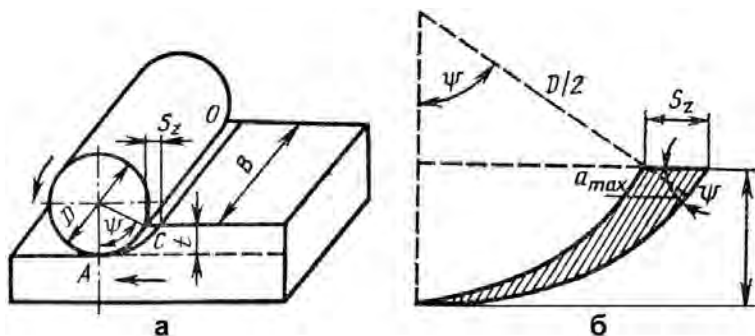


Рис. 4.3. Схема (а) и элементы режима резания (б) при фрезеровании

Подачей на зуб пользуются при расчете режимов резания. Ее определяют по справочным таблицам в зависимости от обрабатываемого материала, мощности станка, конструкции фрезы. Так, для цилиндрической фрезы при обработке конструкционной стали $S_z = 0,03 \dots 0,6$ мм на зуб, чугуна и медных сплавов – $0,08 \dots 0,8$ мм на зуб. Фрезерные станки настраивают по величине минутной подачи.

Скорость резания V (м/мин) – окружная скорость вращения фрезы, считается по формуле $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$, где D – наружный диаметр фрезы, мм.

Площадь среза (мм²) при фрезеровании цилиндрической прямозубой фрезой для одного зуба фрезы $f = B \cdot a$, мм², где B – ширина фрезерования, мм; a – толщина среза, мм.

Толщиной среза a называют толщину срезаемого одним зубом слоя, измеренную по направлению радиуса фрезы. Поперечное сечение среза имеет вид «запятой» (рис. 4.3, б). Максимальная толщина среза (мм) $a_{\max} = S_z \cdot \sin \psi$, где ψ – угол контакта фрезы с деталью, центральный угол, соответствующий дуге соприкосновения фрезы с заготовкой: $\cos \psi = 1 - 2t/D$.

Площадь среза при фрезеровании цилиндрической прямозубой фрезой – величина переменная, периодически изменяющаяся в процессе фрезерования, так как в каждый отдельный момент времени в работе находится неодинаковое число зубьев. Поэтому силы, момент и мощность резания периодически меняются. Чем большее число

зубьев находится одновременно в работе, тем более спокойно протекает процесс фрезерования. При работе фрезами с прямым зубом невозможно добиться полной равномерности фрезерования. Фрезерование фрезой с винтовыми зубьями происходит более спокойно, так как суммарная площадь среза изменяется в меньших пределах.

Назначение режима резания при фрезеровании

Глубину резания при фрезеровании выбирают в зависимости от припуска на обработку. Черновое и получистовое фрезерование ведут за один проход, если это допускается мощностью станка и жесткостью технологической системы. При припуске на обработку более 5 мм фрезерование ведут в два или более проходов, оставляя на последний проход припуск 1...1,5 мм. При выборе подачи учитывают влияние следующих факторов: шероховатость обработанной поверхности, прочность зуба фрезы, прочность механизма подачи станка, жесткость технологической системы, прочность и жесткость оправки и так далее. При черновом фрезеровании стальных заготовок цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали принимают подачу на зуб $S_Z = 0,06...0,6$ мм/зуб, при обработке чугуна – 0,08...0,8 мм/зуб. При черновом торцовом фрезеровании фрезами из быстрорежущей стали подачу на зуб выбирают в пределах 0,04...0,6 мм/зуб.

Скорость резания подсчитывают с учетом принятой глубины резания, подачи, характеристики фрезы (диаметр фрезы, число зубьев, материал режущей части фрезы), физико-механических свойств обрабатываемого материала и других условий:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K,$$

где C_V – коэффициент, характеризующий материал заготовки и условия обработки; T – период стойкости фрезы, мин; t – глубина резания, мм; S_Z – подача, мм на зуб; B – ширина фрезерования, мм; Z – число зубьев фрезы; q, m, x, y, u, p – показатели степеней; K – общий поправочный коэффициент, учитывающий изменения условий обработки. Значения коэффициентов и показателей степеней берут из справочников.

Наиболее распространенный способ расчета скорости – это использование таблиц нормативов режимов резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ м/мин},$$

где V_T – табличная скорость резания; K_1, K_2 – поправочные коэффициенты, позволяющие учесть различия в условиях резания, т.е. в свойствах обрабатываемого и инструментального материалов, условиях охлаждения и т.д.

По найденной скорости резания подсчитывают частоту вращения шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1},$$

где D – диаметр фрезы, мм.

Частота n уточняется по паспорту станка. Затем по скорректированному значению n_D подсчитывают действительную скорость резания:

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_D}{1000}.$$

Основное время определяется по формуле

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_M}.$$

Длина рабочего хода инструмента

$$L_{p.x} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

где $L_{рез}$ – длина фрезеруемой поверхности, мм; $L_{вр}$ – величина резания, мм; $L_{пер}$ – величина перебега фрезы, равная 1...5 мм в зависимости от диаметра фрезы.

Выбранный режим резания проверяется по мощности и крутящему моменту станка. Мощность, затрачиваемая на резание, должна быть меньше или равна мощности на шпинделе:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шт}} = 1,2 \cdot \eta \cdot N_{\text{дв}},$$

где $N_{\text{рез}}$ – мощность, необходимая на резание, кВт; $N_{\text{дв}}$ – мощность электродвигателя станка, кВт; η – КПД станка; 1,2...1,5 – коэффициент перегрузки. Он допускается тем большим, чем меньше время работы станка.

В случае недостаточности мощности электродвигателя станка для работы с выбранными режимами надо уменьшить скорость резания V или подачу S . Уменьшение V является более выгодным, так как основное время будет такое же, как и при уменьшении S , но стойкость инструмента значительно возрастет.

Кроме этого, следует отметить, действительная скорость резания не должна превышать эргономической скорости резания, т.е. не должна превышать психофизиологических возможностей рабочего. Определяются эргономические показатели в каждом конкретном случае на основе изучения фактических режимов обработки и утомляемости рабочего. Для станков с ручным управлением скорость обычно составляет 250...500 м/мин.

Методика назначения режимов резания при фрезеровании

Основные этапы по расчету режимов резания сведены в таблицу.

