

**ИССЫК-КУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. К.ТЫНЫСТАНОВА**

Кафедра: Машиноведения и ТОСД

**Такырбашев А. Б., Чинбаев О.К.,
Шаршеев Ф.Т., Калпаков С.Р.**

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсу
*«Резание материалов,
станки и инструменты»*
для специальностей 54.05.01, 552101.02**

Каракол, 2014

УДК 658
ББК 30.61
М 54

Рекомендовано к изданию решением Учебно-методического совета ИГУ им. К. Тыныстанова (протокол № 7 от 2.04. 2013 г.) и Ученым советом ИГУ им. К.Тыныстанова (протокол № 12 26.06. 2013 г.).

Рецензенты: член-корр. МИА, академик ИА КР, д-р техн. наук, и.о. проф. Зиялиев К. Ж.,
Директор научно-исследовательского центра проблем машиностроения им. С. Абдраимова, академик МИА, д-р техн. наук Абдраимов Э.С.

Составители: Такырбашев А.Б., Чинбаев О.К., Шаршеев Ф.Т., Калпаков С.Р.

М 54 Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Резание материалов, станки и инструменты» для студентов направлений 54.05.01, 552101.02 /Сост. Такырбашев А.Б. и др. ИГУ им. К.Тыныстанова. – Каракол: 2014. - 92 с.

ISBN 978-9967-454-33-0

В методическом пособии содержатся лабораторные работы с индивидуальным заданием и примеры задач.

М 2103000000-14
ISBN 978-9967-454-33-0

УДК 658
ББК 30.61
© Такырбашев А.Б., Чинбаев О.К., Шаршеев Ф.Т., Калпаков С.Р., 2014.
@ ИГУ им. К.Тыныстанова, 2014.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с программой предмета "Резание материалов, станки и инструменты" для специальностей 54.05.01 «Профессиональное обучение», 552101.02 «Эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования».

Цель данного методического указания - оказать помощь при изучении и приобретении практических навыков при выборе инструмента и его геометрии, определении параметров режимов резания, сил резания, а также при расчете основного технологического времени.

Лабораторная работа № 1

Изучение геометрических и конструктивных параметров токарных резцов

Цель работы: изучение геометрических и конструктивных элементов различных видов токарных резцов, конструкций измерительных приборов (штангенциркуля, угломера универсального) и приемов работы при измерении геометрических и конструктивных параметров резцов.

Основные элементы токарного резца

Токарные резцы используются на токарных станках для получения из заготовок деталей с цилиндрическими, коническими, фасонными и торцовыми поверхностями, образующимися в результате вращения заготовки и поступательного перемещения резца.

Режущий инструмент (рис. 1.1) состоит из рабочей части — головки 1 резца и присоединительной части — тела 5 резца.

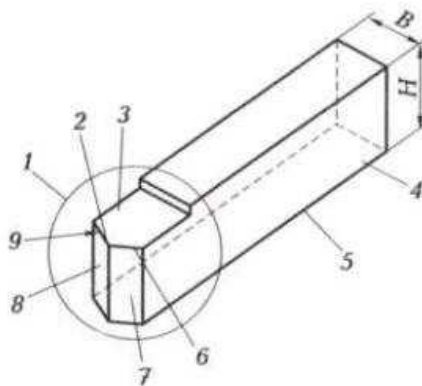


Рис. 1.1. Основные элементы токарного резца:

1 — головка резца; 2 — вершина лезвия; 3 — передняя поверхность; 4 — опорная (основная) плоскость; 5 — тело резца; 6 — главная режущая кромка; 7 — главная задняя поверхность; 8 — вспомогательная задняя поверхность; 9 — вспомогательная режущая кромка; B и H - соответственно ширина и высота державки.

Тело резца с опорной плоскостью 4 служит для закрепления его в резцедержателе. Головка резца образуется посредством специальной заточки, и ее основными элементами являются передняя поверхность, задние поверхности, режущие кромки и вершина.

Передней называется поверхность резца, по которой сходит стружка.

Задними называются поверхности резца, обращенные к обрабатываемой заготовке (главная 7 и вспомогательная 8).

Режущие кромки образуются при пересечении передней и задних поверхностей.

Главная режущая кромка (лезвие) выполняет основную работу резания и образуется пересечением передней и главной задней поверхностей.

Вспомогательная режущая кромка (лезвие) образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей. Вспомогательных режущих кромок может быть две (например, у отрезного резца).

Вершина резца представляет собой место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. При криволинейном сопряжении режущих кромок вершина имеет округленную форму с радиусом r (см. рис. 1.3).

Классификация резцов

Резцы подразделяются следующим образом.

1. По типу станков (рис. 1.2) различают токарные, строгальные и долбежные резцы.

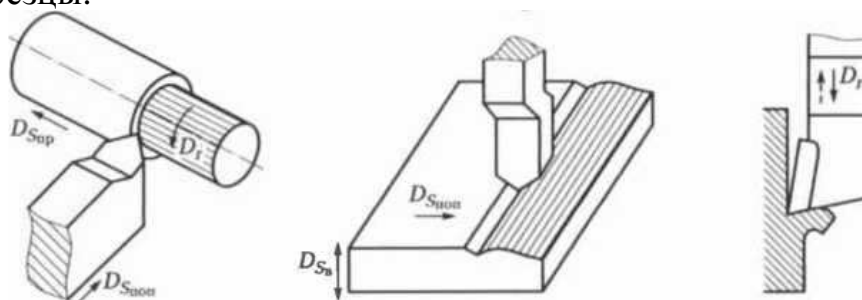


Рис. 1.2. Токарный (а), строгальный (б) и долбежный (в) резцы: D_{Snop} и D_{Sp} — направления движения соответственно поперечной и продольной подачи; D_r — направление главного движения (вращение заготовки); $D_{Sв}$ — вертикальная подача.

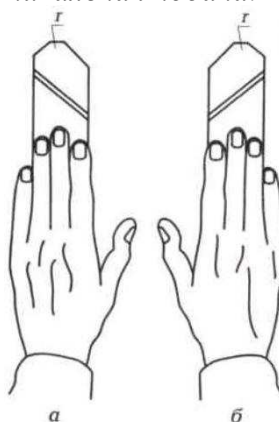


Рис. 1.3. Определение левого (а) и правого (б) резцов.

2. По направлению подачи (см. рис. 1.3) различают правые и левые резцы.

Правыми называются резцы, главная режущая кромка которых при

наложении на них ладони правой руки (таким образом, чтобы четыре пальца были направлены к вершине) оказывается расположенной на стороне большого пальца. При работе на токарном станке такие резцы перемещаются справа налево (от задней бабки к передней).

Левыми называются резцы, главная режущая кромка которых при наложении на них ладони левой руки (как указано ранее) оказывается расположенной на стороне большого пальца.

3. По конструкции головки относительно стержня резцы подразделяются на прямые (рис. 1.4, а), отогнутые (рис. 1.4, б), изогнутые (рис. 1.4, в) и с оттянутой головкой (рис. 1.4, г).



Рис. 1.4. Резцы прямые (а), отогнутые (б), изогнутые (в) и с оттянутой головкой (г)

4. По сечению стержня различают прямоугольные, квадратные и круглые резцы.

5. По назначению (рис. 1.5) различают следующие резцы: проходные — производящие обтачивание детали вдоль оси ее вращения или в плоскости, перпендикулярной этой оси (рис. 1.5, а—в);

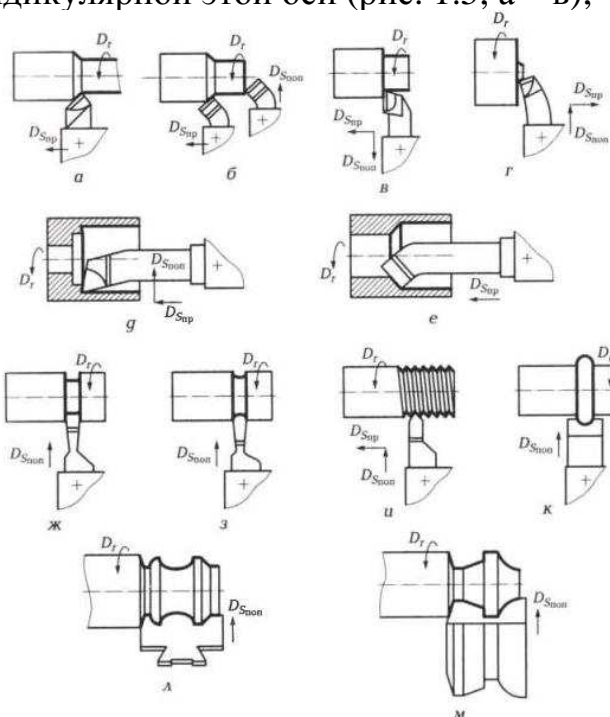


Рис. 1.5. Типы резцов, определяемые по назначению:

а — проходной прямой; б — проходной отогнутый; в — проходной упорный; г — подрезной; д — расточный для сквозных отверстий; е — расточный для глухих отверстий (упорный); ж — отрезной; з — прорезной; и — резьбовой; к — фасонный стержневой; л — фасонный призматический; м — фасонный круглый (дисковый).

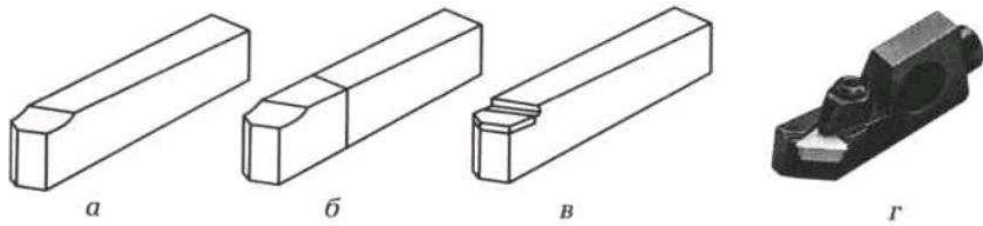


Рис. 1.6. Типы резцов, определяемые по способу крепления их режущей части:
а — цельный; б — сваренный встык; в — с припаянной пластиной; г — с механическим креплением пластины.

подрезные — служащие для подрезания уступов под прямым и острым углами к основному направлению обтачивания (рис. 1.5, г); расточные — для растачивания сквозных и глухих отверстий в направлении оси вращения (рис. 1.5, д, е); отрезные — служащие для отрезки материала под прямым углом к оси вращения и для прорезания узких канавок (рис. 1.5, ж, з); фасонные — используемые для получения сложной фасонной формы обтачиваемой детали (рис. 1.5, к, м).

6. По характеру обработки различают резцы черновые, чистовые, тонкого точения.

7. По роду материала различают резцы с пластинами из твердого сплава, из быстрорежущей стали и из минералокерамики.

8. По способу крепления режущей части (рис. 1.6) резцы подразделяются на цельные, сваренные встык, с припаянной пластиной и с механическим креплением пластины.

На обрабатываемой заготовке (рис. 1.7) различают обработанную, обрабатываемую поверхности и поверхность резания.

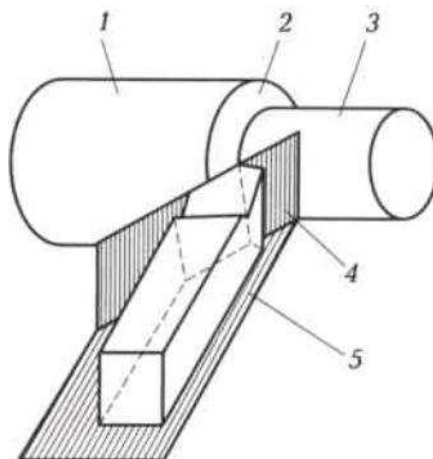


Рис. 1.7. Поверхности заготовки, образуемые при обработке резцом:
1 — обрабатываемая поверхность; 2 — поверхность резания; 3 — обработанная поверхность; 4 — плоскость резания; 5 — основная плоскость

Под **обрабатываемой поверхностью** понимают поверхность заготовки, которая частично или полностью удаляется при обработке. Под **обработанной поверхностью** понимают поверхность, образованную на

заготовке в результате обработки. **Поверхностью резания** называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно главной режущей кромкой.

Геометрические параметры режущей части резца

Для изучения геометрии токарного резца устанавливают четыре координатные плоскости (рис. 1.8): плоскость резания, основную плоскость, главную и вспомогательную секущие плоскости.

Плоскость резания P_n — координатная плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

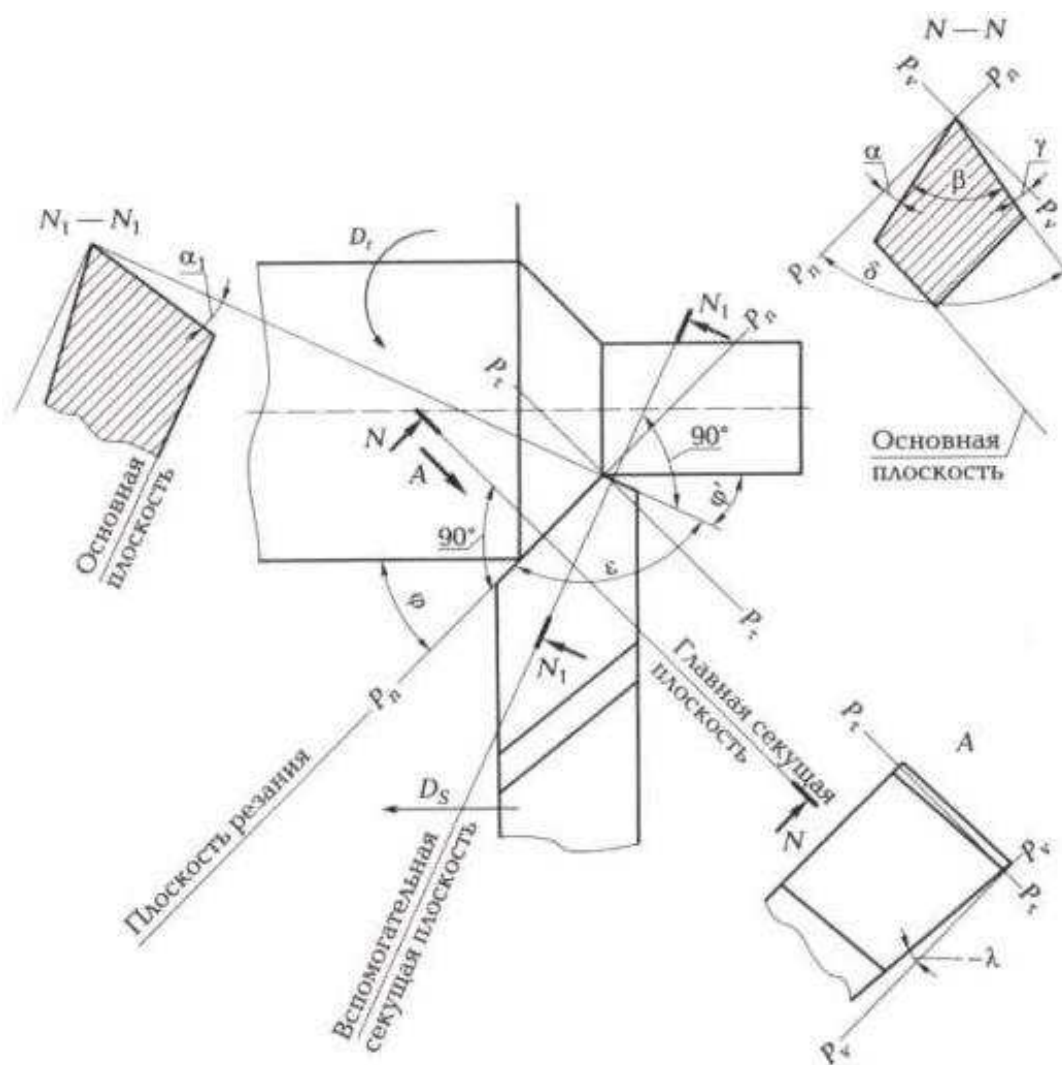


Рис. 1.8. Геометрия режущей части резца

Основная плоскость P_v — координатная плоскость, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки, параллельно поперечной и продольной подачам резца.

Главная секущая плоскость P_τ (сечение N—N) — координатная плоскость, перпендикулярная проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Вспомогательная секущая плоскость $P_{\tau 1}$ (сечение $N_1—N_1$) — координатная плоскость, перпендикулярная проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости P_τ (см. сечение N—N на рис. 1.8). К главным углам резца относятся главный передний угол, главный задний угол, угол заострения и угол резания.

Главный передний угол γ — это угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку.

Этот угол может быть:

положительным ($+\gamma$) — когда передняя поверхность направлена вниз от плоскости, перпендикулярной плоскости резания;

равным нулю — когда передняя поверхность перпендикулярна плоскости, перпендикулярной плоскости резания;

отрицательным ($-\gamma$) — когда передняя поверхность направлена вверх от плоскости, перпендикулярной плоскости резания.

При положительном значении переднего угла γ между углами резца существуют следующие зависимости:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ;$$

$$\alpha + \beta = \delta;$$

$$\delta + \gamma = 90^\circ;$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma.$$

При отрицательном значении переднего угла γ угол резания δ определяется по формуле

$$\delta = 90^\circ + \gamma.$$

Положительный передний угол γ облегчает процесс резания и обеспечивает более свободный сход стружки по передней поверхности, а также уменьшает деформацию срезаемого слоя, силы резания и расход мощности.

Вместе с тем увеличение переднего угла приводит к уменьшению угла резания δ , т.е. к ослаблению режущего клина, снижению его прочности и увеличению износа резца. Следовательно, при обработке твердых и хрупких материалов для повышения прочности и стойкости инструмента следует применять небольшие передние углы, а при обработке мягких и вязких материалов — большие.

Главный задний угол α — это угол между касательной к главной задней поверхности резца в рассматриваемой точке режущей кромки и плоскостью резания. Задние углы уменьшают трение задних поверхностей инструмента о поверхность резания и обработанную поверхность.

Угол заострения β — это угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Угол резания δ — это угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Вспомогательные углы резца измеряются во вспомогательной секущей плоскости $P_{\tau 1}$ (см. сечение $N_1—N_1$ на рис. 1.8).

Вспомогательный задний угол α , — это угол, заключенный между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку резца перпендикулярно основной плоскости.

Углы в плане рассматриваются в основной плоскости P_v . К ним относятся главный угол в плане, вспомогательный угол в плане и угол при вершине в плане.

Главный угол в плане φ — это угол, заключенный между проекцией главной режущей кромки резца на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане φ' — это угол, заключенный между проекцией вспомогательной режущей кромки резца и направлением, противоположным подаче.

Угол при вершине в плане ε — это угол, заключенный между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок резца на основную плоскость P_v .