№ этапа	Последовательность определения режима резания	Расчетная формула и нормативы	Исходные данные
1	Определение длины рабочего хода $L_{\text{р.х}}$, мм	$L_{\text{р.х}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{п}} + L_{\text{доп}}$ Приложение 5	1. Эскиз наладки с указанием размеров обработки. 2. Длина резания $L_{\text{рез}}$. 3. Величина подвода, врезания и перебега инструмента $L_{\text{п}}$. 4. Дополнительная длина хода $L_{\text{доп}}$

№ этапа	Последовательность определения режима резания	Расчетная формула и нормативы	Исходные данные
2	Назначение расчетной подачи на зуб фрезы S_z , мм/зуб; определение рекомендуемой подачи S_z ; расчет подачи на оборот шпинделя S_0 мм/об; уточнение расчетной подачи S_z по подаче S_0	Карты Ф-2 с. 48–51 $S_0 = S_z \cdot z$ $S_z = \frac{S_0}{z}$	1. Обрабатываемый материал. 2. Тип фрезы. 3. Глубина (ширина) резания $t(B)$. 4. Число зубьев фрезы
3	Определение стойкости инструмента по нормативам T_p , мин	Карта Ф-3 с. 53–54	Коэффициент времени резания λ
4	Расчет скорости резания v в м/мин, числа оборотов шпинделя n в минуту и минутной подачи S_m , мм/мин; определение рекомендуемой скорости резания по нормативам; расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка; уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка; уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя; расчет величины S_m и уточнение по паспорту станка	Карта Ф-4 с. 55–62 $n = \frac{1000v}{\pi d}$ Паспорт станка (приложение) $v = \frac{\pi d n}{1000}$ $S_m = S_0 \cdot n$ Паспорт станка	1. Тип фрезы и инструментальный материал. 2. Обрабатываемый материал и его твердость. 3. Глубина резания t . 4. Подача S_z . 5. Принятая стойкость инструмента T_p
5	Расчет основного времени обработки T_o , мин	$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_m \cdot n}$	1. Длина рабочего хода $L_{p.x}$. 2. Минутная подача S_m

№ этапа	Последовательность определения режима резания	Расчетная формула и нормативы	Исходные данные
6	Корректирование режимов резания	Приложение 7 с. 425	1. Основное время T_{0i} , рассчитанное на этапе 5. 2. Основное время T_{0i} , соответствующее заданной производительности
7	Проверочные расчеты по мощности резания: определение мощности резания N_p , кВт, для каждой фрезы; проверка достаточности мощности двигателя	Карта Ф-6 с. 65 Приложение 6 с. 423	1. Глубина резания t . 2. Подача s_0 . 3. Скорость резания v . 4. Циклограмма работы станка

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка	Технологическая система	B	l	h
					мм		
1	Серый чугун, 150 НВ	Черновая; $Ra = 12,5$	Отливка	Жесткая	100	300	4
2	Сталь 20Х, $\sigma_b = 580$ МПа	Черновая; $Ra = 12,5$	Штампованная	Недостаточно жесткая	50	150	3,5
3	Сталь 45, $\sigma_b = 700$ МПа	Получистовая; $Ra = 6,3$	Прокат	Жесткая	120	280	1,5
4	Серый чугун, 200 НВ	Чистовая; $Ra = 3,2$	Отливка	Жесткая	150	250	1,5
5	Серый чугун, 170 НВ	Получистовая; $Ra = 6,3$	Отливка	Недостаточно жесткая	80	450	3
6	Сталь 45ХН, $\sigma_b = 750$ МПа	Получистовая; $Ra = 6,3$	Поковка	Жесткая	150	650	3

№ в-та	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Заготовка	Технологическая система	<i>B</i>	<i>l</i>	<i>h</i>
					мм		
7	Сталь коррозионно-стойкая 12Х18Н10Т, 180 НВ	Чистовая; $Ra = 3,2$	Прокат	Жесткая	110	320	1,2
8	Сталь 40Х, $\sigma_b = 700$ МПа	Черновая; $Ra = 12,5$	Поковка	Жесткая	85	270	4,5
9	Серый чугун, 200 НВ	Получистовая; $Ra = 6,3$	Отливка	Жесткая	75	380	2,5
10	Сталь Ст3, $\sigma_b = 450$ МПа	Черновая; $Ra = 12,5$	Поковка	Недостаточно жесткая	150	500	4,3

Пример решения задачи. На вертикально-фрезерном станке производится торцовое фрезерование плоской поверхности шириной $B = 80$ мм и длиной $l = 450$ мм, припуск на обработку $h = 2,5$ мм. Обрабатываемый материал – сталь 40Х с $\sigma_b = 700$ МПа, заготовка – поковка. Вид обработки – получистовое фрезерование, параметр шероховатости $Ra = 6,3$ мкм. Технологическая система достаточно жесткая. Эскиз обработки приведен на рис. 4.4.

Необходимо выбрать станок, назначить режимы резания (с использованием таблиц нормативов), определить основное время.

Решение.

1. Примем предварительно для обработки поверхности вертикально-фрезерный станок модели 6Р10 (исходя из габаритов рабочего пространства), в последующем после расчета режимов резания необходимо сопоставить мощность привода станка с эффективной мощностью резания. Выбор инструмента: диаметр торцовой фрезы выбирают в зависимости от ширины фрезеруемой поверхности: $D = 1,6$, $B = 1,6$, $D = 80$, $B = 128$ мм. Принимаем по карте 109 [3] – фреза торцовая $\varnothing 125$ мм, $z = 12$ зубьев.

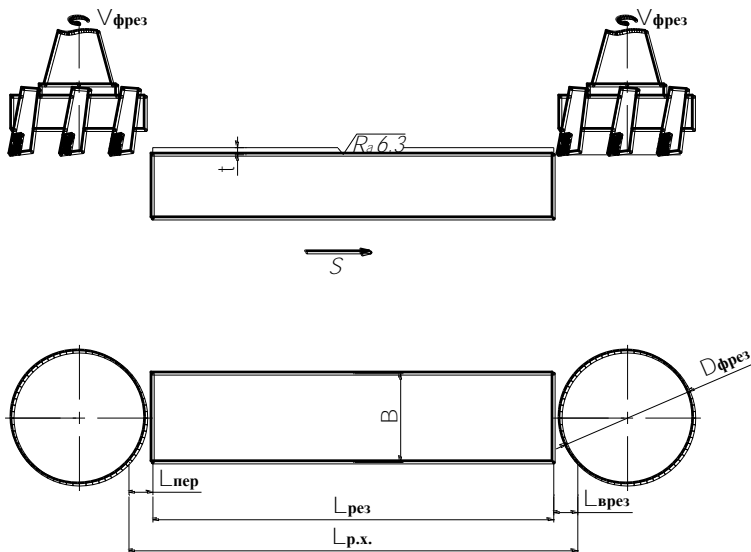


Рис. 4.4. Эскиз обработки

2. Устанавливаем глубину резания. Припуск на обработку удаляем за один рабочий ход (в данном случае это возможно, так как припуск относительно невелик). Глубина резания $t = 2,5$ мм.

3. Длина рабочего хода

$$L_{р.х} = L_{рез} + L_{п} + L_{доп} = 450 + 20 = 470 \text{ мм},$$

где $L_{рез}$ – длина резания, $L_{рез} = 450$ мм; $L_{п}$ – длина врезания, подвода и перебега (20 мм) [3, с. 418, прил. 5]; $L_{доп}$ – дополнительная длина, $L_{доп} = 0$.

4. Назначаем расчетную подачу на зуб фрезы.