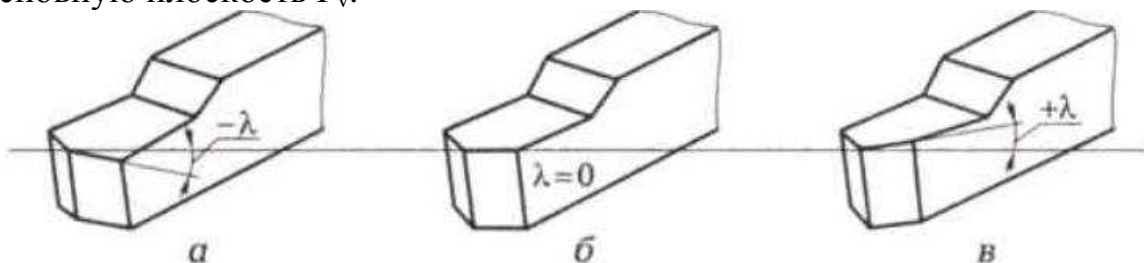


Рис. 1.9. Углы λ наклона главной режущей кромки:
а — отрицательный; б — равный нулю; в — положительный

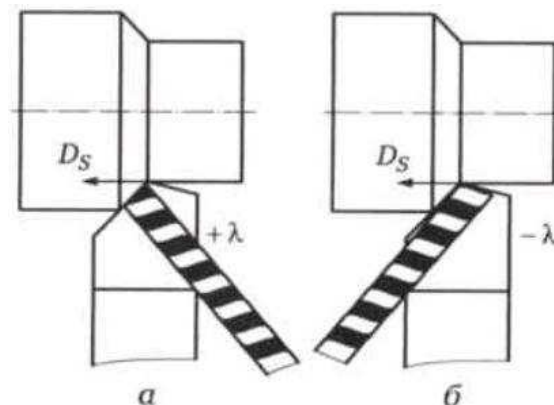


Рис. 1.10. Влияние угла наклона главной режущей кромки на направление схода стружки

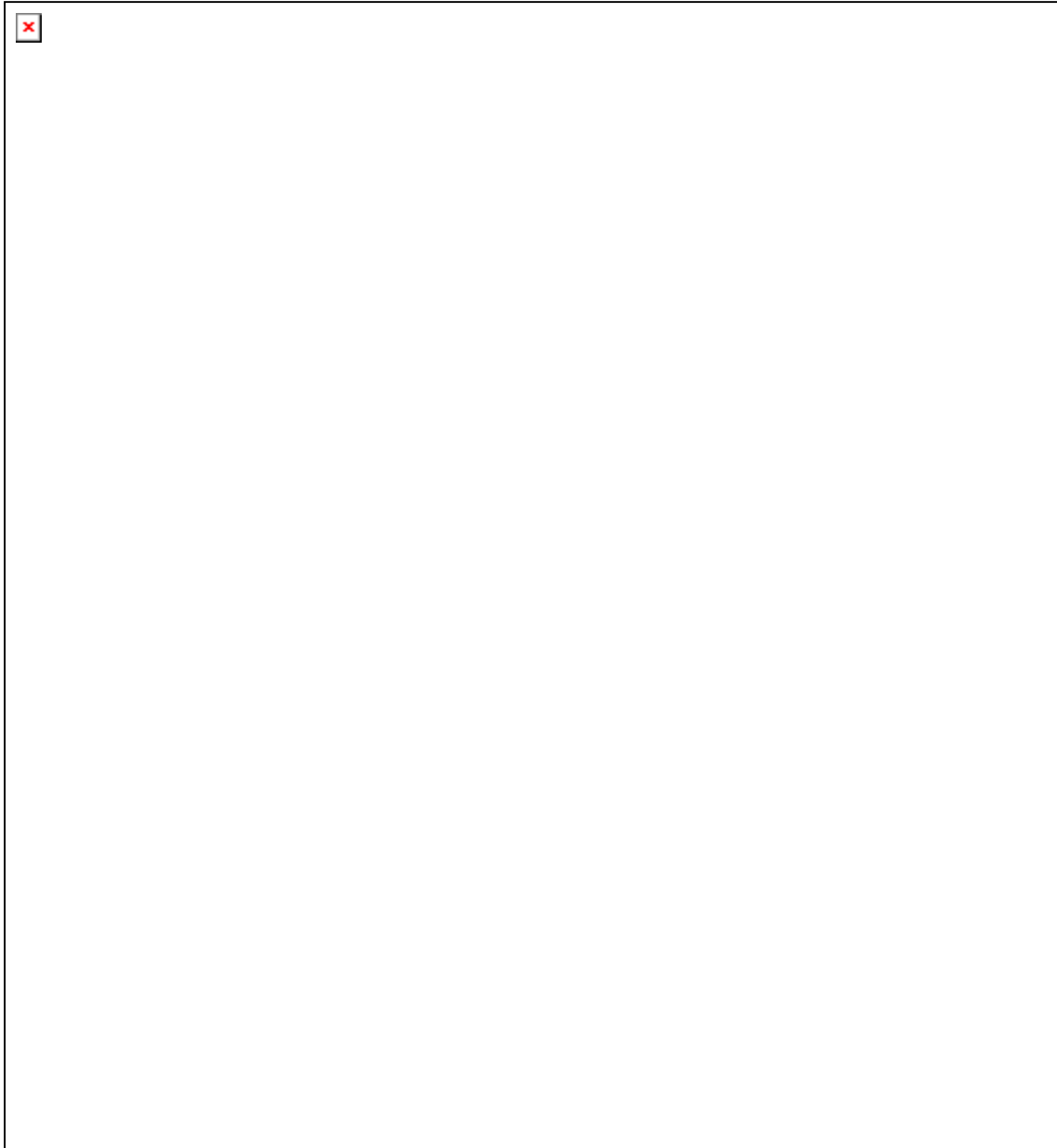


Рис. 1.11. Токарные проходные резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава:

а — прямой; б — отогнутый; I, II — положения резца

Из рис. 1.8 видно, что сумма углов в плане равна 180° , т.е.

$$\varphi + \varphi' + \varepsilon = 180^\circ.$$

Угол наклона главной режущей кромки λ (см. рис. 1.8 вид А на главную заднюю поверхность) — это угол, заключенный между главной режущей кромкой резца и линией, проведенной через его вершину параллельно основной плоскости. Угол λ измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку резца перпендикулярно основной плоскости (плоскость резания P_n).

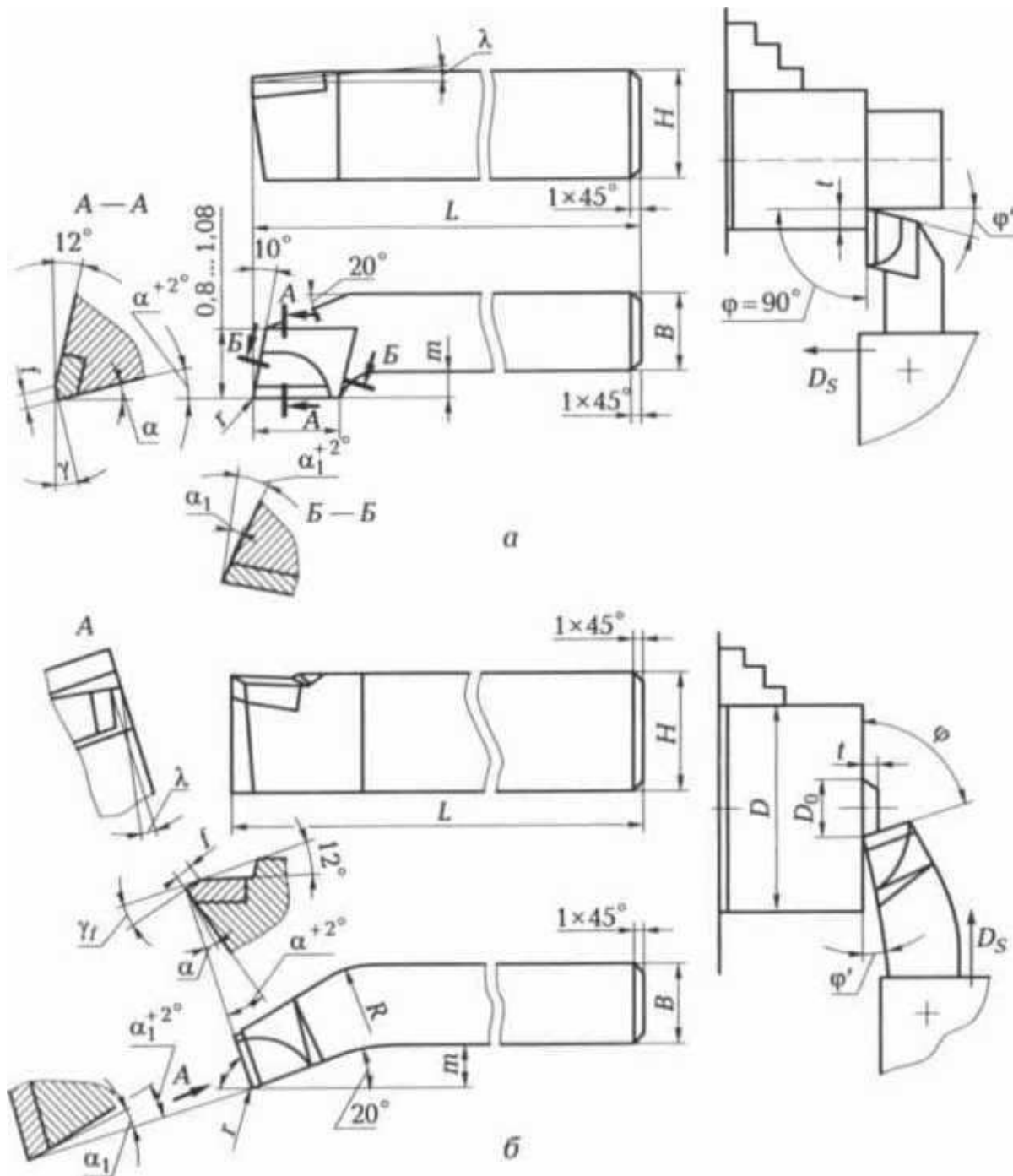


Рис. 1.12. Токарные резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава:
 а — проходной упорный; б — подрезной (торцовый)

Угол наклона главной режущей кромки λ может быть:
 отрицательным — когда вершина резца является наивысшей точкой
 режущей кромки (рис. 1.9, а);

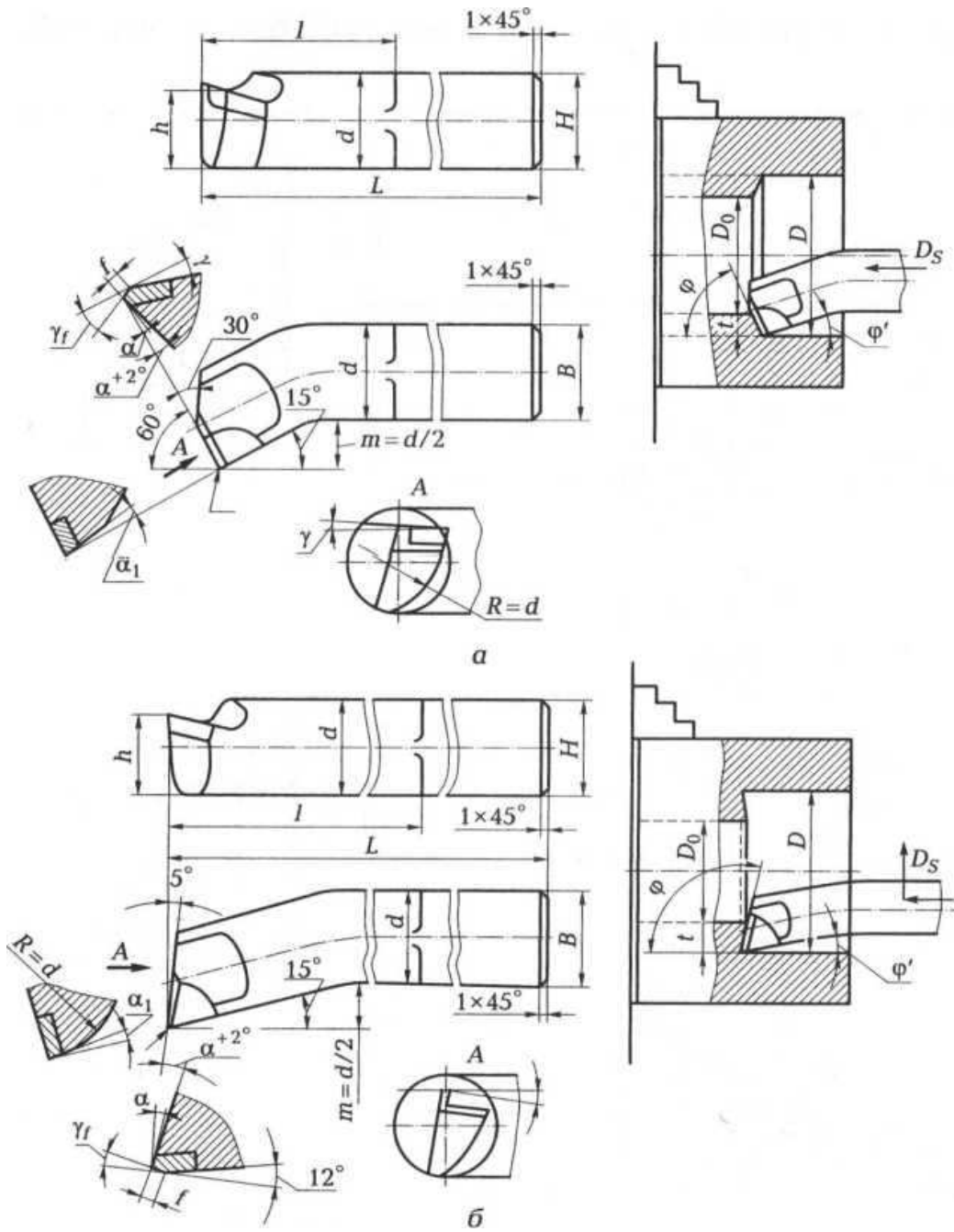
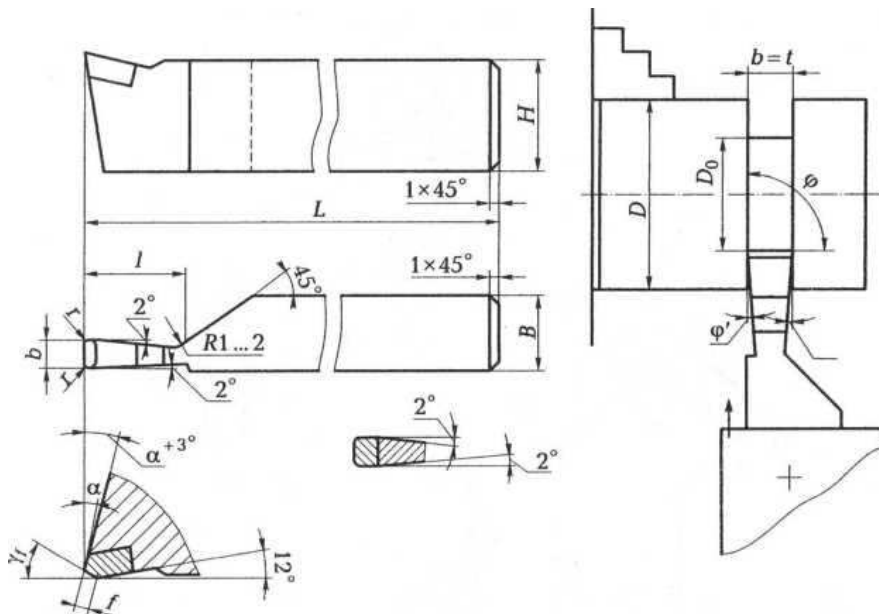


Рис. 1.13. Токарные расточные резцы, оснащенные пластинами из твердого сплава:
 а — для обработки сквозных отверстий; б — для обработки глухих отверстий



*Рис. 1.14. Токарный отрезной резец, оснащенный пластиной из твердого сплава равным нулю — когда главная режущая кромка параллельна основной плоскости (рис. 1.9, б);
положительным — когда вершина резца является наинизшей точкой режущей кромки (рис. 1.9, в).*

Угол λ влияет на направление схода стружки (рис. 1.10), а также на прочность головки резца и режущей кромки, что особенно важно при прерывистом резании.

При положительном значении угла λ (режущая кромка выше вершины резца) стружка перемещается назад от режущей кромки в сторону образованной поверхности заготовки и может при этом ухудшать качество обработки (рис. 1.10, а). При обработке вязких материалов при отрицательном значении угла λ (режущая кромка ниже вершины резца) стружка отходит вперед в направлении подачи D_s инструмента (рис. 1.10, б).

Геометрические параметры некоторых токарных резцов показаны на рис. 1.11—1.16.

Правый токарный проходной прямой резец с $\phi = 45^\circ$ показан на рис. 1.11, а, а **правый токарный проходной отогнутый резец** с $\phi = 45^\circ$ — на рис. 1.11, б.

Проходные резцы применяются для обработки заготовки вдоль оси (см. рис. 1.11, а, б, поз. I) и для подрезки торца (см. рис. 1.11, б, поз. II).

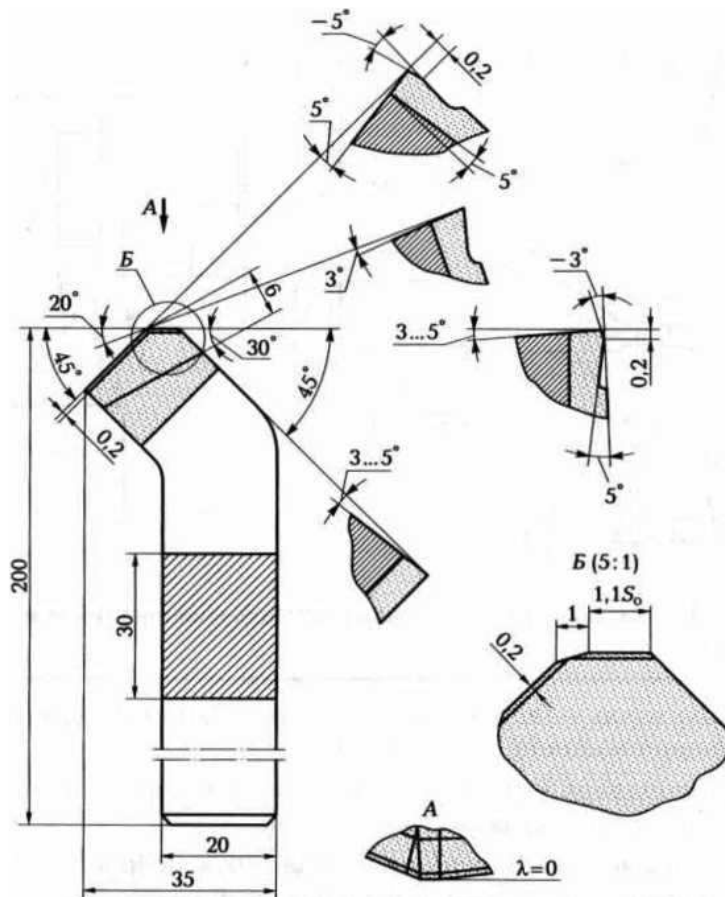


Рис. 1.15. Проходной отогнутый резец конструкции Колосова

Проходной упорный резец, показанный на рис. 1.12, а, применяется для продольного точения с одновременной обработкой торцевой поверхности, составляющей с цилиндрической поверхностью прямой угол.