4.1. Рекомендуемая подача $S_z = 0,1$ мм/зуб;

4.2. Расчет подачи на оборот шпинделя S_0 , мм/об:

$$S_0 = S_z \cdot z = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ мм/об}.$$

5. Определяем стойкость инструмента:

$$T_p = T_m \cdot \lambda \cdot K,$$

где T_m – стойкость инструмента, $T_m = 120$ мин [3, с. 51, карта Ф-2]; λ – коэффициент времени резания, K – коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки инструмента ($K = 1$).

$$\lambda = \frac{L_{\text{рез}}}{L_{\text{р.х}}} = \frac{450}{470} = 0,95 > 0,7,$$

т.к. $\lambda > 0,7$, то данный коэффициент не учитывается.

Стойкость инструмента $T_p = T_m = 120$ мин.

6. Рассчитываем скорость резания v , м/мин, число оборотов шпинделя n в минуту и минутную подачу S_m , мм/мин.

6.1. Определяем рекомендуемую нормативами скорость резания [3, с. 55, карта Ф-4]:

$$v = v_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 130 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 45,5 \text{ м/мин},$$

где $v_{\text{таб}}$ – скорость резания табличная, $v_{\text{таб}} = 130$ м/мин; K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемой стали, $K_1 = 0,7$; K_2 – коэффициент, зависящий от инструментального материала, $K_2 = 1,0$; K_3 – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента, $K_3 = 0,5$.

6.2. Рассчитываем частоту вращения шпинделя и уточняем ее по паспорту:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 45,5}{3,14 \cdot 125} = 115,92 \text{ мин}^{-1},$$

по паспорту $n_{\text{пасп}} = 125 \text{ мин}^{-1}$.

6.3. Уточняем скорость резания

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = 49,06 \text{ м/мин}.$$

6.4. Расчет минутной подачи:

$$S_m = S_0 \cdot n = 1,2 \cdot 125 = 150 \text{ мм/мин}.$$

7. Рассчитываем основное время обработки

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} = \frac{470}{1,2 \cdot 125} = 3,13 \text{ мин.}$$

8. Проводим проверочные расчеты по мощности резания.

8.1. Определяем мощность резания

$$N_{рез} = N_r \cdot K = 5,5 \cdot 1 = 5,5 \text{ кВт,}$$

где N_r – мощность резания по данным графика [3, с. 64, карта Ф-6], $N_r = 5,5$ кВт; K – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и его твердости, $K = 1$.

8.2. Проверяем достаточность мощности двигателя

$$N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{дв} \cdot \eta,$$

где $N_{дв}$ – мощность двигателя, $N_{дв} = 3$ кВт; η – КПД станка, $\eta = 0,9$.
 $5,5 \geq 1,2 \cdot 3 \cdot 0,9 = 3,24$ кВт, т.е. не удовлетворяет условию.

Следовательно, необходимо выбрать станок с более мощным приводом. Принимаем станок 6Р11. Произведем проверку по мощности: $5,5 \leq 1,2 \cdot 5,5 \cdot 0,9 = 5,94$ кВт, т.е. удовлетворяет условию.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Зарисовать эскиз обработки со схемой базирования.
4. По методике Барановского произвести расчет режима резания для данного задания.
5. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Должен включать название работы, содержание задания, эскиз обработки, сводную таблицу с рассчитанным режимом резания, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие виды фрезерования Вы знаете? (Зарисовать эскизы.)
2. В зависимости от чего производится предварительный выбор станка?
3. В чем заключается выбор режущего инструмента при назначении режима резания?
4. Как определить частоту вращения шпинделя фрезерного станка, если известны скорость резания и диаметр фрезы?
5. Дайте определение основного времени.
6. Как определить основное время для цилиндрического фрезерования?
7. Как определить основное время для торцового фрезерования?

Практическая работа № 5

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Цель работы: изучение особенностей геометрии деревообрабатывающего инструмента и практическое освоение методики выбора геометрии резца деревообрабатывающего инструмента.

Студент должен знать: конструктивные элементы резцов деревообрабатывающего инструмента; технологические условия применения различных резцов; поверхности на заготовке, координатные плоскости, поверхности, углы и элементы резца деревообрабатывающего инструмента; соотношения между углами заточки; понятие косой заточки резца деревообрабатывающего инструмента.

Студент должен уметь: пользоваться справочной и нормативной литературой; выбирать инструментальный материал для конкретных условий обработки резанием древесины и древесных материалов; выбирать углы и элементы резца деревообрабатывающего инструмента для конкретных условий обработки резанием.

Оборудование и приборы: образцы деревообрабатывающего инструмента с прямой и косой заточкой; образцы древесины; плакаты со схемами видов обработки древесины резанием.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Элементы резца деревообрабатывающего инструмента

Простой клиновидный резец имеет четыре поверхности (грани) (рис. 5.1). Передняя поверхность ($abcd$ на рис. 5.1, a) – это поверхность резца, по которой сходит стружка. Задняя поверхность ($abnm$) – поверхность, обращенная в сторону обработанной поверхности заготовки. Две боковые (adm и bcn) – это поверхности, примыкающие к передней и задней поверхностям резца. Эти поверхности при взаимном пересечении образуют пять кромок: ab – главная режущая кромка; bc и ad – передние боковые кромки; bn и am – задние боковые кромки (рис. 5.1, a). Кромки резца делят на стружкообразующие и подрезающие. Стружкообразующей является главная режущая

кромка, которая выполняет основную работу при резании. К подрезающим относят передние боковые кромки. Задние боковые кромки в процессе образования стружки не участвуют.

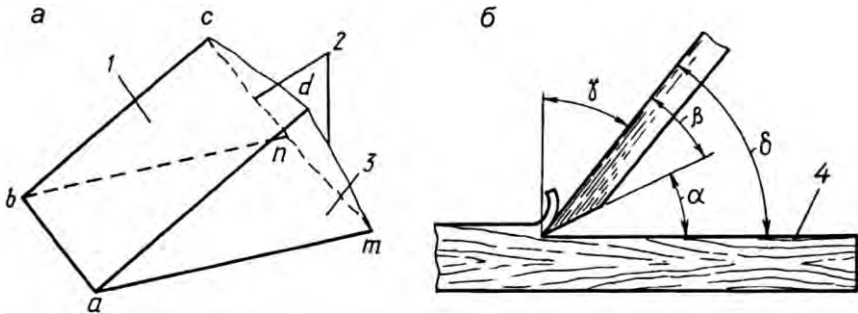


Рис. 5.1. Поверхности (а) и геометрические характеристики (б) реза:
 1 – передняя поверхность; 2 – боковые поверхности;
 3 – задняя поверхность; 4 – плоскость резания

Координатные плоскости и углы резания

При резании древесины резец устанавливают под углом к обрабатываемой поверхности (рис. 5.1, б). Обработанную поверхность, вдоль которой прямолинейно передвигается лезвие резца, называют *плоскостью резания*. Для описания геометрии режущего лезвия вводят ряд координатных плоскостей. *Плоскость движения* UV – плоскость, параллельная векторам скоростей главного движения V и движения подачи u . Для резцов с вращательным движением инструмента она перпендикулярна к оси вращения инструмента. Углы, замеренные в плоскости движения, называют *контурными* и указывают на рабочих чертежах. *Нормальная плоскость* N – это плоскость, перпендикулярная к главной режущей кромке и к плоскости резания. Перемещение стружки и действие сил трения по передней поверхности резца происходит в *плоскости схода стружки* S . В плоскости схода стружки измеряют истинные углы резания при главной кромке резца, которые влияют на силу резания и качество обработки. Если плоскости совпадают (или параллельны друг другу), то нет различий между контурными и истинными углами.

Различают следующие углы, характеризующие геометрические характеристики дереворежущего инструмента. *Передний угол* γ –

угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проведенной через главную режущую кромку перпендикулярно плоскости резания. *Задний угол* α – угол между задней поверхностью резца и плоскостью резания. *Угол заострения (угол заточки)* β – угол между передней и задней поверхностями резца у главной режущей кромки. *Угол резания* δ – угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания (рис. 5.1, б). Между указанными углами существуют следующие зависимости: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$; $\alpha + \beta = \delta$; $\delta + \gamma = 90^\circ$.

Угловые параметры резца должны быть согласованы с видом резания древесины – при резании вдоль волокон передний угол γ должен быть меньше, чем при резании в торец, но больше, чем при обработке поперек волокон.

При определении задних углов резания следует иметь в виду упругое восстановление древесины со стороны задней поверхности резца. Поэтому во избежание трения восстановившейся древесины о заднюю поверхность резца надо устанавливать меньший задний угол α при $\psi < 90^\circ$ и больший при торцевом резании.

Для того чтобы резец был достаточно прочным, не пружинил и не подвергался выкрашиванию режущей кромки при интенсивных режимах резания, угол β должен быть не меньше $40 \dots 45^\circ$. Следует учитывать, что с увеличением угла резания растет сила резания. Поэтому минимальный угол резания должен составлять 40° , а максимальный – 75° . Задний угол должен быть не менее 10° , так как при меньшей его величине увеличивается сила трения и сила резания.

Влияние вида резания на угловые характеристики резца деревобрабатывающего инструмента

При продольном резании древесины проблем с определением величин реальных значений углов резца не возникает, поскольку координатные плоскости UV , C и N совпадают (рис. 5.2, а).

При поперечном резании, особенно при большой протяженности главной режущей кромки, возможно образование вырвов волокон древесины ниже плоскости резания из-за относительно низкой связи между волокнами. Для предотвращения вырвов движущуюся главную режущую кромку резца располагают под углом ω к волокнам. В этом случае давление со стороны режущей кромки распределяется на ряд волокон и вдоль волокна нарастает постепенно.

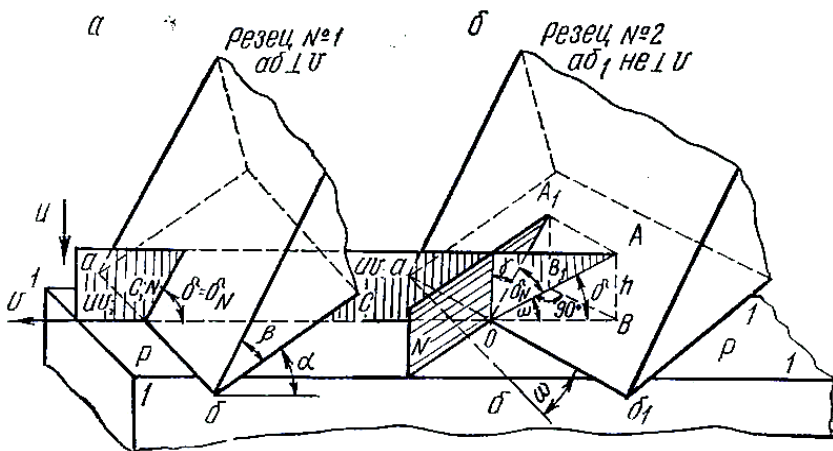


Рис. 5.2. Влияние вида резания на величину углов резца:

a – режущая кромка ab перпендикулярна к скорости резания; b – режущая кромка ab повернута к скорости резания под углом ω ; UV – плоскость движения; N – нормальная плоскость; C – плоскость схода стружки; P – обрабатываемая поверхность

При такой схеме резания главное режущее лезвие резца располагается под углом $90^\circ - \omega$ к направлению вектора скорости главного движения резания v . Плоскости UV и C совпадают, плоскость N будет повернута к ним на угол ω . Поэтому углы резания, измеренные в плоскостях C и N , будут различаться. Легко увидеть (рис. 5.3, б), что при повороте лезвия под углом ω справедливо соотношение $OB_1 = OB \cdot \cos(\omega)$. При $h = OB_1 \cdot \text{tg}(\delta_N) = OB \cdot \text{tg}(\delta)$ получаем

$$\text{tg}(\delta) = \text{tg}(\delta_N) \cdot \cos(\omega),$$

где δ – угол резания (угол AOB), δ_N – линейный угол двугранного угла (угол A_1OB_1).

Аналогично можно показать, что

$$\text{tg}(\alpha) = \text{tg}(\alpha_N) \cdot \cos(\omega).$$

Так как $\cos(\omega) < 1$, то для угла резания и заднего угла справедливы соотношения $\delta \leq \delta_N$ и $\alpha \leq \alpha_N$. Это означает, что поворот лезвия резца в плане приводит к уменьшению угла резания и заднего угла. Знак равенства выполняется при угле $\omega = 0$.

Данные соотношения для углов сохраняются при совершении резцом одновременно двух движений: со скоростью v_1 – нормально к главному режущему лезвию резца, и со скоростью v_2 – параллельно лезвию.

При закрытом резании, например, пилении, когда в работе резания участвуют не только главная, но и передние боковые кромки, надо различать углы резания $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$ в плоскости, перпендикулярной к плоскости, описываемой боковой кромкой (перпендикулярной к боковой стенке пропила и параллельной главной скорости резания V). Для таких резцов вводят понятие углы косой заточки.

Угол косой заточки по передней грани φ_1 – это угол между передней гранью и нормалью к боковой поверхности пилы. *Угол косой заточки по задней грани* φ_2 – это угол между задней гранью и нормалью к боковой поверхности пилы. Профиль зубьев пил определяется в основном тем, для какого вида пиления (продольного или поперечного) они предназначены.

При продольном пилении главная режущая кромка перерезает волокна в торец. Она же формирует дно пропила. Под давлением передней поверхности резец сравнительно легко сдвигает элемент стружки вдоль волокон. Стенки пропила формируют боковые режущие кромки. У таких резцов главная режущая кромка должна перерезать волокна прежде, чем они начнут отделяться передней гранью (иначе передняя грань будет вырывать еще не перерезанные волокна). Поэтому главную режущую кромку выдвигают вперед по ходу вращения относительно передней грани за счет положительного контурного переднего угла ($\gamma > 0$). Боковые режущие кромки могут иметь положительный передний угол за счет косой заточки по передней грани ($\varphi_1 > 0$). При продольном пилении используют *резцы с прямой заточкой*, т.е. резцы, у которых $\varphi_1 = 90^\circ$.