Подрезные резцы (см. рис. 1.12, б) применяются для обработки поверхностей заготовки в направлении, перпендикулярном или наклонном к оси вращения. Для подрезания торца (с поперечной подачей) может быть использован и проходной упорный резец (см. рис. 1. 12, а), для чего его необходимо повернуть на некоторый угол в целях образования вспомогательного угла в плане.

Токарный расточный резец ($\varphi = 60^\circ$, $\varphi' = 30^\circ$), применяемый для обработки сквозных отверстий, показан на рис. 1. 13, а, а токарный расточный резец, применяемый для обработки глухих отверстий (в упор) - на рис. 1. 13, б.

Отрезной резец, применяемый для отрезки (разрезки) заготовки, изображен на рис. 1.14.

Проходной отогнутый резец конструкции Колосова с зачищающей кромкой показан на рис. 1. 15. Длина зачищающей кромки такого резца должна составлять $(1,1... 1,2)S_0$, где S_0 — подача на оборот шпинделя, мм/об.

Проходной упорный резец конструкции Колесова показан на рис. 1.16. Кромка такого резца шириной $1,15S_0$, расположенная в плане под углом $\varphi' = 0$, срезает гребешки, остающиеся на обработанной поверхности.

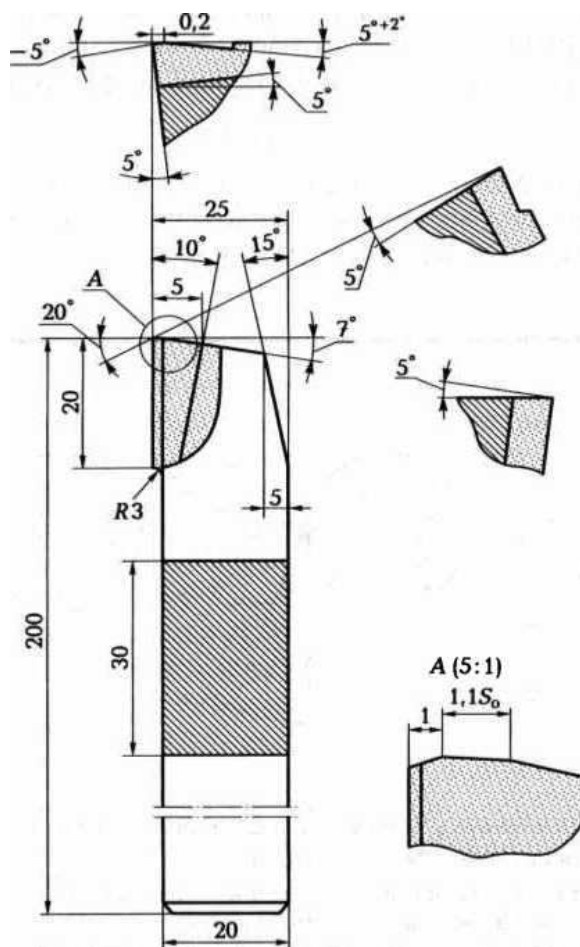


Рис. 1.16. Проходной упорный резец конструкции Колесова.

Геометрические параметры режущей части токарных резцов в процессе обработки

Ранее мы рассмотрели углы токарных резцов, в статике исходя из того, что вершина резца установлена на оси детали, движение подачи отсутствует и плоскость резания перпендикулярна основной плоскости (рис. 1.17, а).

При изменении условий обработки происходит изменение переднего и заднего углов резания. При установке вершины резца выше оси вращения обрабатываемой детали при наружном точении происходит уменьшение заднего угла α и увеличение переднего угла γ (рис. 1.17, б). При установке вершины резца ниже оси вращения обрабатываемой детали при наружном точении происходит увеличение заднего угла α и уменьшение переднего угла γ (рис. 1.17, в). В этом случае действительные статические задние углы определяются соответственно по формулам;

$$\alpha_A = \alpha \pm \tau; \gamma_A = \gamma \pm \tau$$

При внутренней обработке (расточивании) и установке вершины резца ниже оси вращения обрабатываемой детали передний угол увеличивается, а задний — уменьшается.

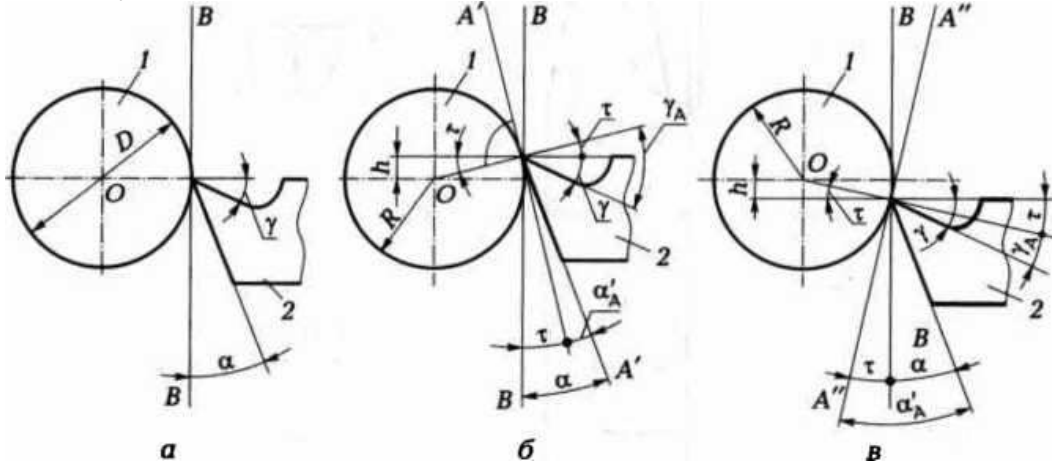


Рис. 1.17. Изменение углов резания в зависимости от положения вершины резца относительно линии центров:

a — на линии центров; *б* — выше линии центров; *в* — ниже линии центров; 1 — деталь; 2 — резец; *B—B* — теоретическая плоскость резания; *A'-A'*; *A''-A''* — действительные плоскости резания; τ — угол поворота плоскости резания; α_A — действительный задний угол; γ_A — действительный передний угол; *h* — смещение вершины резца; *D* — диаметр заготовки

Установка вершины резца выше оси заготовки при наружном точении со смещением $h = (0,01 \dots 0,02)D$, где *D* — диаметр заготовки, мм, допускается только при предварительной обработке.

При чистовой обработке резец должен устанавливаться вершиной по оси заготовки или ниже ее со смещением *L*. В противном случае при недостаточной жесткости резец может изогнуться, врезаться в заготовку и начать срезать слой большей глубины, что приведет к изменению диаметра обработанной поверхности и будет служить причиной брака.

Методика измерения углов резца

Площадь сечения тела резца ($V \times H$, мм²) определяют с помощью штангенциркуля или измерительной линейкой.

Схема измерения главного угла в плане φ универсальным угломером показана на рис. 1. 18 (точность измерения составляет 2'). При измерении угла φ в плане планку 1 угломера прикладывают к режущей кромке, а планку 3 — к боковой стороне резца 2. Показания снимают по шкале угломера.

Аналогично измеряют и вспомогательный угол в плане φ' .

Угол при вершине в плане

$$\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi').$$

Для измерения углов резцов применяются различные по конструкции и назначению угломеры: универсальный угломер Д. С. Семенова, настольный угломер конструкции МИЗ и угломер с отвесом конструкции ВНИИ.

Эти угломеры относятся к типу приборов, работающих контактным методом с отсчетом результатов измерений по градусной шкале измерения.

Универсальный угломер Д. С. Семенова. Данный прибор предназначен для измерения наружных и внутренних углов резца, а также высот. В инструментальном производстве он используется для измерения переднего γ , главного и вспомогательного задних углов α и α_1 , главного и вспомогательного углов в плане φ и φ' .

Такой угломер (рис. 1. 19, а) состоит из сектора (или основания) 5, на котором нанесена основная градусная шкала 6. По сектору перемещается пластина 4 с нониусом, на которой с помощью державки 3 закрепляется угольник 2, связанный со съемной лекальной линейкой 1. Основная шкала угломера проградуирована в пределах от 0 до 130°, но посредством различных переустановок измерительных деталей обеспечивается возможность измерения углов от 0 до 320°. Точность отсчета по нониусу составляет 2...5', а по градусной шкале 10...30'.

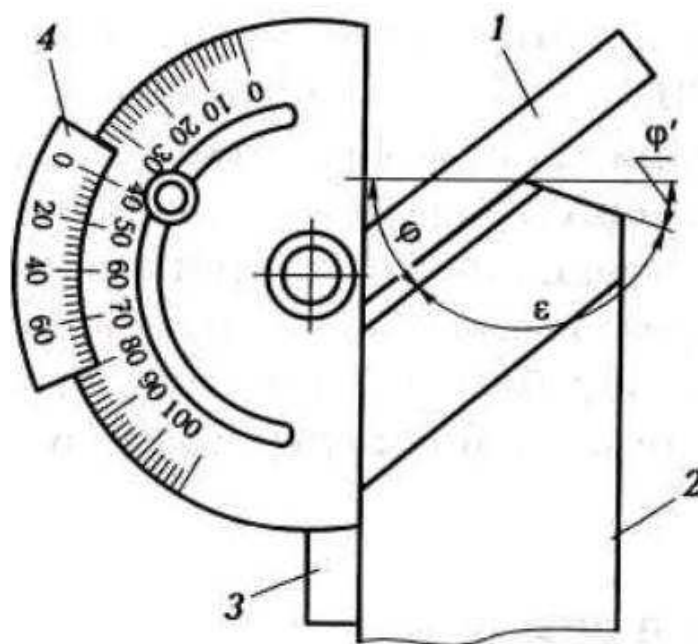
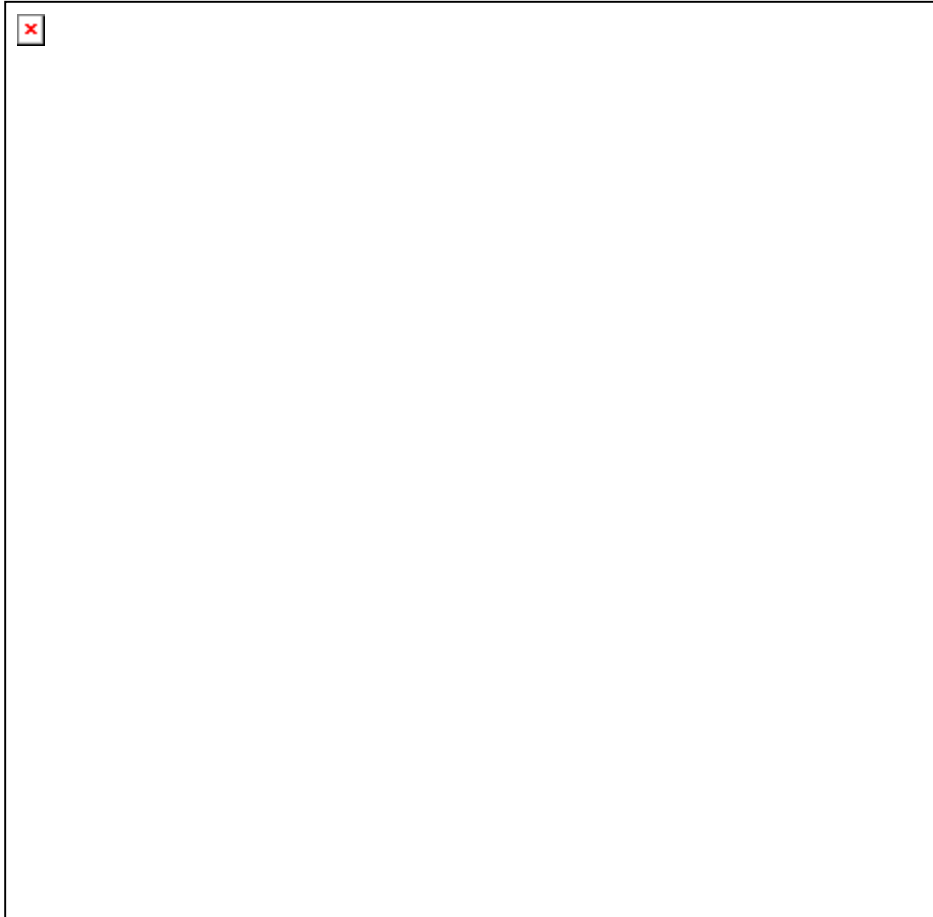


Рис. 1.18. Схема измерения углов резцов в плане
1, 3 – планки; 2 – резец; 4 – нониус



*Рис. 1.19. Универсальный угломер Д. С. Семенова:
а — схема измерения переднего угла резца; б — схема измерения заднего правого угла; в — схема измерения главного угла в плане; г — схема измерения вспомогательного угла в плане; 7 — подвижная лекальная линейка; 2 — угольник; 3 — державка; 4 — пластина с нониусом; 5 — основание (сектор); 6 — градусная шкала*

Метод измерения с помощью такого угломера сводится к установке измеряемых поверхностей между подвижной линейкой сектора 5 и подвижной лекальной линейкой 1 таким образом, чтобы образовался необходимый контакт, т.е. невидимый или видимый равномерный просвет.

На рис. 1. 19, а — г показаны схемы измерения углов токарного проходного правого резца.

Настольный угломер конструкции МИЗ. Данный прибор применяется для измерения переднего γ , главного α и вспомогательного α_1 задних углов, а также угла наклона главной режущей кромки λ .

Такой угломер (рис. 1.20) состоит из плиты (или основания) 1, служащей основной плоскостью, вертикальной стойки 4, по которой перемещается шкальное устройство 2 с поворотной измерительной линейкой 6. Измерительная линейка снабжена указателем и двумя измерительными ножами. Шкальное устройство 2 направляется шпонкой по шпоночному пазу и при необходимости с помощью фиксатора 3 устанавливается в любое положение по высоте.

Положение одного из ножей измерительной линейки по отношению к измеряемой поверхности фиксируется с помощью винта 5.

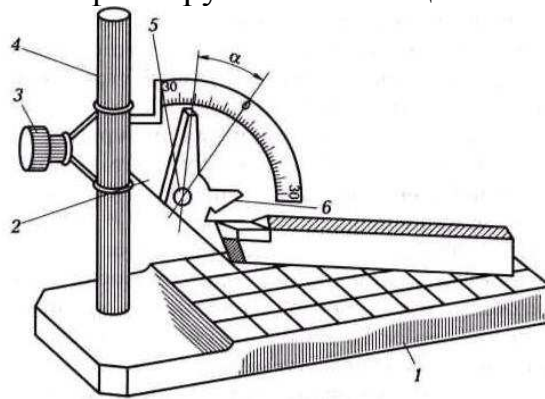


Рис. 1.20. Настольный угломер конструкции МИЗ:

1 – плита (основание); 2 – шкальное устройство; 3 – фиксатор; 4 – стойка; 5 – винт; 6 – измерительная линейка

При измерении переднего γ и задних α и α_1 углов режущие лезвия резца устанавливаются параллельно поперечным рискам плиты 1 (в этом случае секущая плоскость проходит через ножи измерительной линейки), а нож измерительной линейки совмещается с передней или с задней поверхностью резца. Отсчет производится по шкале угломера с использованием риски измерительной линейки 6. Если при измерении переднего угла γ риска измерительной линейки отклоняется влево, а при измерении задних углов — вправо, то измеренные углы имеют отрицательные значения.

При измерении угла λ главное режущее лезвие резца устанавливается параллельно продольным рискам плиты, а нож измерительной линейки совмещается с главным режущим лезвием. Если риска измерительной линейки отклоняется вправо от нуля, то угол считается отрицательным, а если влево — положительным.

Угломер с отвесом конструкции ВНИИ. Устройство данного угломера (рис. 1.21, а) основано на использовании свойств обычного маятника, который под действием груза (отвеса) 8 всегда стремится занять вертикальное положение. К основанию (корпусу) 1 прибора привернута линейка 7, а на свободно вращающуюся ось 5 насажены тормозная шайба 4 и стрелка 3 с грузом 8. На диске 2, находящемся в расточке корпуса 1, нанесена круговая шкала, разбитая на четыре одинаковые части (от 0 до $\pm 45^\circ$) и имеющая цену деления 1° . Ось 5 вместе со стрелкой 3 закрепляется неподвижно при различных положениях угломера с помощью тормоза 9. Диск 2 закрыт прозрачной крышкой из оргстекла 6.

Проверка настройки такого угломера на нулевое положение шкалы производится посредством совмещения рабочего ребра линейки 7 с плоскостью контрольной плиты, точно установленной по уровню. При освобожденном тормозе 9 стрелка 3 прибора должна установиться на нулевое деление шкалы.

Рассмотренный угломер пригоден для измерения различных углов большинства видов режущего инструмента, у которого длина прямолинейных участков на передней и задней поверхностях составляет не менее 1 мм.

Измерение с помощью такого угломера заключается в следующем: ребро линейки прикладывают в соответствующем направлении к поверхности инструмента, угол наклона которого желают определить, и нажимают на тормозную кнопку, освобождая этим груз, устанавливающий стрелку угломера в вертикальное положение. После прекращения качания стрелки тормозную кнопку отпускают и производят отсчет по шкале. Примеры применения угломера с отвесом при контроле призматических резцов, сверл, зенкеров разверток и фрез приведены на рис. 1.21, д, е.