При поперечном пилении боковые режущие кромки перерезают волокна у стенок пропила в торец. Передняя поверхность скалывает перерезанные волокна и формирует дно пропила. Боковая режущая кромка должна перерезать волокна прежде, чем в контакт с ними вступит передняя поверхность. Для этого вспомогательную режущую кромку выдвигают вперед относительно главной режущей кромки за счет нулевого или отрицательного контурного переднего угла ($\gamma \leq 0$), боковые режущие кромки должны иметь положительный

передний угол за счет косо́й заточки зубьев по передней грани ($\varphi_1 > 0$) (рис. 5.3). Так как пила формирует две стенки пропила, то косо́ую заточку выполняют через зуб. Косо́ая заточка зубьев пил необходима, потому что при резании в торец боковыми кромками с углом $\varphi_1 = 90^\circ$ (без косо́й заточки) получается большой отгиб и деформация волокон у стенок пропила, очень шероховатая поверхность распила и значительная затрата работы на резание. При $\varphi_1 < 90^\circ$ надрезание волокон у стенок пропила опережает резание главной кромкой поперек волокон, что создает более гладкие стенки пропила.

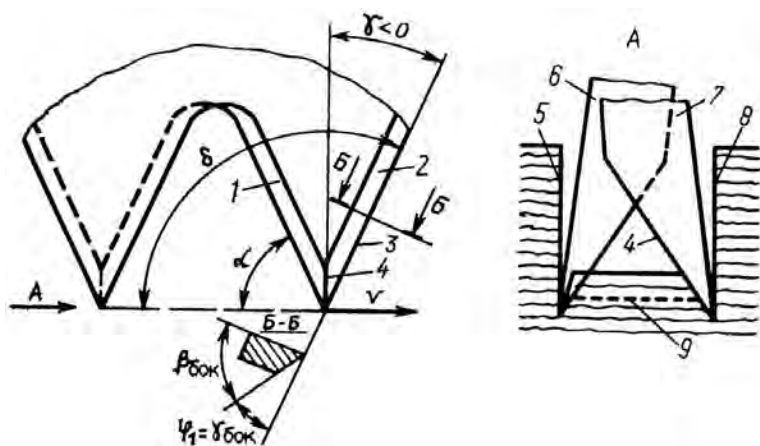


Рис. 5.3. Конструктивные элементы и геометрические характеристики режущего зуба с косо́й заточкой:
 1 – задняя поверхность зуба; 2 – передняя поверхность зуба; 3 – боковая режущая кромка; 4 – короткая режущая кромка; 5, 8 – стенки пропила; 6, 7 – режущие зубья; 9 – поверхность скалывания элемента стружки

На рис. 5.4 пунктиром показан резец с прямой заточкой (*агдвб*). Для главной кромки этого резца плоскость P_0 – это плоскость резания. Плоскость UV – плоскость движения (совпадает со стенкой пропила). Для резца с прямой заточкой плоскости N , C и UV параллельны друг другу (совпадают), поэтому нет различия между углами резания, измеряемыми в разных плоскостях. У резца с косо́й заточкой главная кромка ab_1 не перпендикулярна к вектору V , а повернута в плане на угол ω . В этом положении главная кромка ab_1 образует плоскость резания P , наклоненную к стенке пропила под

углом ε . Плоскость N , нормальная к ab_1 , не совпадает с плоскостью C , а пересекается с ней под углом ω . Поэтому углы реза следует различать в следующих плоскостях: контурные углы δ_k и α_k – в плоскости движения; линейные углы δ_N и α_N – в нормальной плоскости; истинные углы δ и α – в плоскости схода стружки.

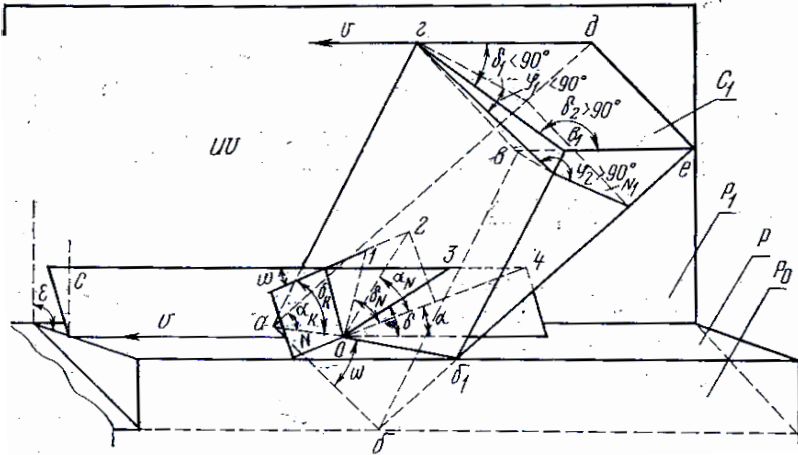


Рис. 5.4. Резание резцом с косой заточкой (пояснения в тексте)

Угол косой заточки $\varphi_1 < 90^\circ$ при боковой кромке ag измеряют в плоскости N_1 , нормальной к боковой кромке ag и стенке пропила. Угол $\delta_1 < 90^\circ$ – угол резания при передней боковой кромке ag в плоскости движения. Угол $\delta_2 > 90^\circ$ – угол резания при боковой кромке. Углы δ_1, δ_2 определяют по формулам

$$\operatorname{tg}(\delta_1) = \cos(\omega) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_1) = \cos(90 - \delta_k) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_1) = \sin(\delta_k) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_1),$$

$$\operatorname{tg}(\delta_2) = \cos(\omega) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_2) = \cos(90 - \delta_k) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_2) = \sin(\delta_k) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_2).$$

Если $\varphi_1 < 90^\circ$, то улучшается процесс надрезания волокон у стенки пропила, но противоположный угол у передней кромки b_1b_1 создает худшие условия работы по сравнению с резами с прямой заточкой. В этом случае, уменьшая подачу на резец, добиваются того, чтобы кромка b_1b_1 не участвовала в процессе пиления.

Углы ε , δ_1 и α у главной кромки ab_1 определяют по формулам

$$\operatorname{tg}(\varepsilon) = \frac{\sin(\beta_K)}{\sin(\delta_K) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi_2) + \sin(\alpha_K) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi_1)},$$

$$\operatorname{tg}(\delta_1) = \frac{\sin(\beta_K)}{\cos(\delta_K) \cdot \sin(\varepsilon) - \cos(\varepsilon) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)},$$

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\sin(\alpha_K)}{\cos(\varepsilon) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi_2) + \sin(\varepsilon) \cdot \cos(\alpha_K)}.$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Выбрать конструкцию инструмента и материал его режущей части в соответствии с исходными данными.
4. Зарисовать эскиз инструмента.
5. Произвести выбор геометрических и конструктивных элементов режущей части по справочным данным.
6. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Он должен включать название работы, содержание задания, эскиз инструмента, разрезы режущей части с проставленными углами, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите конструктивные элементы реза деревообрабатывающего инструмента.
2. Назовите координатные плоскости, используемые для задания углов заточки реза деревообрабатывающего инструмента.
3. Назовите углы, характеризующие резец.
4. Как влияет вид резания на величину углов реза?
5. Для чего нужна косая заточка реза?
6. Охарактеризуйте углы косой заточки реза.