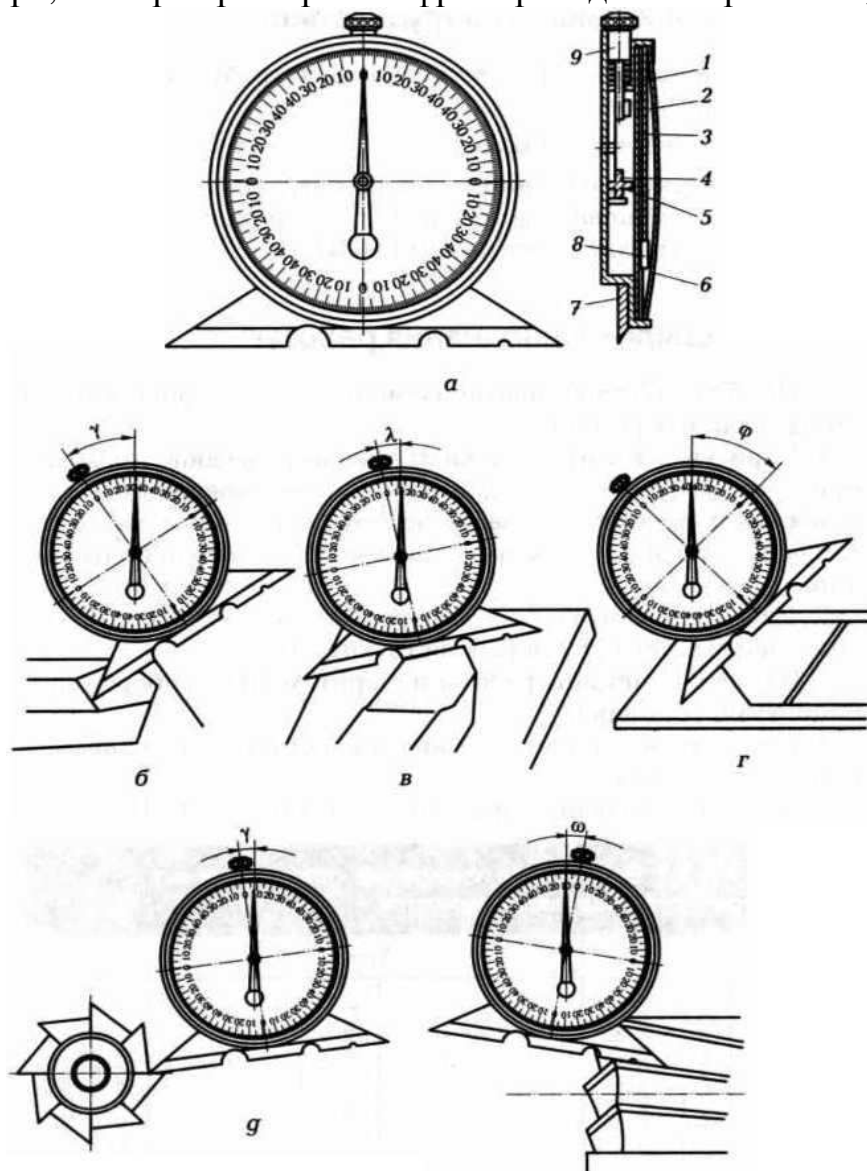


Рис. 1.21. Угломер с отвесом конструкции ВНИИ:
 а — общий вид; б—г — измерение углов γ , λ , ϕ резца; д, е — измерение углов γ и ω фрезы; 1 — корпус; 2 — диск; 3 — стрелка; 4 — тормозная шайба; 5 — ось; 6 — крышка; 7 — линейка; 8 — груз; 9 — тормоз

Необходимое оборудование

Для выполнения лабораторной работы потребуются следующие приборы и инструменты:

- комплект токарных резцов;
- штангенциркуль, измерительная линейка, универсальный угломер Д. С. Семенова, настольный угломер конструкции МИЗ, угломер с отвесом конструкции ВНИИ.

Порядок выполнения работы

1. Изучите конструктивные элементы и геометрические параметры токарных резцов.

2. Нарисуйте в тетради эскизы токарных резцов: проходного, отрезного, расточного и подрезного с простановкой всех геометрических параметров (по заданию преподавателя), а также схему измерения углов. Покажите направление движения подачи D_s резца.

3. Изучите конструкции универсального угломера Д. С. Семенова и настольного угломера конструкции МИЗ.

4. Изучите принципы работы измерительных приборов (штангенциркуля, угломера).

5. Измерьте все геометрические и конструктивные параметры резцов, перечисленных в п. 2.

Результаты измерений оформите в виде табл. 1.1.

Таблица 1.1

Таблица 1.1. Результаты измерений конструктивных и геометрических параметров резцов														
Номер резца	Тип резца	Материал резца	Твердость резца	Размеры державки резца, мм	Углы резца, ..."								Примечание	
					Главные				Вспомога тельный задний	В плане				Угол наклона главной режущей кромки
					ВхН	α	γ	β	δ	α_1	φ	φ'		ε
1														
2														

Содержание отчета по работе

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскизы токарных резцов с указанием их конструктивных и геометрических параметров.
3. Результаты измерений конструктивных и геометрических параметров токарных резцов.
4. Выводы по результатам работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы резца.
2. Как классифицируются резцы по форме и расположению головки относительно стержня?
3. Назовите и покажите поверхности заготовки, образуемые в процессе обработки.
4. Что принимается за основную плоскость резца?
5. Дайте определения плоскости резания, главной и вспомогательной секущей плоскостям, основной плоскости.
6. Какие углы показывают в главной секущей плоскости?
7. Какие углы показывают во вспомогательной секущей плоскости?
8. Дайте определение угла резания δ .
9. Какая существует зависимость между углами резания при положительном значении переднего угла γ ?
10. Покажите на резце угол наклона главной режущей кромки δ .
11. Какие углы показывают в основной плоскости, и какая зависимость существует между ними?
12. Как подразделяются резцы по видам обработки?
13. На что влияют размеры державки резца?
14. Как подразделяются резцы по направлениям движения подач?
15. Какая поверхность резца называется передней?
16. Назовите отличительные особенности прямых, отогнутых и изогнутых резцов.
17. Расшифруйте маркировку материала, из которого изготовлен резец.
18. Какой передний угол γ должен иметь резец, если его задний угол $\alpha = 15^\circ$, а угол заострения $\beta = 70^\circ$?
19. Каким будет угол заострения β резца, если его задний угол $\alpha = 15^\circ$, а передний угол $\gamma = 10^\circ$?
20. Как влияет значение заднего угла на процесс резания?
21. Какой угол резца влияет на направление схода стружки?

Лабораторная работа № 2

Определение сил, действующих при точении и мощности

Цель работы: изучить методику расчета сил резания и мощности, затрачиваемой на резание, аналитическим способом.

Ознакомиться и приобрести навыки работы со справочной литературой.

Общие указания

Для изучения действия силы сопротивления резанию принято ее раскладывать на три взаимно перпендикулярные составляющие силы, направленные по осям координат станка: P_x - осевая сила; P_y - радиальная сила; P_z - тангенциальная сила, которую обычно называют силой резания [1].

Осевая сила P_x действует вдоль заготовки, при продольном точении противодействует механизму подачи.

Радиальная сила P_y - отжимает резец, ее реакция изгибает заготовку.

Сила резания P_z направлена по касательной к поверхности резания, определяет расходуемую мощность на резание N_p .

Составляющие силы резания при точении рассчитывают по аналитической формуле:

$$P_{z(x,y)} = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \text{ Н}$$

где C_p - коэффициент, учитывающий условия обработки;

x, y, n - показатели степени;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

V - скорость резания, м/мин;

K_p - обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий изменение условий по отношению к табличным.

$$K_p = K_{\mu p} K_{\varphi p} K_{\lambda p} K_{\gamma p} K_{\rho p},$$

где $K_{\mu p}$ - поправочный коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала;

$K_{\rho p}, K_{\varphi p}, K_{\lambda p}, K_{\gamma p}$ - коэффициенты, учитывающие соответствующие геометрические параметры резца .

Мощность резания рассчитывают по формуле

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

где P_z - сила резания, Н;

V - скорость резания, м/мин.

Пример решения задачи

Определить силы, действующие при продольном точении заготовки из стали 40Х с пределом прочности $\sigma_s = 700 \text{ МПа}$, резцом с пластиной из твердого сплава Т5К10. Определить мощность резания. Глубина резания $t=3$ мм, подача $S=0,8$ мм/об, скорость резания $V=67$ м/мин.

Геометрические параметры резца: форма передней поверхности - радиусная с фаской; $\varphi = 60^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\gamma_\phi = -5^\circ$; $\alpha = 12^\circ$; $\lambda = 0$; $r = 1 \text{ мм}$.

Решение

1. Силы резания при точении

$$P_{z(x,y)} = 10 C_p t^x S^y V^n K_p$$

1.1 Определяем значения постоянной и показателей степени [2],

$$C_{p_z} = 300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n = -0,15$$

$$C_{p_x} = 339 \quad x=1,0 \quad y=0,5 \quad n = -0,4$$

$$C_{p_y} = 243 \quad x=0,9 \quad y=0,6 \quad n = -0,3$$

1.2 Определяем значения поправочных коэффициентов

$$K_p = K_{\mu p} K_{\varphi p} K_{\lambda p} K_{r p} K_{\gamma p}$$

$$K_{\mu p_z} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n; n=0,75 [2],$$

$$K_{\mu p_z} = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95.$$

$$K_{\mu p_x} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n; n=1 [3],$$

$$K_{\mu p_x} = \left(\frac{700}{750} \right)^1 = 0,93.$$

$$K_{\mu p_y} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n; n=1,35 [2],$$

$$K_{\mu p_y} = \left(\frac{700}{750} \right)^{1,35} = 0,91.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие геометрию резца [2],

$$K_{\varphi p_z} = 0,94; \quad K_{\varphi p_x} = 1,11; \quad K_{\varphi p_y} = 0,77;$$

$$K_{\gamma p_z} = 1,25; \quad K_{\gamma p_x} = 2; \quad K_{\gamma p_y} = 2;$$

$$K_{\lambda p_z} = K_{\lambda p_x} = K_{\lambda p_y} = 1;$$

$K_{r p}$ - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 67^{-0,15} \cdot 0,95 \cdot 0,94 \cdot 1,25 = 4522 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 67^{-0,4} \cdot 0,93 \cdot 1,11 \cdot 2 = 3493 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 67^{-0,3} \cdot 0,91 \cdot 0,77 \cdot 2 = 2267 \text{ Н}$$

2. Мощность резания

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{4522 \cdot 67}{60 \cdot 1020} = 4,95 \text{ кВт}$$

Задание на лабораторную работу № 2

Выполнить расчет силы резания (P_z) и мощности, затрачиваемой на резание по заданному варианту.

Исходные данные приведены в таблице 2.1.

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь инструкцией и литературой [1,2], изучить методику и выполнить расчет по заданию.

2. Составить отчет по форме 1.

Форма 1

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Задание.

4. Расчет силы резания и мощности, затрачиваемой на резание.

Варианты задания к лабораторным работам № 2

Таблица 2.1

№	Материал заготовки	Режим резания			Геометрические параметры резца*					
		t, мм	S, мм	V, м/мин	φ°	α°	γ°	λ°	r, мм	Форма передней поверхности
1	Сталь 20, $\sigma_B=550$ МПа	4	0,7	140	45	8	10	5	1	Радиусная с фаской
2	Серый чугун СЧ10, НВ 160	5	0,78	60	60	8	5	10	1	Плоская
3	Сталь 12Х18Н9Т; НВ180	1	0,21	265	90	12	10	0	2	Радиусная с фаской
4	Сталь 14Х17Н2; НВ200	1,5	0,195	250	90	12	10	0	2	
5	Серый чугун СЧ30, НВ 220	1,5	0,26	150	45	10	5	-5	2	Плоская
6	Серый чугун СЧ20, НВ 210	2	0,35	155	45	10	12	0	1	Радиусная с фаской
7	Сталь 38ХА, $\sigma_B=680$ МПа	3	0,61	120	60	8	10	5		
8	Сталь 35, $\sigma_B=560$ МПа	1,5	0,2	390	60	12	15	0		
9	Серый чугун СЧ15, НВ 170	4,5	0,7	65	90	8	5	0		
10	Серый чугун СЧ10, НВ 160	3,5	0,6	65	45	10	10	5	2	Радиусная с фаской
11	Сталь 40ХН, $\sigma_B=700$ МПа	1,5	0,3	240	60	12	10	-5		
12	Сталь Ст3, $\sigma_B=600$ МПа	5	0,8	240	60	10	5	0		
13	Сталь 40Х, $\sigma_B=750$ МПа	1,0	0,15	240	90	12	10	-5	1	Плоская
14	Сталь Ст5, $\sigma_B=600$ МПа	3,5	0,52	130	45	8	10	5		
15	Серый чугун СЧ20, НВ 180	4,0	0,87	75	60	8	5	10	2	Радиусная с фаской
16	Серый чугун СЧ20, НВ 200	2,5	0,25	100	45	10	5	0		
17	Сталь 20Х, $\sigma_B=580$ МПа	1,0	0,125	180	45	12	15	0	1	Плоская с фаской
18	Сталь 50, $\sigma_B=750$ МПа	2,0	0,25	150	60	10	12	5		
19	Бронза Бр АЖН 10-4, НВ170	1,5	0,15	130	60	6	20	10	15	Плоская
20	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, НВ100	2,5	0,3	80	90	8	25	-5		
21	Серый чугун СЧ30, НВ 220	1,5	0,1	130	45	10	8	0	2	Радиусная с фаской
22	Серый чугун СЧ20, НВ 200	3	0,4	90	90	8	10	-5		
23	Сталь 30ХН3А, $\sigma_B=800$ МПа	5	0,8	110	60	12	12	-5		
24	Сталь 30ХМ, $\sigma_B=780$ МПа	2,5	0,2	100	45	10	10	2	1,5	Плоская
25	Сталь 45, $\sigma_B=650$ МПа	4	1,2	90	60	8	15	0		
26	Сталь 15Х, $\sigma_B=687$ МПа	2,0	0,35	100	45	6	8	5	1	Плоская
27	Ковкий чугун КЧ30, НВ 163	3,0	0,5	120	90	8	10	0		
28	Сталь 20ХНР, $\sigma_B=700$ МПа	4,5	0,06	80	60	12	5	-5		
29	Сталь 30Г, $\sigma_B=550$ МПа	1,5	0,35	120	45	10	12	10		
30	Сталь 35ХГСА, $\sigma_B=700$ МПа	2,5	0,05	140	90	8	5	0	2	

* Для всех вариантов принять резец с пластиной из твердого сплава.

Лабораторная работа №3

Расчет режима резания при точении аналитическим способом

Цель работы: изучить методику расчета режима резания аналитическим способом. Ознакомиться и приобрести навыки работы со справочной литературой.

Общие сведения

Обработка заготовки точением осуществляется при сочетании двух движений: равномерного вращательного движения детали - движения резания (или главное движение) и равномерного поступательного движения резца вдоль или поперек оси детали - движение подачи. К элементам режима резания относятся: глубина резания t , подача S , скорость резания V .

Глубина резания - величина срезаемого слоя за один проход, измеренная в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности, т.е. перпендикулярном направлению подачи. При черновой обработке, как правило, глубину резания назначают равной всему припуску, т.е. припуск срезают за один проход

$$t = h = \frac{D - d}{2}, \text{ мм}$$

где h - припуск, мм;

D - диаметр заготовки, мм;

d - диаметр детали, мм.

При чистовой обработке припуск зависит от требований точности и шероховатости обработанной поверхности.

Подача - величина перемещения режущей кромки инструмента относительно обработанной поверхности в направлении подачи за единицу времени (минутная подача S_m) или за один оборот заготовки. При черновой обработке назначают максимально возможную подачу исходя из жесткости и прочности системы СПИД, прочности пластинки, мощности привода станка; при чистовой обработке - в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания - величина перемещения точки режущей кромки инструмента относительно поверхности резания в направлении движения резания за единицу времени. Скорость резания зависит от режущих свойств инструмента и может быть определена при точении по таблицам нормативов [4] или по эмпирической формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

где C_v - коэффициент, учитывающий условия обработки;

m, x, y - показатели степени;

T - период стойкости инструмента;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

K_v - обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий изменения условий обработки по отношению к табличным

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\varphi} K_{rv},$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

K_{φ} - коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца;

K_{rv} - коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали.

При настройке станка необходимо установить частоту вращения шпинделя, обеспечивающую расчетную скорость резания.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (2.3)$$

Основное технологическое (машинное) время - время, в течение которого происходит снятие сружки без непосредственного участия рабочего

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ мин} \quad (2.4)$$

где L - путь инструмента в направлении рабочей подачи, мм;

i - количество проходов.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где l - размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи;

y - величина врезания, мм;

Δ - величина перебега, мм, $\Delta = 1 \div 2$ мм.

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi,$$

где t - глубина резания;

φ - главный угол в плане резца.

Пример решения задачи

На токарно-винторезном станке 16К20 производится черновое обтачивание на проход вала $D=68$ мм до $d=62$ мм. Длина обрабатываемой поверхности 280 мм; длина вала $l_1=430$ мм. Заготовка - поковка из стали 40Х с пределом прочности $\sigma_b=700$ МПа. Способ крепления заготовки - в центрах и поводковом патроне. Система СПИД недостаточно жесткая. Параметр шероховатости поверхности $Ra=12,5$ мкм. Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания; определить основное время.

Решение

1. Выполнение эскиза обработки.

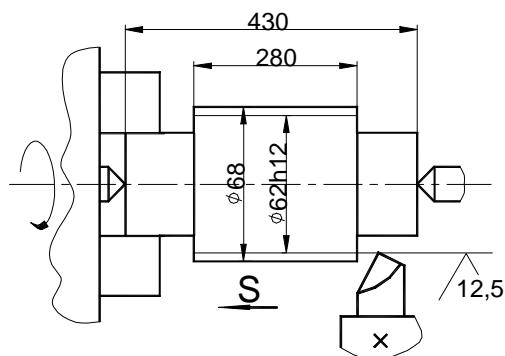


Рис. 3.1

2. Выбор режущего инструмента

Для обтачивания на проход вала из стали 40Х принимаем токарный проходной резец прямой правый с пластинкой из твердого сплава Т5К10 [2] или [3]. Форма передней поверхности радиусная с фаской [3]; геометрические параметры режущей части резца:

$$\gamma=15^{\circ}; \alpha=12; \lambda=0 \text{ [3]},$$

$$\phi=60^{\circ}; \phi_1=15^{\circ}; \text{ [3]},$$

$$r=1 \text{ мм}; \quad f=1 \text{ мм}; \text{ [3]}.$$

3. Назначение режимов резания

3.1. Глубина резания. При черновой обработке припуск срезаем за один проход, тогда

$$t = h = \frac{D - d}{2} = \frac{68 - 62}{2} = 3 \text{ мм}.$$

3.2. Назначаем подачу. Для черновой обработки заготовки из конструкционной стали диаметром до 100 мм резцом сечением 16x25 (для станка 16К20) при глубине резания до 3 мм:

$$S=0,6 \div 1,2 \text{ мм/об [2], [3]}.$$

В соответствии с примечанием 1 к указанной таблице и паспортным данным станка (см. Приложение 1 к данным методическим указаниям) принимаем $S=0,8$ мм/об.

3.3. Скорость резания, допускаемая материалом резца

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \text{ м/мин}$$

где $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$, $m=0,2$, $T=60$ мин [2], [3]

Поправочный коэффициент для обработки резцом с твердосплавной пластиной

$$K_v=K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v}$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_g} \right)^{n_v}, [2], [3],$$

где $K_r=1$; $n_v=1$ [2],

тогда
$$K_{mv} = \left(\frac{750}{700} \right)^{-1} = 0.93$$

$K_{nv}=0,8$ [2] или [3],

$K_{uv}=0,65$ [2] или [3],

$K_{fv}=0,9$ [2] или [3].

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 70,6 \text{ м/мин}$$

3.4. Частота вращения, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 70,6}{3,14 \cdot 68} = 330,6 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка
 $n_d=315$ об/мин.

3.5. Действительная скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин; } V_o = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 315}{1000} = 67,3 \text{ м/мин.}$$

4. Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин}$$

Путь резца $L=l+y+\Delta$, мм

Врезание резца $y=t \cdot \text{ctg}\varphi=3 \cdot \text{ctg } 60^\circ=3 \cdot 0,58=1,7$ мм

Пробег резца $\Delta=1,3$ мм.

Тогда $L=280+1,7+1,3=283$ мм.

$$T_o = \frac{283}{315 \cdot 0,8} = 1,12 \text{ мин.}$$

Задание на лабораторную работу № 3

Выполнить расчет режимов резания аналитическим способом (по эмпирической формуле) по заданному варианту для обработки на токарно-винторезном станке 16К20.

Исходные данные приведены в таблице 3.1.

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь инструкцией и дополнительной литературой, изучить методику определения режима резания. Ознакомиться со справочником [2] или [3]. Ознакомиться с условием задания.

2. Выполнить эскиз обработки.

3. Выбрать режущий инструмент.
4. Назначить глубину резания.
5. Определить подачу.
6. Рассчитать скорость резания.
7. Определить частоту вращения шпинделя и скорректировать по паспорту станка.
8. Определить действительную скорость резания.
9. Рассчитать основное технологическое время.
10. Составить отчет по форме 2.

Таблица 3.1

№	Заготовка, материал и его свойства	Вид обработки и параметр шероховатости	D, мм	d, мм	l, мм
1	Прокат. Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	90	82h12	260
2	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB160	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	120	110h12	310
3	Поковка. Сталь 12X18H9T, HB180	Обтачивание в упор Ra=1,6 мкм	52	50e9	400
4	Прокат. Сталь 14X17H2, HB200	Растачивание в упор Ra=3,2 мкм	90	93H11	30
5	Отливка без корки СЧ30, HB220	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	80	83H11	50
6	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB210	Растачивание на проход Ra=12,5 мкм	120	124H12	100
7	Прокат. Сталь 38ХА, $\sigma_b=680$ МПа	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	76	70h12	315
8	Обработанная. Сталь 35, $\sigma_b=560$ МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	97	100H11	75
9	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, HB170	Обтачивание в упор Ra=12,5 мкм	129	120h12	340
10	Обработанная. Серый чугун СЧ 10, HB160	Подрезание сплошного торца Ra=12,5 мкм	80	0	3,5
11	Поковка. Сталь 40ХН, $\sigma_b=700$ МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	77	80H11	45
12	Обработанная. Сталь Ст3, $\sigma_b=600$ МПа	Подрезание сплошного торца Ra=12,5 мкм	90	0	5
13	Прокат. Сталь 40Х, $\sigma_b=750$ МПа	Обтачивание в упор Ra=0,8 мкм	68	62e9	250
14	Обработанная. Сталь Ст5, $\sigma_b=600$ МПа	Растачивание на проход Ra=12,5 мкм	73	80H12	35
15	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB180	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	62	58h12	210
16	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB200	Подрезание втулки Ra=3,2 мкм	80	40	2,5
17	Поковка. Сталь 20Х, $\sigma_b=580$ МПа	Растачивание сквозное Ra=1,6 мкм	48	50H9	50
18	Обработанная. Сталь 50, $\sigma_b=750$ МПа	Подрезание торца втулки Ra=3,2 мкм	60	20	2,0
19	Отливка с коркой. Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	Обтачивание на проход Ra=1,6 мкм	88	85e12	140
20	Прокат. Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	Растачивание в упор Ra=3,2 мкм	48	53H11	65
21	Обработанная. Серый чугун СЧ 30, HB220	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	65	0	1,5

22	Обработанная. Серый чугун СЧ 20, НВ220	Обработка в упор Ra=3,2 мкм	74	80Н11	220
23	Поковка. Сталь 30ХН3А, $\sigma_b=800$ МПа	Обработка на проход Ra=12,5 мкм	105	115Н12	260
24	Прокат. Сталь 30ХМ, $\sigma_b=780$ МПа	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	80	0	2,5
25	Обработанная. Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	Обработка на проход Ra=1,6 мкм	72	80Н9	100
26	Прокат. Сталь ШХ15, $\sigma_b=700$ МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	90	95Н11	60
27	Поковка. Ковкий чугун КЧ30, НВ163	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	115	110h7	150
28	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, НВ163	Обтачивание в упор Ra=6,3 мкм	150	142h8	70
29	Прокат. Бронза Бр АЖ 9-4, $\sigma_b=500$ МПа	Растачивание в упор Ra=12,5 мкм	60	69Н11	50
30	Прокат. Сталь 35Г2, $\sigma_b=618$ МПа	Подрезание торца втулки Ra=6,3 мкм	100	80	3,0

Лабораторная работа № 4

Расчет режимов резания при токарных работах с помощью нормативно-справочной литературы

Цель работы: Изучить методику назначения режима резания по таблицам нормативов. Ознакомиться и приобрести навыки работы с нормативами.

Общие положения

Точение широко распространенный метод обработки резанием тел вращения. Применяется для удаления наружных, внутренних и торцовых поверхностных слоев заготовок (цилиндрических, конических и фасонных). Рассматривают следующие виды точения:

1) черновое точение ("обдирка") - удаление дефектных слоев заготовки, разрезка, отрезка и подрезка торцов заготовки. Срезается поверхностная "корка" и основная ($\approx 70\%$) часть припуска на обработку, позволяет получать шероховатость 50...12,5 Ra;

2) получистовое точение - снятие 20...25% припуска и позволяет получать шероховатость 6,3...3,2 Ra и точность 10...11-го квалитетов. Заготовка получает форму, близкую к детали.

3) чистовое точение - обеспечивает получение шероховатости 3,2...1,6 Ra и точность 7-9-го квалитетов. Деталь получает окончательную форму и размеры;

4) тонкое точение - позволяет при срезании очень тонких стружек получать на поверхностях детали шероховатость 0,40..0,20 Ra и точность 5-7-го квалитетов.

Определение режимов резания состоит в выборе по заданным условиям обработки наиболее выгодного сочетания глубины резания, подачи

и скорости резания, обеспечивающих наименьшую трудоемкость и себестоимость выполнения операции.

Режимы резания устанавливаются в следующем порядке:

1. Определение глубины резания t мм и числа проходов i . При черновом точении весь припуск целесообразно снимать за один проход (в ряде случаев, когда имеется лимит мощности станка, бывает выгодно снимать припуск за несколько проходов). Целесообразность этого должна определяться сравнительным расчетом продолжительности оперативного времени. Деление припусков на несколько проходов производится также при полустачковом и чистовом точении, а также при обработке резцами с дополнительной режущей кромкой ($\phi_1=0$).

2. Выбор подачи S мм/об. Подача выбирается в зависимости от площади сечения державки резца, диаметра обработки и глубины резания. Выбранная подача проверяется на допустимость по мощности электродвигателя, прочности державки резца, прочности пластин из твердого сплава и от заданной чистоты поверхности.

3. Определение нормативной скорости резания V_m /мин. И соответствующей ей частоты вращения n , мин⁻¹. По значению скорости выбирается потребная частота вращения шпинделя, которая корректируется по паспорту станка.

4. Определяются усилия и мощности резания по выбранным значениям t, S и V .

5. Проверка возможности осуществления выбранного режима резания на заданном станке по его эксплуатационным данным. Если найденный режим не может быть осуществлен на заданном станке, а выбранная подача удовлетворяет, необходимо уменьшить скорость резания. Уменьшение скорости V осуществляется вводом поправочного коэффициента изменения скорости K_v в зависимости от отношения мощности на шпинделе, допустимой станком, к мощности по нормативам.

6. Корректировка выбранного режима по станку в соответствии с его паспортными данными.

Пример решения задачи

Рассчитать режим резания при предварительной обточке детали типа вал на станке 16К20.

Исходные данные: род и размер заготовки - прокат, сталь 45; $\sigma_b=550$ МПа; $D=80$ мм; $d=68$ мм; $l=275$ мм; условия выполнения операции - заготовка устанавливается в самоцентрирующийся патрон с поджатием центра задней бабки.

Решение

1. Выполнение эскиза обработки.

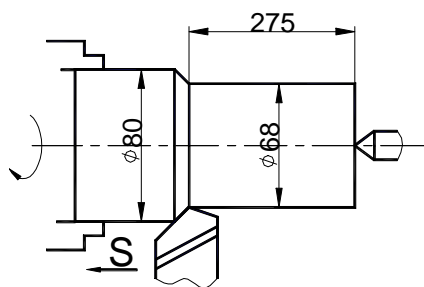


Рис. 4.1.

2. Выбор режущего инструмента.

Для обтачивания вала из стали 45 принимаем токарный проходной резец прямой правый с пластиной из твердого сплава Т5К10 [2] или [3] $\phi=45^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $s=4$ мм (толщина пластинки); $V_{\text{хН}}=25 \times 25$ (сечение державки); $I_p=1,5$ Н (вылет резца).

3. Назначение режимов резания.

Расчет режимов резания выполним в традиционной последовательности с использованием данных работы [7].

3.1 Глубина резания. При черновой обработке припуск срезаем за один проход, тогда

$$t = h = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 68}{2} = 6 \text{ мм}$$

3.2 Назначаем подачу. Для державки резца сечением 25×25 мм, диаметра обработки до 100 мм и глубины резания до 8 мм рекомендуется подача $S=0,5 \dots 0,7$ мм/об;

Проверим допустимость рекомендуемой подачи по мощности электродвигателя, прочности державки резца и прочности пластинки твердого сплава.

Для глубины резания $t=6$ мм, мощности электродвигателя $N_0=8$ кВт и для резца $\phi_1 > 0^\circ$ допускается подача $S=0,7$ мм/об. Для стали с пределом прочности $\sigma_B=550$ МПа (55 кг/мм^2) поправочный коэффициент $K_{\text{MS}}=1,07$. Следовательно, подача, допускаемая мощностью электродвигателя (из условий обеспечения работы для твердого сплава со скоростью не ниже 50 м/мин) $S=0,7 \cdot 1,07=0,75$ мм/об.

Для резца с державкой сечением 25×25 мм и глубиной резания $t=6$ мм находим подачу $S=3$ мм/об. Умножив эту подачу на поправочный коэффициент $K_{\text{MS}}=1,07$, соответствующий стали с пределом прочности $\sigma_B=550$ МПа (55 кг/мм^2), и $K_{\text{MS}}=0,58$, соответствующий вылету резца $l=1,5$ Н, найдем подачу, допустимую прочностью державки резца: $S=3 \cdot 1,07 \cdot 0,58=1,86$ мм/об.

Для резца с главным углом в плане $\varphi=45^\circ$, толщиной пластинки твердого сплава $s=4$ мм и для глубины резания $t=6$ мм находим подачу $S=1,11$ мм/об.

С учетом поправочного коэффициента для стали ($\sigma_B=550$ МПа), $K_{MS}=1,07$, допускается подача по прочности пластинки твердого сплава

$$S=1,11 \cdot 1,07=1,19 \text{ мм/об.}$$

Из сопоставления подач $S=0,7$ мм/об, $S=1,86$ мм/об и $S=1,19$ мм/об, видим, что величину подачи лимитирует мощность электродвигателя. Подача, допустимая мощностью электродвигателя, не ограничивает максимальную подачу $S=0,7$ мм/об. Такая подача имеется на станке (согласно паспортным данным), следовательно, ее и примем для выполнения технологического перехода обработки $\varnothing 68$.

3.3. Скорость резания и частота вращения шпинделя. Для глубины резания $t=6$ мм резца проходного прямого с главным углом в плане $\varphi=45^\circ$ для $S=0,7$ мм/об соответствует $V=100$ м/мин, $P_z=6630$ Н, $N_3=10,7$ кВт.

Определяем поправочные коэффициенты для измененных условий резца. В данном примере необходимо учесть только поправочный коэффициент в зависимости от предела прочности обработанного материала σ_B . Для $\sigma_B=550$ МПа находим $K_{mv}=1,18$, $K_{mpz}=0,92$, $K_{mN_3}=1,09$.

Следовательно, для заданных условий обработки нормативные значения V , P_z и N_3 составляют: $V=100 \cdot 1,18=118$ м/мин; $P_z=6630 \cdot 0,92=6100$ Н; $N_3=10,7 \cdot 1,09=11,6$ кВт.

Найденный режим не может быть осуществлен на заданном станке, так как эффективная мощность, потребная на резание $N_3=11,6$ кВт, выше мощности на шпинделе, допустимой номинальной мощностью электродвигателя (7,5 кВт по паспорту станка). Необходимо уменьшить скорость резания. Коэффициент изменения скорости резания зависит от отношения мощности на шпинделе, допускаемой станком, к мощности по нормативам.

В данном примере это отношение будет $7,5/11,6=0,6$.

Для этого соотношения коэффициент изменения скорости резания: $K_v=0,55$ м/мин. Скорость резания, установленная по мощности станка,

$$V=188 \cdot 0,55=103,4 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 103,4}{3,14 \cdot 80} = 412 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка выбираем $n=250$ об/мин. Тогда фактическая скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 250}{1000} = 100,48 \text{ м/мин.}$$

Окончательно для перехода обработки $\varnothing 80$: глубина резания $t=6$ мм, подача $S=0,7$ мм/об, $n=400$ об/мин, $V_{\phi}=100,48$ м/мин.

4. Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i = \frac{281}{400 \cdot 0,7} \cdot 1 = 1 \text{ мин.}$$

где L - путь резца

$$L=l+l_1=275+6=281 \text{ мм}$$

здесь l_1 - величина врезания резца (для данного примера). Для глубины резания $t=6$ мм и главном угле в плане $\phi=45^\circ$ находим $l_1=6$ мм; l - длина обработанной поверхности.

Задание на лабораторную работу № 4

Определить режимы резания по таблицам нормативов (по заданному варианту) для обработки на токарно-винторезном станке 16К20.

Исходные данные приведены в таблице 4.1.

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь инструкцией и дополнительной литературой, изучить методику определения режима резания. Ознакомиться со справочником [7].
2. Выполнить эскиз обработки.
3. Выбрать режущий инструмент, выполнить эскиз.
4. Назначить глубину резания.
5. Определить подачу.
6. Определить скорость, силу и мощность затрачиваемую на резание.
7. Определить частоту вращения шпинделя и скорректировать по паспорту станка.
8. Определить действительную скорость резания.
9. Определить основное технологическое время.

Таблица 4.1

№	Заготовка, материал и его свойства	Вид обработки и параметр шероховатости	D, мм	d, мм	l, мм
1	Прокат. Сталь 45, $\sigma_b=600$ МПа	Растачивание на проход, Ra=3,2 мкм	97	100Н10	120
2	Прокат. Сталь 2Х13, $\sigma_b=600$ МПа	Обтачивание на проход, Ra=3,2 мкм	80	70h10	300
3	Прокат. Сталь ШХ15, $\sigma_b=700$ МПа	Растачивание в упор, Ra=12,5 мкм	90	95Н12	50
4	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, HB197	Обтачивание в упор, Ra=12,5 мкм	100	94h12	150
5	Прокат. Латунь ЛМцЖ 52-4-1 HB220	Растачивание на проход, Ra=12,5 мкм	48	54Н12	70
6	Отливка. Чугун ВЧ 60-2. HB240	Растачивание, Ra=3,2 мкм	70	63h10	60
7	Прокат. Сталь 40Х, $\sigma_b=700$ МПа	Обработка в упор, Ra=12,5 мкм	66	70Н12	100
8	Обработанная. СЧ 24, HB207	Обработка в упор, Ra=3,2 мкм	120	114h10	250

9	Поковка. Чугун КЧ33 НВ163	Обработка на проход, Ra=12,5 мкм	110	116Н12	150
10	Обработанная. Сталь 20Х, $\sigma_b=550$ МПа	Обработка в упор, Ra=1,6 мкм	80	70h7	200
11	Прокат. Сталь 40ХН, $\sigma_b=700$ МПа	Обработка на проход, Ra=3,2 мкм	74	80Н10	75
12	Прокат. Сталь 18ХГТ, $\sigma_b=700$ МПа	Обработка на проход, Ra=12,5 мкм	170	155h12	125
13	Обработанная. Сталь 65Г, $\sigma_b=700$ МПа	Обработка в упор, Ra=12,5 мкм	62	70Н12	80
14	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 21, НВ205	Обработка в упор, Ra=12,5 мкм	125	113h12	275
15	Поковка. Чугун КЧ35 НВ163	Обработка на проход, Ra=3,2 мкм	138	150Н10	100
16	Обработанная. Сталь 1Х13, $\sigma_b=500$ МПа	Обтачивание на проход, Ra=3,2 мкм	90	81h10	175
17	Прокат. Сталь 1Х18Н9Т, $\sigma_b=550$ МПа	Обработка в упор, Ra=12,5 мкм	42	50Н12	90
18	Отливка с коркой. Бронза БрАЖН 10-4. НВ170	Обтачивание на проход, Ra=1,6 мкм	105	100h7	85
19	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 40, НВ210	Обработка на проход, Ra=3,2 мкм	60	69Н12	45
20	Обработанная. Сталь 35, $\sigma_b=560$ МПа	Обработка на проход, Ra=1,6 мкм	115	100h7	280
21	Прокат. Сталь 38ХА, $\sigma_b=680$ МПа	Обработка на проход, Ra=1,6 мкм	85	90Н7	110
22	Отливка с коркой. Сталь 35ХГСЛ, $\sigma_b=800$ МПа	Обтачивание, Ra=12,5 мкм	95	90h12	70
23	Прокат. Сталь 20, $\sigma_b=420$ МПа	Обработка на проход, Ra=1,6 мкм	65	70Н7	50
24	Обработанная. Сталь 50, $\sigma_b=900$ МПа	Обработка в упор, Ra=12,5 мкм	55	51h12	35
25	Обработанная. Сталь 50Х, $\sigma_b=650$ МПа	Обработка в упор, Ra=3,2 мкм	32	35Н10	20
26	Отливка с коркой. Сталь 30Л, $\sigma_b=480$ МПа	Обработка на проход, Ra=1,6 мкм	100	92h7	195
27	Прокат. Сталь 30ХМ, $\sigma_b=1000$ МПа	Обработка на проход, Ra=12,5 мкм	75	80Н12	120
28	Прокат. Сталь 30, $\sigma_b=600$ МПа	Обработка в упор, Ra=3,2 мкм	116	98h10	115
29	Отливка с коркой. Чугун ЖЧХ, НВ250	Обработка на проход, Ra=12,5 мкм	95	115Н12	180
30	Прокат. Сталь 65Г, $\sigma_b=700$ МПа	Обработка на проход, Ra=12,5 мкм	150	128h12	300

Лабораторная работа № 5

Изучение геометрических и конструктивных параметров спирального сверла

Цель работы — изучение конструктивных и геометрических параметров спирального сверла, конструкций и принципов работы измерительных приборов, применяемых при контроле сверл, а также приобретение практических навыков измерения конструктивных и геометрических параметров спирального сверла.