Практическая работа № 6

ПОДГОТОВКА КРУГЛЫХ ПЛОСКИХ ПИЛ К РАБОТЕ

Цель работы: практическое освоение методики подготовки круглых дисковых пил к работе.

Студент должен знать: конструктивные элементы круглых дисковых деревообрабатывающих пил; технологические условия применения различных круглых дисковых пил; содержание основных операций подготовки круглых дисковых пил к работе.

Студент должен уметь: назначать операции подготовки круглых пил к работе и контролировать качество подготовки.

Оборудование и приборы: образцы круглых пил с прямой и косой заточкой.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основными операциями подготовки к работе круглых пил являются обрезка и насечка зубьев, правка, вальцевание (или проковка), заточка, развод (или плющение) зубьев, установка пилы на станок.

Обрезка и насечка зубьев

Обрезка и насечка зубьев проводится на пилоштампах. Пилоштампы – это станки, снабженные делительными механизмами, которые позволяют насекать зубья без предварительной разметки полотна пилы. На пилоштампе формируют предварительный контур зубьев, окончательная форма достигается заточкой их на пилоточных станках. При этом стачивается слой металла с дефектами, образовавшимися при штамповке.

Правка

Правкой исправляют местные и общие дефекты формы полотна пилы. Для обнаружения дефектов формы полотна пилу устанавливают в горизонтальном положении на три опоры и проверяют ее короткой поверочной линейкой с двух сторон (рис. 6.1). Установленные границы дефектов очерчивают мелом.

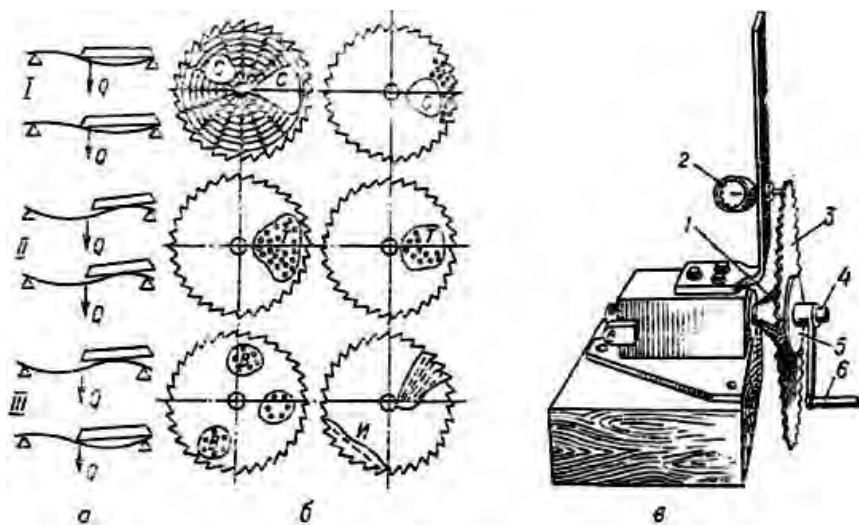


Рис. 6.1. Обнаружение и устранение дефектов формы полотна круглой плоской пилы:

a – схемы обнаружения дефектов проверкой с двух сторон; *б* – расположение ударов молотка при исправлении дефектов; *в* – приспособление для проверки качества правки пил

Способ правки зависит от типа дефекта. Слабые места С (на рис. 6.1, *a*, поз. I) исправляют ударами проковочного молотка с круглым бойком вокруг дефекта с постепенным ослаблением ударов по мере ударения от дефекта. Удары наносят с обеих сторон пилы.

Тугие места Т (поз. II) исправляют ударами проковочного молотка внутри зоны дефекта, начиная от границ и кончая в середине. Удары наносят с обеих сторон пилы.

Выпучину В (поз. III) исправляют ударами проковочного молотка со стороны выпучины. Чтобы не изменить общего натяжения полотна, между пилой, положенной выпучиной вверх, и наковальней помещают картонную или кожаную прокладку.

Изгиб пилы И – складки у зубчатой кромки, отогнутые участки кромки, горбатость и одностороннюю крыловатость диска (поз. III) – исправляют ударами правильного молотка с продолговатым бойком либо по самому хребту изгиба, либо, если размеры дефекта значительны, от краев изгиба к хребту со стороны выпуклости. Ось бойка должна совпадать с направлением оси изгиба.

Качество правки пил проверяют на специальном приспособлении (рис. 6.1, в). Критерием качества правки служит наибольшее отклонение поверхности пилы от плоскости торцевой поверхности коренной шайбы 1, указываемое индикатором 2 (торцовое биение, измеряемое в мм). Для стальных плоских пил диаметром до 450 мм предельное значение торцового биения составляет 0,1 мм, для пил диаметром 450...800 мм – 0,2 мм. Отклонение от прямолинейности торцевой поверхности пилы в зоне фланцев не должно превышать 0,05 мм.

Вальцевание

Вальцевание пил производят для создания начальных напряжений, необходимых для компенсации температурных напряжений, возникающих при неравномерном нагреве диска пилы в процессе пиления. Сущность вальцевания заключается в прокатке под давлением пильного диска между двумя рабочими роликами. Вальцевать пилу следует по одной окружности радиусом $(0,7...0,8)R$, (где R – радиус пилы без зубьев) в течение 3...4 оборотов. Сила прижима роликов при вальцевании новых непрокованных пил устанавливают в зависимости от диаметра и толщины диска. Для диска диаметром 315 мм и толщиной 1,8 мм требуется прижим роликов с силой 18,1 кН, диаметром 800 мм и толщиной до 3,6 мм – с силой до 25,4 кН.

Правильно провальцованная пила при расположении в горизонтальной плоскости на трех равномерно расположенных точечных опорах, находящихся внутри окружности впадин зубьев на расстоянии 3...5 мм от нее, при свободном провисании средней части должна приобретать равномерную вогнутость (тарельчатость). Нормативная величина прогиба изменяется от 0,15 до 0,9 мм с увеличением диаметра пилы от 250 до 710 мм. После вальцевания проводят окончательный контроль плоскостности и при необходимости дополнительно правят корпус пилы.

Проковка

Операция проковки выполняется с той же целью, что и вальцевание немеханизированным способом. Проковка заключается в нанесении ударов проковочным молотком по центральной части пилы, лежащей на наковальне (рис. 6.2). Перед проковкой делают раз-

метку пилы для определения точек нанесения ударов. Для этого проводят 12...16 радиусов, равномерно делящих диск, и 6...8 концентрических окружностей на равном расстоянии друг от друга, причем наружная окружность на расстоянии 20...30 мм от окружности впадин зубьев, а внутренняя – на 30...40 мм от окружности диаметра зажимных фланцев. Удары молотком наносят в точках пересечения радиусов с окружностями с двух сторон (рис. 6.2, *a*). Прогиб пилы после проковки проверяют так же, как и в случае вальцевания. Если прогиб недостаточен, то проковку повторяют, нанося удары между местами ударов первой проковки (рис. 6.2, *б*).