Конструктивные элементы спирального сверла

Сверление — один из распространенных методов получения глухих и сквозных отверстий. Режущим инструментом при сверлении служит спиральное сверло, с помощью которого получают отверстия в сплошном материале (диаметром до 12 мм) или увеличивают диаметр предварительно просверленного или пробитого при штамповке отверстия (рассверливание). Точность обработки отверстий при сверлении и рассверливании соответствует 10-му и 11-му квалитетам, а шероховатость поверхности $Rz\ 80\text{...}20\ \mu\text{м}$. Режущая часть сверла изготавливается из быстрорежущих сталей (P18, P6M5, P6M3, P12 и др.) и твердых сплавов.

Процесс резания осуществляется за счет двух совместных движений: вращательного движения — главного движения резания D_n получаемого сверлом или деталью, и поступательного движения — движения подачи D_s , сообщаемого сверлу или детали в зависимости от модели станка (рис. 5.1).

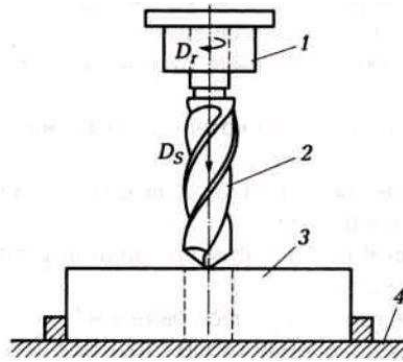


Рис. 5.1. Схема работы спирального сверла.
1 – шпиндель; 2 – спиральное сверло; 3 – деталь; 4 – стол

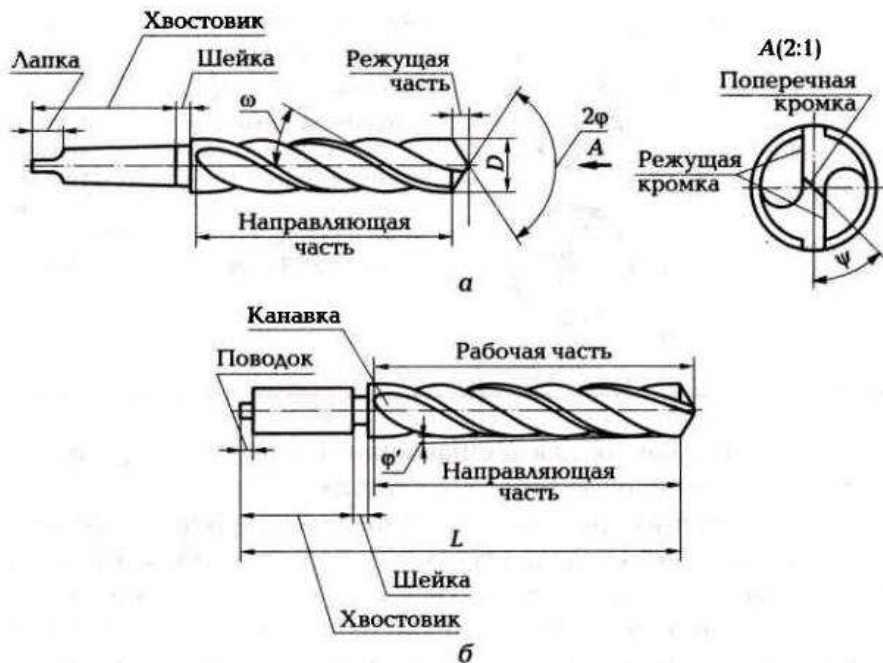


Рис. 5.2. Конструктивные (а) и геометрические (б) параметры спирального сверла: L – длина сверла; D – диаметр сверла; 2ϕ – угол при вершине сверла; ϕ' – вспомогательный угол в плане; ω – угол наклона винтовой стружечной канавки; ψ – угол наклона поперечной режущей кромки

На сверлильных станках оба движения получает сверло, а на токарных и токарно-револьверных станках и автоматах вращательное движение сообщается заготовке, а поступательное движение — сверлу.

Конструктивные и геометрические параметры спирального сверла показаны на рис. 5.2. Сверло состоит из рабочей части, включающей в себя режущую и калибрующую части, шейки и хвостовика. Хвостовик — часть сверла, служащая для его закрепления в патроне, может быть цилиндрическим и коническим. Конический хвостовик имеет лапку, которая служит упором для выбивания сверла из гнезда. Цилиндрические хвостовики выполняются с поводком или без него (у сверл диаметром до 12 мм). Шейка — это промежуточная часть между хвостовиком и телом сверла, служащая для выхода шлифовального круга при шлифовании.

Рабочая часть сверла снабжена канавками и включает в себя режущую и направляющую части. Режущая часть, имеющая режущие кромки, выполняет основную работу резания. Направляющая часть, служащая для направления сверла в отверстие, обеспечивает получение заданного отверстия.

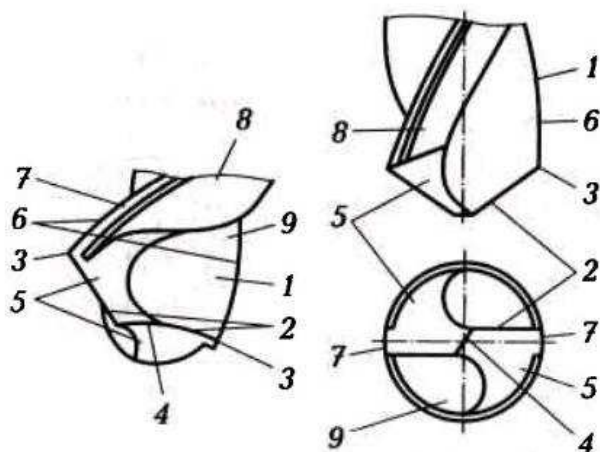


Рис. 5.3. Поверхности и режущие кромки сверла:

1 — передняя поверхность; 8 — главная режущая кромка; 3 — вершина лезвия; 4 — поперечная кромка; 5 — главная задняя поверхность; 6 — вспомогательная режущая кромка; 7 — вспомогательная задняя поверхность; Э — спинка зуба; 9 — винтовая стружечная канавка

Для уменьшения трения при сверлении глубоких отверстий, направляющая часть сверла выполняется с обратной конусностью (диаметр сверла уменьшается к хвостовику). Сверла диаметром до 18 мм имеют конусность в пределах 0,04...0,06 мм, а сверла диаметром 15...20 мм имеют конусность 0,05...0,10 мм на каждые 100 мм длины сверла.

Поверхности и режущие кромки сверла показаны на рис. 5.3:

передняя поверхность 1 — это часть поверхности винтовой стружечной канавки, по которой сходит стружка;

главная режущая кромка 2 — это линия, образованная пересечением передней и главной задней поверхностей (их две);

вершина лезвия 3 — это точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок;

поперечная кромка (перемычка) 4 образуется пересечением двух главных задних поверхностей сверла;

главная задняя поверхность 5 может быть конической, винтовой поверхностью или плоскостью;

вспомогательная режущая кромка 6 образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей;

вспомогательная задняя поверхность 7 (ленточка) — это часть конической поверхности с обратной конусностью, ось которой совпадает с осью сверла;

спинка 8 зуба сверла, заниженная относительно ленточки, предназначена для уменьшения трения между сверлом и обработанной поверхностью отверстия;

винтовая стружечная канавка 9, служащая для отвода стружки.

Геометрические параметры спирального сверла

Геометрия спирального сверла определяется передним γ и задним α углами, углом наклона винтовой канавки ω , углом наклона поперечной кромки ψ и углом при вершине 2ϕ . Геометрические параметры спирального сверла показаны на рис. 5.2 и 5.4.

Передний угол γ в рассматриваемой точке x режущей кромки сверла измеряется в секущей плоскости $N-N$, проходящей через эту точку нормально к ней. Задний угол α сверла измеряется в плоскости $O-O$, проходящей также через точку x , касательно к образующему цилиндру, на котором расположена рассматриваемая точка (параллельно оси сверла).

Передний угол γ — это угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. В каждой точке режущей кромки передний угол является переменным.

Наибольшее значение угол γ (см. рис. 5.4) имеет на периферии сверла в плоскости, параллельной его оси (в плоскости N_1-N_1), где он равен углу наклона винтовой канавки ω . Наименьшее значение угол γ имеет у вершины сверла. На поперечной кромке сверла угол γ имеет отрицательное значение (угол резания $\delta > 90^\circ$), что создает тяжелые условия работы, особенно для сверл диаметром более 10 мм.

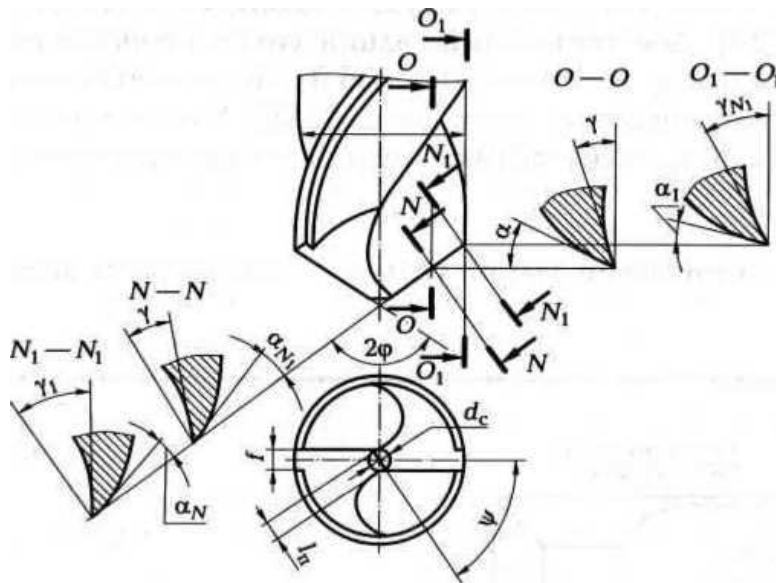


Рис. 5.4. Изменение переднего и заднего углов спирального сверла вдоль режущей кромки:

γ — передний угол; α — задний угол; ψ — угол наклона поперечной кромки; 2φ — угол при вершине сверла; D — диаметр сверла; d_c — диаметр сердцевины сверла; f — ширина ленточки; l_n — длина перемычки

Задний угол α — это угол между касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла. Для точки, находящейся на периферии сверла, значение заднего угла в нормальной секущей плоскости (см. рис. 5.4, плоскость $N_1 - N_1$) определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi.$$

Задний угол α является переменным: с максимальным значением у вершины сверла и с минимальным значением на его периферии в плоскости $O_1 - O_1$.

Действительное значение заднего угла во время работы отличается от его значения, полученного при заточке сверла. Это объясняется тем, что сверло во время работы не только вращается, но и поступательно перемещается вдоль оси. Траекторией движения точки будет не окружность, а винтовая линия, шаг которой равен подаче S , мм, за один оборот сверла. Таким образом, поверхность резания, образуемая всей режущей кромкой, является винтовой (рис. 5.5). Действительный задний угол в процессе резания α' заключен между этой поверхностью и поверхностью, касательной к задней поверхности сверла (рис. 5.6). Угол α' меньше угла α , измеренного в статическом состоянии, на значение угла μ :

$$\alpha' = \alpha - \mu,$$

где α — статический задний угол; μ — угол подъема винтовой линии.

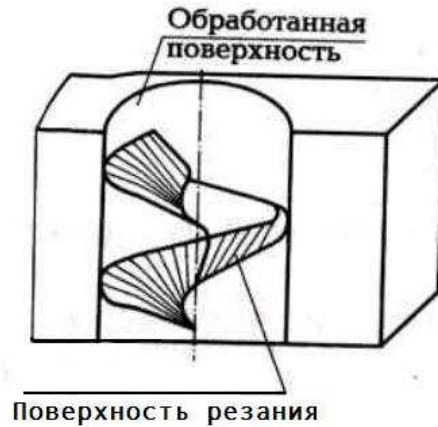


Рис. 5.5. Поверхности, образуемые при сверлении

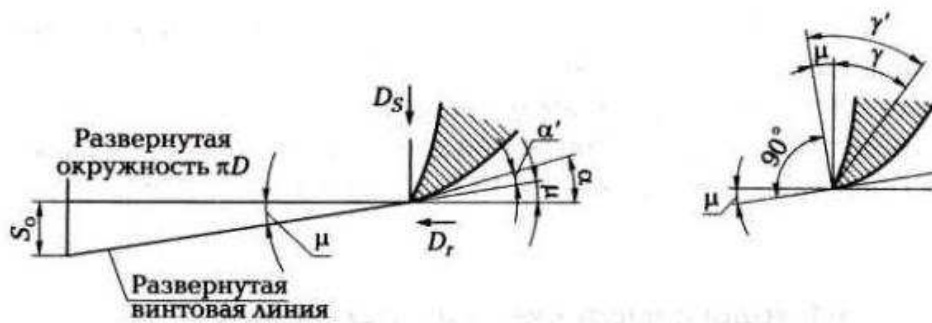


Рис. 5.6. Углы режущих кромок сверла в процессе резания: γ и α – статические передний и задний углы; γ' и α' – действительные передний и задний углы; μ – угол подъема; S_0 – подача на оборот; D_r – направление главного движения (вращения сверла); D_s – направление движения подачи

Значение угла μ определяется из прямоугольного треугольника по формуле

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{S_0}{\pi D}$$

где S_0 — подача на оборот, мм/об; D — диаметр сверла, мм.

Действительный передний угол γ' в процессе резания соответственно будет больше угла γ , измеренного после заточки в статическом состоянии, на значение угла μ :

$$\gamma' = \gamma + \mu.$$

Для обеспечения достаточного значения заднего угла в процессе резания статический задний угол должен составлять на периферии 8... 14°, у сердцевины 20...27°, а на ленточках он должен быть равен 0.

Угол при вершине сверла 2φ (см. рис. 5.2) — это угол между главными режущими кромками. Для сверл из инструментальных сталей угол $2\varphi = 60... 140^\circ$ (чем меньше твердость материала заготовки, тем меньше угол φ). Для обработки конструкционных сталей принимают угол $2\varphi = 118^\circ$.

Угол наклона поперечной режущей кромки ψ — это угол между проекциями поперечной и режущей кромок на плоскость, перпендикулярную оси сверла. Его значение принимается в зависимости от материала заготовки ($\psi = 55^\circ$).

Угол наклона винтовой канавки $\omega = 18...30^\circ$ — это угол между направлением оси сверла и касательной к ленточке или угол между направлением оси и развернутой винтовой линией кромки ленточки.

Угол обратной конусности $\varphi' = 2...3^\circ$ обеспечивает уменьшение трения задней поверхности сверла в отверстии.

Длина перемычки определяется диаметром сердцевины сверла. При диаметрах сверл до 10 мм она должна составлять $(0,2... 0,25) D$ а при больших диаметрах — $(0,135...0,15)D$, где D — диаметр сверла, мм.

Методы измерения конструктивных и геометрических параметров сверла

Для измерения конструктивных и геометрических параметров спирального сверла применяют штангенциркуль, микрометр, универсальный угломер и другие средства, имеющиеся в распоряжении лаборатории.

На рис. 5.7, а показана схема измерения диаметра сверла штангенциркулем, а на рис. 5.7, б — микрометром. При измерении диаметра сердцевины сверла микрометром необходимо использовать острые наконечники.

Для измерения общей длины сверла, длины режущей части, длины поперечной кромки, длины направляющей и рабочей частей, длины хвостовика, высоты и ширины ленточки f применяют штангенциркуль. Измерение диаметра сверла производится у вершины сверла.

На рис. 5.8 показана схема измерения угла наклона поперечной кромки ψ сверла универсальным угломером. При измерении планку 2 угломера прикладывают к главному режущему лезвию, а планку 3 — к поперечной кромке. Результат измерения отсчитывают по шкале угломера. Угол наклона поперечной режущей кромки ψ можно измерить с использованием копировальной бумаги при повороте через ось сверла до соприкосновения его режущей кромки с поверхностью.

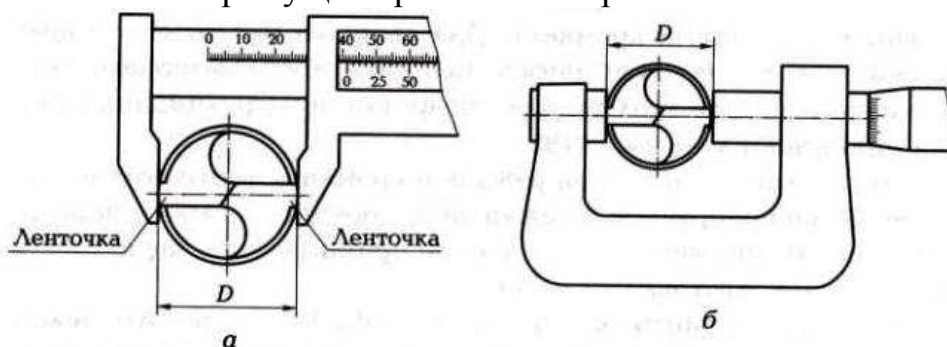


Рис. 5.7. Схемы измерения диаметра сверла штангенциркулем (а) и микрометром (б)

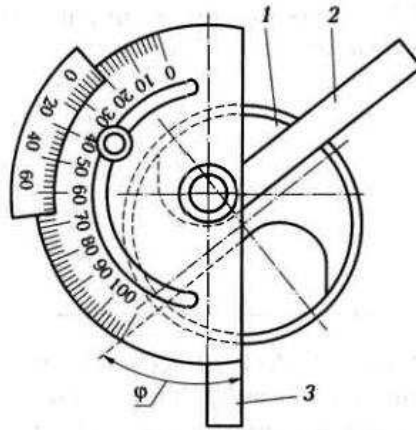


Рис. 5.8. Схема измерения угла наклона поперечной кромки сверла универсальным угломером:
1 — сверло; 2,3 — планки

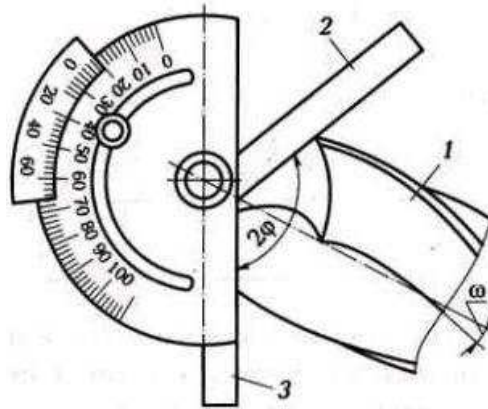


Рис. 5.9. Схема измерения угла при вершине сверла универсальным угломером:
1 — сверло; 2,3 — планки

На рис. 5.9 показана схема измерения угла 2φ при вершине сверла универсальным угломером. Вспомогательный угол в плане

$$\varphi' \arctg \frac{D - D_1}{2l_2}$$

где $(D - D_1)/2$ — полу разность диаметров сверла, измеряемых на расстоянии l_2 (у вершины сверла — D и у хвостовой части сверла — D_1).

Для упрощения расчетов расстояние l_2 принимают равным 100 мм.

Угол наклона винтовой стружечной канавки ω определяется по отпечатку (рис. 5.10), получаемому при прокатывании сверла по листу бумаги через копирку и измеряемому универсальным угломером. Значение угла ω можно определить по формулам

$$\operatorname{tg} \omega = \pi D / H; \operatorname{tg} \omega = a / b$$

где D — диаметр сверла, мм; H — шаг винтовой стружечной канавки, мм; a , b — значения, получаемые непосредственно измерениями по

чертежу развертки (для обеспечения точности расчета следует брать $b = 100$ мм).

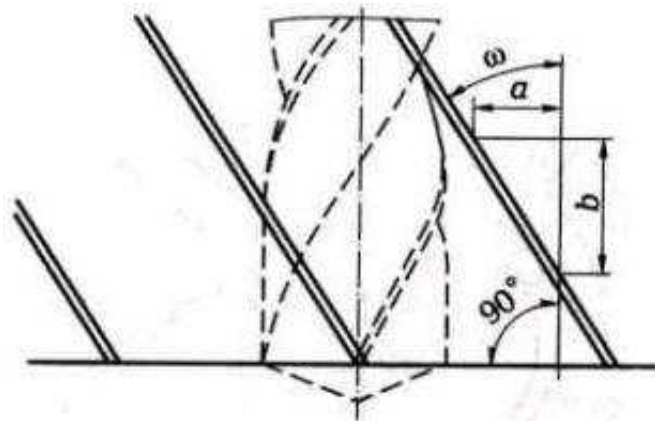


Рис. 5.10. Схема измерения угла наклона винтовой стружечной канавки

Измерение заднего угла сверла 2 (рис. 5.11, а) производится с помощью универсальной делительной головки (УДГ) 1 и стойки 3 с индикатором 4. Сверло устанавливается в шпинделе УДГ. Для определения падения затылка пера ось ножки индикатора устанавливается с натягом близко к режущей кромке в точке, расположенной на диаметре D_1 перпендикулярно задней поверхности сверла.

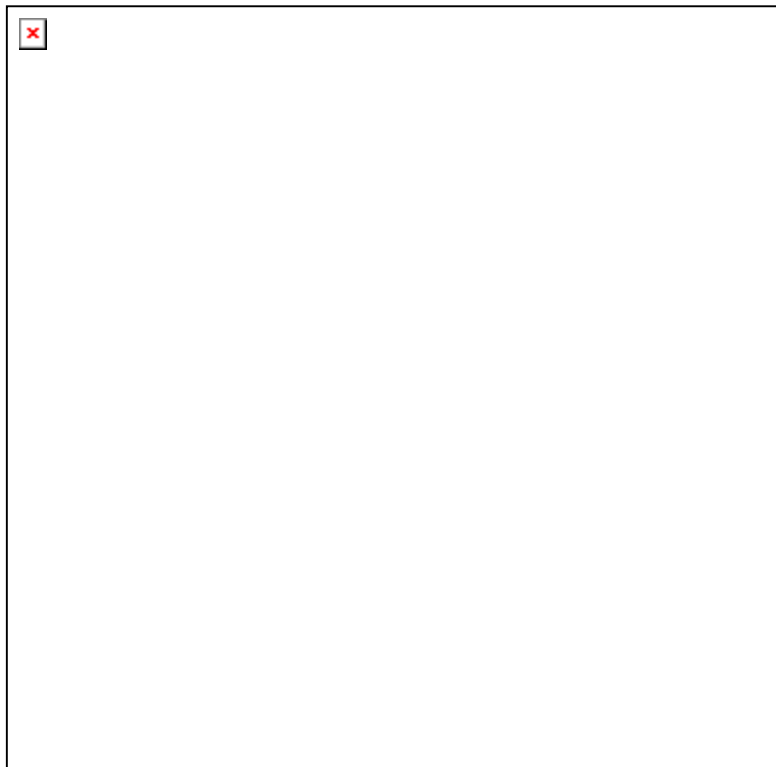


Рис. 5.11. Измерение заднего угла сверла:

a — вид принимаемой установки; b — схема измерения заднего угла сверла в рабочей плоскости; $в$ — схема поворота сверла и установки штифта индикатора на измеряемом диаметре; 1 — универсальная делительная головка; 2 — сверло; 3 — стойка; 4 — индикатор

В первом положении шкалу индикатора устанавливают на нуль и снимают показания. Затем сверло медленно поворачивают на определенный угол Θ , вокруг своей оси во второе положение (рис. 5.11, в) и фиксируют смещение K_1 (рис. 5.11, б), поскольку при повороте сверла ножка индикатора смещается.

Аналогично выполняют измерения заднего угла на других диаметрах (D_2, D_3).

По полученным данным рассчитывают длину дуги S_Θ , соответствующую повороту сверла на угол Θ :

$$S_\Theta = \frac{\pi D_\Theta \theta}{360}$$

где D_Θ — диаметр сверла, на котором производится измерение заднего угла α ; Θ — угол поворота сверла, ...°.

Задний угол сверла приблизительно определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_\Theta = \frac{K \cdot 360}{\pi D_\Theta \theta}$$

где K — показания индикатора, мм.

Для более точного определения заднего угла строится кривая задней поверхности сверла, к которой проводится касательная, а также нормаль к направлению падения затылка K_Θ (рис. 5.12).

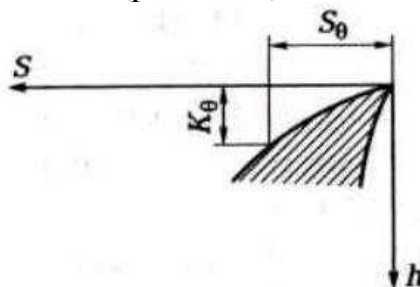


Рис. 5.12. Кривая задней поверхности сверла

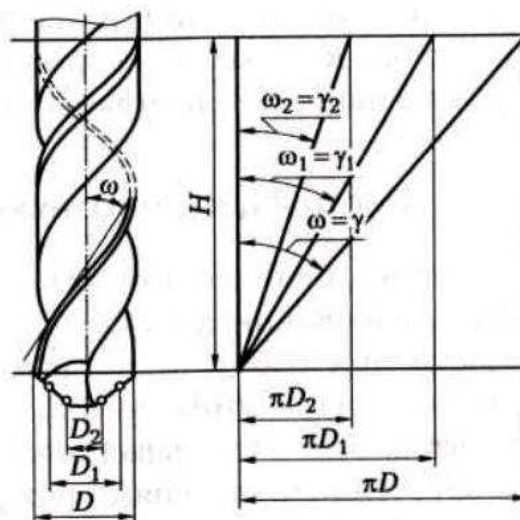


Рис. 5.13. Изменение переднего угла сверла вдоль режущей кромки

Изменение переднего угла сверла вдоль всей длины режущей кромки показано на рис. 5.13. При развертывании на плоскость винтовая линия представляет собой гипотенузу прямоугольного треугольника, одним катетом которого является шаг винтовой канавки H , а другим — длина окружности πD того диаметра, на котором образована винтовая линия. Так как шаг винтовой канавки в любом осевом сечении одинаковый, то рассматривая ее на диаметрах $D_2 < D_1 < D$, видим что $\omega_2 < \omega_1 < \omega$, а передний угол по мере приближения точки режущей кромки к оси сверла уменьшается, т.е. $\gamma_2 < \gamma_1 < \gamma$.

Из рис. 5.13 видно, что передние углы в рабочей плоскости для рассматриваемых точек сверла можно определить по следующим формулам:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \omega = \pi D / H; \operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \omega_1 = \pi D_1 / H; \operatorname{tg} \gamma_2 = \operatorname{tg} \omega_2 = \pi D_2 / H.$$

Следовательно, для произвольной точки режущей кромки, расположенной на диаметре D_x , запишем:

$$\operatorname{tg} \gamma_\theta = \operatorname{tg} \omega_\theta = \pi D_\theta / H.$$

Поскольку передний угол зависит от диаметра, на котором расположена рассматриваемая точка, получим

$$\operatorname{tg} \gamma_\theta = \frac{r_\theta \operatorname{tg} \omega}{R \sin \varphi}$$

где r_θ — радиус окружности, на которой расположена рассматриваемая точка; R — радиус сверла; ω — угол наклона винтовой стружечной канавки; φ — половина угла при вершине сверла.

Инструкция по технике безопасности

При проведении данной работы в лаборатории необходимо выполнять требования действующей инструкции по технике безопасности при работе с металлорежущим оборудованием и его оснащением. При этом необходимо предотвращать падение инструментов, особо учитывая опасность травматизма при работе с остро заточенными лезвиями режущих инструментов. Для предотвращения падения универсальной делительной головки на пол и на ноги работающего необходимо проверить надежность ее крепления на столе фрезерного станка.

Необходимое оборудование

Для выполнения лабораторной работы потребуются:
 установка для измерения задних углов сверла;
 комплект спиральных сверл;
 универсальные приборы (штангенциркуль, микрометр, угломер, копировальная бумага).

Порядок выполнения работы

Изучите конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла.

Нарисуйте в тетради эскиз сверла, покажите его конструктивные элементы и геометрические параметры, а также изобразите схему измерений заднего угла.

Изучите принципы работы измерительных приборов (штангенциркуля, микрометра, угломера).

Измерьте все конструктивные элементы и геометрические параметры спирального сверла. Результаты измерений оформите в виде табл. 5.1.

Измерьте задний угол для трех-четырёх точек режущей кромки сверла. Результаты измерений оформите в виде табл. 5.2.

Таблица 5.1

Таблица 5.1. Результаты измерений конструктивных и геометрических параметров специального сверла																						
Номер сверла	Диаметр сверла D_c , мм		Диаметр сердцевины d_c , мм		Длина частей сверла, мм			Шаг винтовой канавки, мм	Длина поперечной кромки, мм	Размер ленточки, мм		Геометрические параметры										
	У хвостовика	У вершины	У хвостовика	У вершины	Режущей l_p	Калибрующей $l_{\text{кал}}$	Рабочей $l_{\text{раб}}$			Высота	Ширина					Угол наклона винтовой канавки	Вспомогательный угол в плане	Угол при вершине (между режущими кромками)	Угол наклона поперечной кромки			
												H	$l_{\text{п.к}}$	h	b					ω	φ_1	2φ
1																						
2																						

Таблица 5.2

Таблица 5.2. Результаты измерений заднего угла сверла							
Номер точки	Диаметр сверла D , мм	Диаметр D_θ , на котором измеряется задний угол сверла, мм	Угол поворота сверла θ , °	Показания индикатора K , мм	$\operatorname{tg} \alpha_\theta = \frac{K \cdot 360}{\pi D_\theta \theta}$	α , °	α_N , °
1							
2							
3							

Таблица 5.3

Таблица 5.3. Результаты расчета передних углов сверла							
Номер точки	Диаметр сверла D , мм	Диаметр D_Θ , на котором рассчитывается передний угол сверла, мм	Шаг винтовой канавки H , мм	Главный угол в плане φ , ...°	Угол наклона винтовой канавки ω , ...°	$\operatorname{tg} \gamma = \frac{D_\Theta \operatorname{tg} \omega}{D \sin \varphi}$	γ, \dots°
1							
2							
3							

6. Рассчитайте передние углы γ сверла для диаметров D_Θ из табл. 5.2. Результаты расчетов оформите в виде в табл. 5.3.

7. Постройте графики изменений переднего γ и заднего α углов сверла вдоль главной режущей кромки, т. е. графики зависимостей $\gamma = f(D_\Theta)$ и $\alpha = f(D_\Theta)$.

Содержание отчета по работе

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскиз спирального сверла с указанием его конструктивных элементов и геометрических параметров.
3. Результаты измерений и расчетов конструктивных и геометрических параметров спирального сверла.
4. Графики зависимостей заднего α и переднего γ углов сверла от его диаметра.
5. Выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы

1. Из какого материала изготавливают спиральные сверла?
2. Какие движения необходимы для осуществления процесса резания при сверлении?
3. Что называется подачей, при сверлении и какой буквой она обозначается? Укажите единицу измерения подачи.
4. Назовите основные элементы и поверхности сверла.
5. В каких плоскостях рассматриваются передний и задний углы спирального сверла?
6. Как изменяются значения передних γ и задних α углов сверла по длине режущей кромки?
7. Чему равен передний угол на наружном диаметре сверла (назовите конкретное значение)?

8. Чему равен задний угол на периферии и у сердцевины сверла?
9. Назовите особенности процесса резания при сверлении.
10. Какие мероприятия необходимо выполнить, чтобы облегчить процесс стружкообразования и повысить режущие свойства сверла?
11. Из какого материала необходимо изготовить сверло, чтобы повысить его стойкость и получить высокую производительность?
12. Где больше диаметр сердцевины сверла: у вершины или у хвостовой части?
13. Где больше диаметр сверла: у вершины или у хвостовой части?
14. От чего зависит угол между режущими кромками при вершине сверла?
15. Расшифруйте марку материала, из которого изготовлено сверло.
16. Как изменяется угол наклона винтовой стружечной канавки при изменении диаметра сверла?
17. Для чего сверло делают с обратной конусностью?
18. Что необходимо сделать для увеличения прочности сверла?
19. За счет чего передается крутящий момент при сверлении?
20. Какую форму может иметь хвостовик?
21. Какие точность обработки и шероховатость поверхности можно получить при сверлении?
22. В каком случае сверло считается правильно заточенным?
23. Как следует выполнять обработку, чтобы не было «увода» сверла?
24. Как определить глубину резания при сверлении и рассверливании? Напишите формулы для определения глубины резания и укажите единицу измерения.
25. Какое приспособление необходимо использовать, если номер конуса Морзе хвостовика сверла не соответствует номеру конуса Морзе отверстия пиноли в шпинделе сверлильного станка?
26. Под каким углом к режущим кромкам располагается перемычка?
27. Назовите основной недостаток обработки спиральным сверлом (обычной конструкции) глубокого отверстия.
28. Какие отверстия считаются глубокими?
29. Поясните схемы измерения углов сверла.

Лабораторная работа № 6

Назначение режима резания при сверлении, зенкеровании и развертывании

Цель работы: изучить методику назначения режимов резания по таблицам нормативов. Ознакомиться и приобрести навыки работы с нормативами.

Общие сведения

Наиболее распространенный метод получения отверстий резанием – сверление.

Движение резания (главное движение) при сверлении – вращательное движение, движение подачи – поступательное. В качестве инструмента при сверлении применяются сверла. Самые распространенные из них – спиральные, предназначены для сверления и рассверливания отверстий, глубина которых не превышает 10 диаметров сверла. Шероховатость поверхности после сверления $Ra=12,5\div 6,3$ мкм, точность по 11-14 квалитету. Градация диаметров спиральных сверел должна соответствовать ГОСТ 885-64. Для получения более точных отверстий (8-9 квалитет) с шероховатостью поверхности $Ra=6,3\div 3,2$ мкм применяют зенкерование. Исполнительные диаметры стандартных зенкеров соответствуют ГОСТ1677-75. Развертывание обеспечивает изготовление отверстий повышенной точности (5-7 квалитет) низкой шероховатости до $Ra=0,4$ мкм.

Исполнительные размеры диаметров разверток из инструментальных сталей приведены в ГОСТ 11174-65, с пластинками из твердого сплава в ГОСТ 1173-65.

Отличительной особенностью назначения режима резания при сверлении является то, что глубина резания $t=D/2$, при рассверливании, зенкерования и развертывании.

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм.}$$

При рассверливании отверстий подача, рекомендуемая для сверления, может быть увеличена в 2 раза.

Порядок назначения остальных элементов режима резания аналогичен назначению режимов резания при токарной обработке.

Средние значения припусков на диаметр, снимаемых зенкерами и развертками см. в приложении 4.

Пример решения задачи

На вертикально-сверлильном станке 2Н125 обработать сквозное отверстие диаметром 25Н7 ($Ra=1,6$ мкм), $l=125$ мм. Материал заготовки СЧ18, HB210.

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания по таблицам нормативов, определить основное время.

Решение:

Эскиз обработки

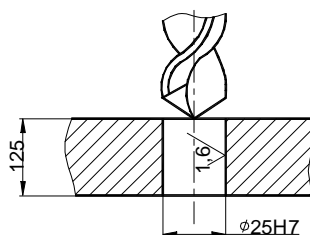


Рис. 6.1.

1. Выбор инструмента.

Согласно исходных данных операция выполняется в три перехода: сверление, зенкерование и развертывание.

Для сверления чугуна СЧ18 НВ210 согласно [7] выбираем сверло $D=22$ мм из стали Р18, заточенное по методу В.И. Жирова, $2\phi = 118^\circ$; $2\phi_0 = 70^\circ$; для зенкерования – цельный зенкер $D=24,9$ мм из стали Р18; $\phi = 45^\circ$; $\alpha_p = 10^\circ$; для развертывания – цельную развертку $D=25$ мм, $\phi = 5^\circ$ из стали Р18.

2. Выбор режима резания.

Расчет режимов резания выполним в традиционной последовательности с использованием данных работы [7].

Первый переход. Выбор подачи. Для сверления чугуна НВ210 сверлом диаметром 22 мм выбираем подачу $S=0,65 \div 0,75$ мм/об. С учетом поправочного коэффициента на длину сверления $Kl_s=0,9$ получаем расчетные величины подач

$$S=0,59 \div 0,68 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка устанавливаем ближайшую подачу к расчетной $S=0,56$ мм/об.

Выбор скорости и числа оборотов.

Исходя из диаметра сверла 22 мм и установленной подачи $S=0,56$ мм/об, методом двойной интерполяции определяем нормативные скорость резания и число оборотов (быстрее и удобнее вести расчет только по числу оборотов).

$$n_n=396 \text{ об/мин.}$$

Учитывая поправочные коэффициенты на заточку сверла по методу В.И. Жирова (ЖДП) $K\phi_v = 1,05$, на длину сверления ($l=5D$), $Kl_v = 0,75$ и на механические свойства серого чугуна НВ210 $K_{M_v} = 0,88$, получаем расчетное число оборотов в минуту

$$n=n_n \cdot K\phi_v \cdot Kl_v \cdot K_{M_v}=396 \cdot 1,05 \cdot 0,75 \cdot 0,88=274 \text{ об/мин.}$$

Ближайшее число оборотов по паспорту станка $n=250$ об/мин. Тогда фактическая скорость резания будет равна

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 250}{1000} = 17,27 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима по осевому усилию и мощности.

Для установленных условий сверления $D=22$ мм, $S=0,56$ мм/об и $n=250$ об/мин методом двойной интерполяции получаем осевое усилие $P_n=6010$ Н и крутящий момент $M_{кр}=6572$ кг·мм.