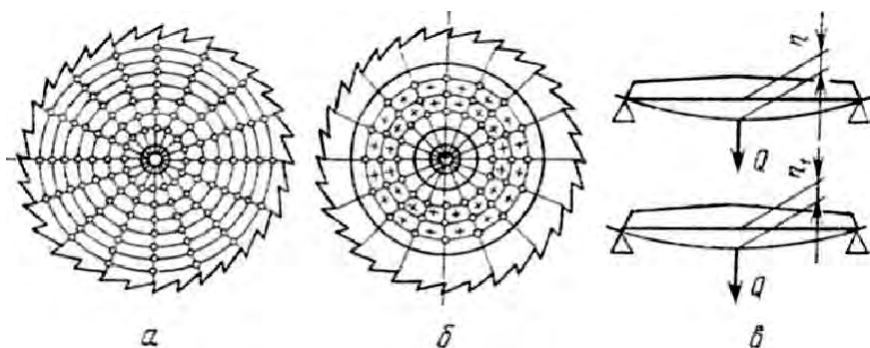


Рис. 6.2. Проверка круглой пилы:

a – расположение ударов при первичной проковке (точки); *б* – то же, при вторичной проковке (крестики); *в* – правильное состояние диска после проковки

Заточка зубьев

Заточка зубьев – это операция подготовки пилы, целью которой является восстановление режущей способности лезвий, утраченной в результате затупления режущих кромок, путем удаления шлифованием с рабочих поверхностей зубьев слоя металла толщиной, достаточной для восстановления правильной формы зубьев и остроты режущих кромок.

При заточке пил на станках-полуавтоматах абразивный инструмент (рис. 6.3, *a*) в виде плоского шлифовального круга конического профиля устанавливается таким образом, чтобы его боковая поверхность составляла угол с передней поверхностью лезвия зуба около 2° .

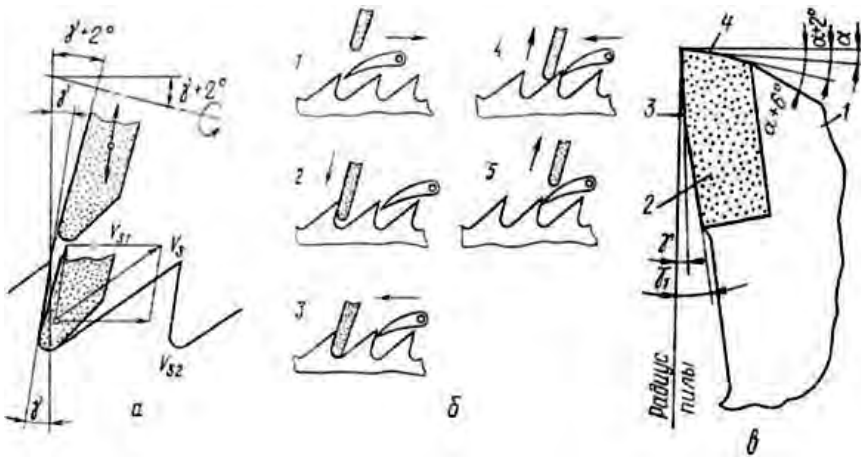


Рис. 6.3. Заточка зубьев пил на станках:

а – установка круга; *б* – последовательные положения круга, зубьев и подающей собачки; *в* – схема заточки зуба, оснащенного пластиной из твердого сплава

Для этого ось вращения наклоняют на угол $\gamma + 2^\circ$. Движение круга вверх-вниз происходит строго вдоль передней поверхности под углом γ к вертикали, где γ – передний угол лезвия зуба.

Движение круга вниз соответствует заточке передней поверхности и происходит при неподвижной пиле. Движение круга вверх используется для заточки задней поверхности. Нижнее положение круга соответствует заглоблению в металл впадин между зубьями пилы. В верхнем положении круг должен находиться несколько выше вершины зуба, чтобы обеспечить перемещение пилы для заточки следующего зуба.

Периодическая подача пилы на величину шага зубьев осуществляется с помощью подающей собачки. Последовательные взаимные положения шлифовального круга зубьев пилы и подающей собачки показаны на рис. 6.3, *б*. При крайнем верхнем положении круга собачка движется назад 1. Шлифовальный круг, двигаясь в низ, затачивает зуб по передней поверхности, собачка при этом приходит в крайнее правое положение 2. При опускании круга в крайнее нижнее положение затачивается основание впадины, собачка перемещается вперед, достигая передней поверхности следующего зуба 3. Одновременно с движением круга вверх собачка движется вперед,

происходит заточка задней поверхности 4. При приближении круга к крайнему верхнему положению собачка находится в крайнем переднем положении 5. Затем цикл повторяется.

Пилу затачивают за 4...5 проходов шлифовального круга. За один проход снимают слой толщиной не более 0,6 мм. Заканчивают заточку, делая два-три легких прохода с врезанием круга на глубину не более 0,02 мм. Заусенцы с боковых поверхностей зубьев снимают мелкозернистым шлифовальным бруском.

Пила считается правильно заточенной, если обеспечены заданный профиль зубьев, достаточная острота режущих кромок, расположение вершин зубьев на одной окружности, отсутствие заворотов, надломов, заусенцев и засинения вершин зубьев, плавное закругление дна межзубовых впадин. Чтобы добиться расположения вершин зубьев соответственно на одной окружности рекомендуется прифуговывать зубья. Прифуговку выполняют мелкозернистым оселком (зернистость 5...10) при вращении пилы в направлении, обратном рабочему и малой частоте вращения.

Для заточки круглых стальных пил используют шлифовальные круги из электрокорунда белого марок 23А, 24А, 25А, зернистостью 40 и 25, твердостью СТ на бакелитовой связке. При контроле качества заточки используют шаблоны, копирующие стандартные профили зубьев, универсальный угломер, контрольно-измерительные приборы для измерения шероховатости заточенных поверхностей.

Уширение

Уширение режущей части диска круглых плоских стальных пил достигается разводом или плющением зубьев. Развод как более простую и производительную операцию используют чаще, чем плющение. Зубья пил для поперечного пиления только разводят.

Развод заключается в отгибе кончиков зубьев поочередно в правую и левую стороны на высоте h_p , равной $1/3$ или $1/2$ высоты зуба h_3 , по линии изгиба И-И, перпендикулярной биссектрисе угла заострения β (рис. 6.4, а). Величина развода зубьев b_1 назначается в зависимости от свойств распиливаемого материала, качества правки пил и режима резания и колеблется в интервале 0,3...1,2 мм.

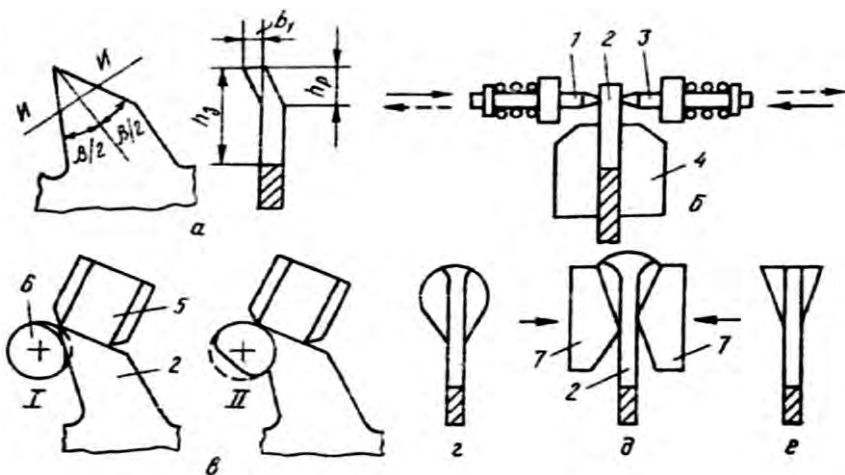


Рис. 6.4. Уширение режущей части диска стальных круглых пил:

a – разведенный зуб; *б* – схема механизированного развода зубьев на станке;
в – схема плющения зуба; *г* – форма плющеного зуба; *д* – схема формирования зуба;
е – зуб после плющения, формирования и заточки;
 1 и 3 – разводной штырь; 2 – зуб пилы; 4 – зажим;
 5 – наковальня; 6 – валик; 7 – плашка

Плющение заключается в том, что к кончику зуба 2 со стороны задней поверхности прижимают упор (наковальню) 5, а со стороны передней поверхности подводят профилированный плющильный валик 6 (рис. 6.4, в). При повороте вокруг оси валик внедряется в материал зуба, расплющивая его кончик. Вид зуба после плющения со стороны задней поверхности показан на рис. 6.4, г. Правильную форму плющеному зубу придают путем бокового обжатия твердыми закаленными плашками 7. Окончательную форму плющенный и сформированный зуб получает после заточки (рис. 6.4, е).

Плющение зубьев пил для продольного распиливания предпочтительнее развода зубьев. Величина уширения зуба на сторону при плющении может быть принята на 10 % меньше, чем при разводе. Число зубьев пилы может быть уменьшено в 1,5...1,8 раза, что при сохранении качества обработки позволяет на 12...15 % снизить затраты энергии на резание.

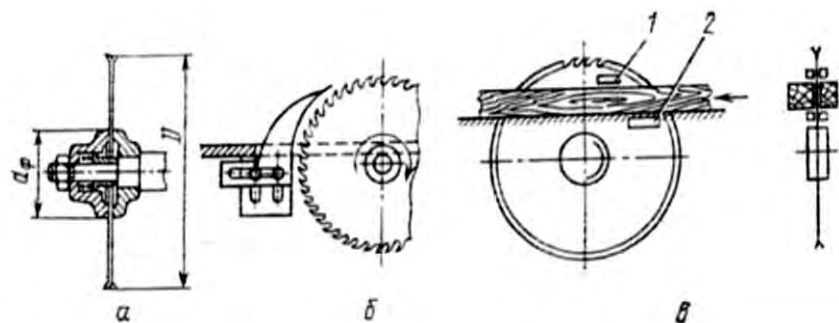


Рис. 6.5. Установка пил на станке:
a – конструкция центрирующих фланцев; *б* – установка раскливающего ножа;
в – схема установки направляющих диска

Установка пил на станке

Пилу устанавливают на валу так, чтобы центр диска совпал с осью, шпинделя. Для этого применяют самоцентрирующиеся оправки (рис. 6.5, *a*). Опорные поверхности крепления фланцев должны быть строго перпендикулярны оси шпинделя, на их крепящих поверхностях не должно быть никаких выступов. Зажимная гайка должна иметь резьбу, обратную вращению пилы.

Для закрепления пил диаметром более 400 мм устанавливают боковые направляющие, ограничивающие отклонение пилы при случайных нагрузках. Направляющие изготавливают из текстолита, фторопласта и других подобных материалов. Зазор между пилой и направляющими должен быть равен половине торцового биения пилы плюс 0,1 мм. При эксплуатации пил пониженной толщины рекомендуется применять две пары направляющих: верхние 1 и нижние 2 (рис. 6.5, *в*).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с общими положениями работы.
2. Записать условие задания согласно своего варианта.
3. Выбрать конструкцию инструмента и материал его режущей части в соответствии с исходными данными.
4. Зарисовать эскиз инструмента.

5. Произвести выбор геометрических и конструктивных элементов режущей части по справочным данным.
6. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах белой бумаги формата А4 или в тетради. Он должен включать название работы, содержание задания, эскиз инструмента, разрезы режущей части с проставленными углами, выводы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите конструктивные элементы резца деревообрабатывающего инструмента.
2. Назовите координатные плоскости, используемые для задания углов заточки резца деревообрабатывающего инструмента.
3. Назовите углы, характеризующие резец.
4. Как влияет вид резания на величину углов резца?
5. Для чего нужна косая заточка резца?
6. Охарактеризуйте углы косой заточки резца.

Литература

1. Справочник технолога машиностроителя / под общ. ред. А.Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1972. – Т. 2. – 568 с.
2. Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учебное пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент» / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448с.
3. Режимы резания металлов: справочник / Ю.В. Барановский [и др.]. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
4. Технология механической обработки конструкционных материалов и режущий инструмент: учебное пособие для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология (по направлениям). Дополнительная специальность»: в 3 ч. / И.А. Иванов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2004. – Ч. 1: Основы механической обработки металлов и сплавов и металлорежущий инструмент. – 170 с.
5. Иванов, И.А. Технология механической обработки конструкционных материалов и режущий инструмент: учебное пособие для студентов специальности 1-02 06 02 «Технология (по направлениям). Дополнительная специальность»: в 3 ч. / И.А. Иванов. – Минск: БНТУ, 2007. – Ч. 2: Основы механической обработки древесины и дереворежущий инструмент. – 124 с.
6. Справочник технолога машиностроителя / под общ. ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Практическая работа № 1</i>	
Выбор материала режущей части и геометрии токарного резца	3
<i>Практическая работа № 2</i>	
Многолезвийный режущий инструмент.....	13
<i>Практическая работа № 3</i>	
Назначение режимов резания при точении.....	24
<i>Практическая работа № 4</i>	
Назначение режимов резания при фрезеровании.....	38
<i>Практическая работа № 5</i>	
Конструктивные элементы и особенности геометрии резца деревообрабатывающего инструмента.....	52
<i>Практическая работа № 6</i>	
Подготовка круглых плоских пил к работе.....	60
Литература	69

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Методические указания
по выполнению практических работ
для студентов специальности
1-02 06 02 «Технология (по направлениям).
Дополнительная специальность»

С о с т а в и т е л и :
ИВАНОВ Игорь Аркадьевич
КОМАРОВСКАЯ Виктория Маратовна

Редактор Л.Н. Шалаева
Компьютерная верстка Д.К. Измайлович

Подписано в печать 20.05.2010.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,13. Уч.-изд. л. 3,23. Тираж 80. Заказ 148.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.