С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал $K_{M_M}=K_{M_p}=1,06$ и заточки по методу Жирова (ЖДП) $K\phi_p=0,66$ и $K\phi_M=1$ получим

$$P=P_n \cdot K_{M_p} \cdot K\phi_p=6010 \cdot 1,06 \cdot 0,66=4205 \text{ Н}$$

По паспорту станка наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, равно 15000Н.

$$M = M_{\text{мрн}} \cdot K_{\text{мв}} \cdot K_{\text{ф}} = 6572 \cdot 1,06 \cdot 1 = 6966 \text{ кг} \cdot \text{мм}.$$

Пользуясь графиком определяем при $M_{\text{кр}} = 6966 \text{ кг} \cdot \text{мм}$ и $n = 250 \text{ об/мин}$ мощность, потребную на резание: $N_{\text{рез}} = 1,6 \text{ кВт}$.

По паспорту станка мощность на шпинделе

$$N_{\text{э}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт}; N_{\text{э}} = 3,6 > N_{\text{рез}} = 1,6 \text{ кВт}.$$

Следовательно, станок не лимитирует выбранного режима резания.

Второй переход. Выбор подачи.

Для зенкерования отверстия в сером чугунае НВ210 зенкером диаметром 24,9 мм (25 мм) при последующей обработке отверстия одной разверткой рекомендуется подача $S = 0,55 \pm 0,6 \text{ мм/об}$. Ближайшая подача по паспорту станка $S = 0,56 \text{ мм/об}$.

Выбор скорости резания и числа оборотов.

Исходя из диаметра зенкера $D = 24,9$ (25) мм, для подачи $S = 0,56 \text{ мм/об}$ путем интерполяции определяем число оборотов $n_{\text{н}} = 329 \text{ об/мин}$.

С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал $K_{\text{мв}} = 0,88$ число оборотов будет равно $n = n_{\text{н}} \cdot K_{\text{мв}} = 329 \cdot 0,88 = 289 \text{ об/мин}$. Ближайшее число оборотов по паспорту станка $n = 250 \text{ об/мин}$. Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24,9 \cdot 250}{1000} = 19,6 \text{ м/мин}.$$

Третий переход. Выбор подачи.

Для развертывания отверстия в сером чугунае НВ>200 механической разверткой $D = 25 \text{ мм}$ с чистотой поверхности отверстия $Ra = 1,6 \text{ мкм}$ рекомендуется подача $S = 1,9 \text{ мм/об}$. Ближайшая подача по паспорту станка $S = 1,6 \text{ мм/об}$.

Выбор скорости резания и числа оборотов.

Для развертывания отверстия диаметром 25 мм с подачей 1,6 мм/об рекомендуется число оборотов $n_{\text{н}} = 105 \text{ об/мин}$. С учетом поправочного коэффициента на обрабатываемый материал серый чугун НВ>200 $K_{\text{мн}} = 0,88$. Тогда

$$n = n_{\text{н}} \cdot K_{\text{мн}} = 105 \cdot 0,88 = 92 \text{ об/мин}$$

Ближайшее число оборотов по паспорту станка

$$n = 90 \text{ об/мин}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 90}{1000} = 7 \text{ м/мин}.$$

Определение основного (технологического) времени.

Величина врезания и перебега инструментов l_1 при работе на проход для сверла с двойной заточкой равна 12 мм; для зенкера 5 мм и для развертки 30 мм.

При длине отверстия $l = 125 \text{ мм}$ основное (технологическое) время каждого перехода равно

$$t_{01} = \frac{l+l_1}{S \cdot n} = \frac{125+12}{0,56 \cdot 250} = 0,98 \text{ мин}$$

$$t_{02} = \frac{l+l_1}{S \cdot n} = \frac{125+5}{0,56 \cdot 250} = 0,93 \text{ мин}$$

$$t_{03} = \frac{l+l_1}{S \cdot n} = \frac{125+30}{1,6 \cdot 90} = 1,0 \text{ мин}$$

Основное время операции

$$T_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} = 0,98 + 0,93 + 1,0 = 2,91 \text{ мин.}$$

Задание на лабораторную работу №6.

Выполнить расчет режима резания по таблицам нормативов для обработки сквозного отверстия на вертикально-сверлильном станке 2Н135 по заданному варианту. Исходные данные в таблице 6.1.

Порядок выполнения работы аналогичен предыдущей.

Таблица 6.1

№	Материал заготовки и его характеристики	Диаметр отверстия D мм, параметр шероховатости, мкм	Длина отверстия l, мм
1	Сталь 12ХН2, $\sigma_b=800$ МПа	18Н7, Ra=1,6	50
2	Сталь 12ХН3А, $\sigma_b=950$ МПа	25Н5, Ra=0,4	60
3	Серый чугун СЧ30, HB200	30Н5, Ra=0,4	80
4	Серый чугун СЧ20, HB210	35Н7, Ra=1,6	90
5	Сталь 38ХА, $\sigma_b=680$ МПа	28Н7, Ra=1,6	55
6	Сталь 35, $\sigma_b=560$ МПа	38Н8, Ra=6,3	75
7	Серый чугун СЧ15, HB170	45Н9, Ra=3,2	45
8	Серый чугун СЧ10, HB160	17Н7, Ra=1,6	50
9	Сталь 40ХН, $\sigma_b=700$ МПа	45Н9, Ra=6,3	100
10	Сталь Ст3, $\sigma_b=600$ МПа	50Н9, Ra=6,3	60
11	Сталь 40Х, $\sigma_b=750$ МПа	22Н5, Ra=0,4	95
12	Сталь Ст5, $\sigma_b=600$ МПа	16Н5, Ra=0,4	30
13	Серый чугун СЧ20, HB180	38Н9, Ra=6,3	85
14	Серый чугун СЧ20, HB200	50Н9, Ra=3,2	50
15	Сталь 20Х, $\sigma_b=580$ МПа	20Н5, Ra=0,4	40
16	Сталь 50, $\sigma_b=750$ МПа	30Н7, Ra=1,6	60
17	Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	28Н7, Ra=1,6	55
18	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	40Н9, Ra=3,2	80
19	Серый чугун СЧ30, HB220	23Н5, Ra=0,4	45
20	Серый чугун СЧ20, HB220	32Н7, Ra=1,6	35
21	Сталь 30ХН3А, $\sigma_b=800$ МПа	20Н7, Ra=1,6	60
22	Сталь 30ХМ, $\sigma_b=780$ МПа	55Н8, Ra=3,2	110
23	Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	48Н9, Ra=6,3	96
24	Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	50Н8, Ra=3,2	100
25	Силумин АЛ4, HB50	35Н7, Ra=1,6	60
26	Чугун КЧ35, HB163	42Н9, Ra=6,3	50
27	Сталь 38ХС, $\sigma_b=950$ МПа	22Н5, Ra=0,4	45
28	Сталь 50, $\sigma_b=900$ МПа	37Н9, Ra=6,3	70
29	Чугун ЖЧХ, HB280	32Н7, Ra=1,6	65
30	Чугун ВЧ60, HB250	27Н5, Ra=0,4	55

Лабораторная работа № 7

Изучение геометрических и конструктивных параметров различных типов фрез

Цель работы — изучение геометрических и конструктивных параметров различных типов фрез, а также конструкций измерительных приборов и приемов работы, применяемых при измерении геометрических и конструктивных параметров различных типов фрез.

Конструктивные элементы фрез

Фрезерование является одним из распространенных и высокопроизводительных методов обработки металлов резанием, при котором режущий инструмент — фреза — совершает главное вращательное движение D_r , а обрабатываемая заготовка — поступательное D_s .

Фреза — это многозубый инструмент, представляющий собой тело вращения, на образующей которого, а иногда и на торце, имеются режущие зубья.

По технологическому признаку различают следующие фрезы: для черновой и чистовой обработки плоскостей цилиндрическими и торцовыми фрезами (рис. 7.1, а, б); для разрезки заготовок на части и прорезания канавок (рис. 7.1, в, е); для черновой и окончательной обработки фасонных поверхностей (рис. 7.1, ж, з) и др.

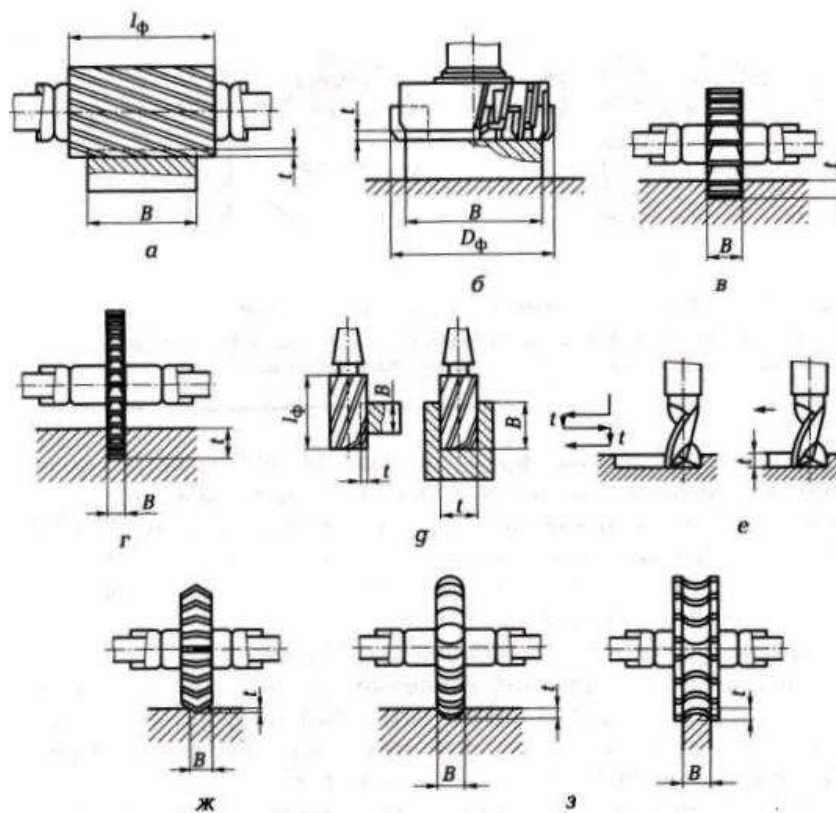


Рис. 7.1. Схемы фрезерования цилиндрическими (а), торцовыми (б), дисковыми (в), прорезными (г), концевыми (д), ипоночными (е), угловыми (ж) и фасонными (з) фрезами: B — ширина фрезерования; t — глубина фрезерования; D_ϕ — диаметр фрезы; l_ϕ — длина режущей части фрезы

По конструкции различают фрезы цельные, составные и сборные с режущей частью из быстрорежущей стали или с пластинами из твердого сплава. Фрезы, оснащенные пластинами из твердого сплава, нашли широкое применение, так как обладают высокой производительностью и высоким качеством обработанной поверхности, исключая иногда необходимость операции шлифования, а также обеспечивают возможность обработки закаленных сталей и т.д.

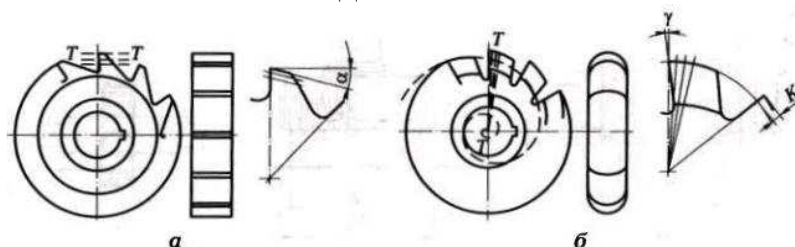


Рис. 7.2. Фрезы, различаемые по способу заточки:
a — острозаточенные; *б* — затылованные; *T—T* — плоскость заточки фрезы; α — задний угол; γ — передний угол; *K* — величина падения затылка

По способу заточки фрезы подразделяются на острозаточенные, затачиваемые по задней поверхности (рис. 7.2, а), и затылованные, затачиваемые по передней поверхности (рис. 7.2, б). Острозаточенные фрезы нашли широкое применение для обработки плоских поверхностей, а затылованные — для обработки фасонных поверхностей.

Группа фрез с острозаточенной формой зубьев включает в себя цилиндрические, торцовые, концевые, угловые, дисковые и фасонные фрезы, а группа фрез с затылованной формой зубьев — фасонные, дисковые модульные, пальцевые модульные, червячные модульные, шлицевые и резьбовые фрезы.

Типы острозаточенных зубьев представлены на рис. 7.3. Зубья трапецидальной формы (рис. 7.3, а) просты в изготовлении, но они несколько ослаблены. Особенностью острозаточенного зуба, показанного на рис. 7.3, б, является параболическая форма его задней поверхности, определяемая из условия равнопрочности всех сечений зуба на изгиб. Наибольшее распространение получил зуб со спинкой, образуемой посредством двойного фрезерования (рис. 7.3, в). Такая форма зуба обеспечивает ему прочность, близкую к прочности зуба с параболической задней поверхностью.

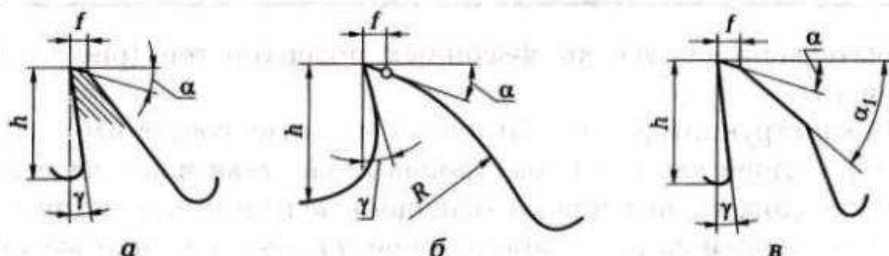


Рис. 7.3. Типы острозаточенных зубьев:
a — трапецидальный; *б* — параболический; *в* — с двойной спинкой; *h* — высота зуба; *R* — радиус спинки зуба; *f* — ширина спинки зуба; α — задний угол; α_1 — вспомогательный задний угол; γ — передний угол

Типы фрез

Цилиндрические фрезы предназначены для обработки плоскостей. Конструктивные и геометрические параметры цилиндрических фрез с прямыми и винтовыми зубьями показаны на рис. 7.4. Винтовая форма режущих зубьев цилиндрической фрезы обеспечивает им плавность в работе, уменьшает удары и вибрации. Конструктивные и геометрические параметры цилиндрической фрезы показаны на рис. 7.5.

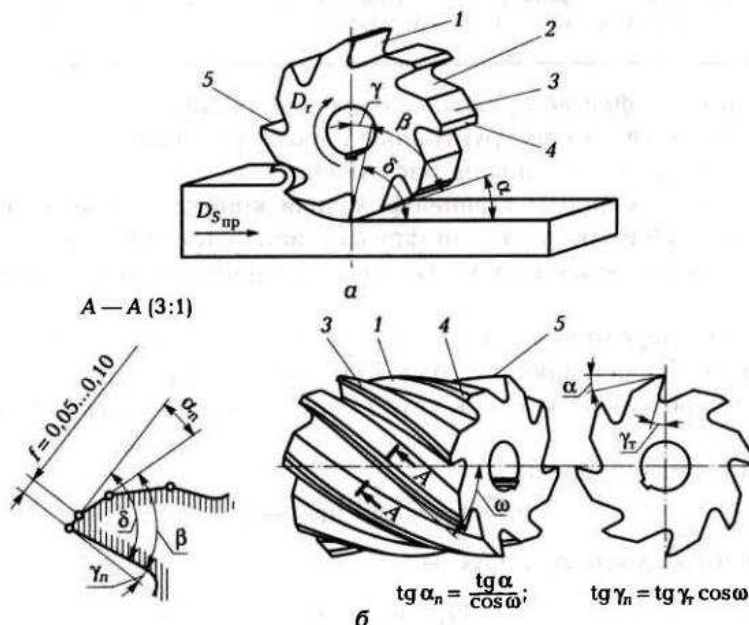


Рис. 7.4. Конструктивные и геометрические параметры цилиндрических фрез с прямыми (а) и винтовыми (б) зубьями:

1 — передняя поверхность; 2 — затылованная поверхность (спинка); 3 — задняя поверхность; 4 — ленточка; 5 — режущая кромка (лезвие); α — задний угол; β — угол заострения; γ — передний угол; δ — угол резания; α_n и γ_n — соответственно задний и передний угол в сечении по нормали к режущей кромке; γ_m — передний угол в торцовом сечении; ω — угол наклона винтового режущего лезвия; f — ширина ленточки

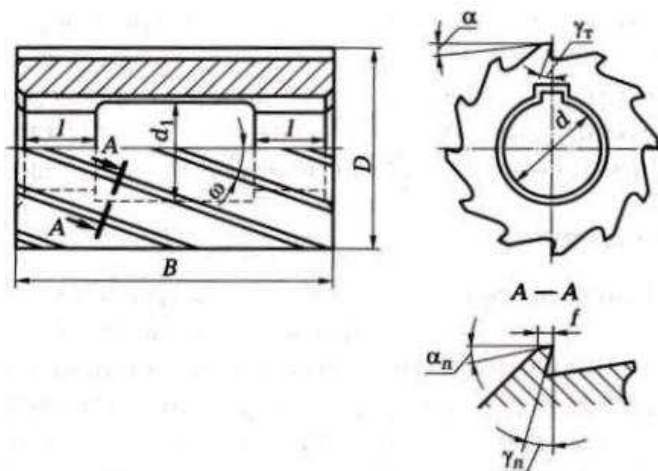


Рис. 7.5. Конструктивные и геометрические параметры цилиндрической фрезы: D — диаметр фрезы; B — ширина фрезы; d — диаметр посадочного отверстия; d_1 — диаметр выемки; α — задний угол; γ_r — передний угол в торцовом сечении; α_n и γ_n — соответственно задний и передний угол в сечении по нормали к режущей кромке

Торцовые фрезы предназначены для обработки плоскостей. Геометрические и конструктивные параметры цельной и сборной торцовых фрез показаны на рис. 7.6.

У торцовой фрезы главная режущая кромка направлена под углом φ , а у цилиндрической фрезы с винтовым зубом направление главной режущей кромки совпадает с направлением винтовой линии.

Иногда передние углы торцовой фрезы задаются в плоскости, нормальной к оси фрезы (угол γ' в сечении Б—Б).

Для перехода от угла γ' к углу γ используются следующие формулы: для торцовой фрезы

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma' \sin \varphi + \operatorname{tg} \omega \cos \varphi;$$

для цилиндрической фрезы

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma' \cos \omega,$$

где ω — угол наклона зубьев к оси фрезы; φ — главный угол в плане.

Главный задний угол α рассматривается в плоскости, нормальной к оси фрезы (угол γ' в сечении Б—Б). Иногда задний угол α задается в нормальном сечении к главной режущей кромке (угол α_n в сечении А—А).

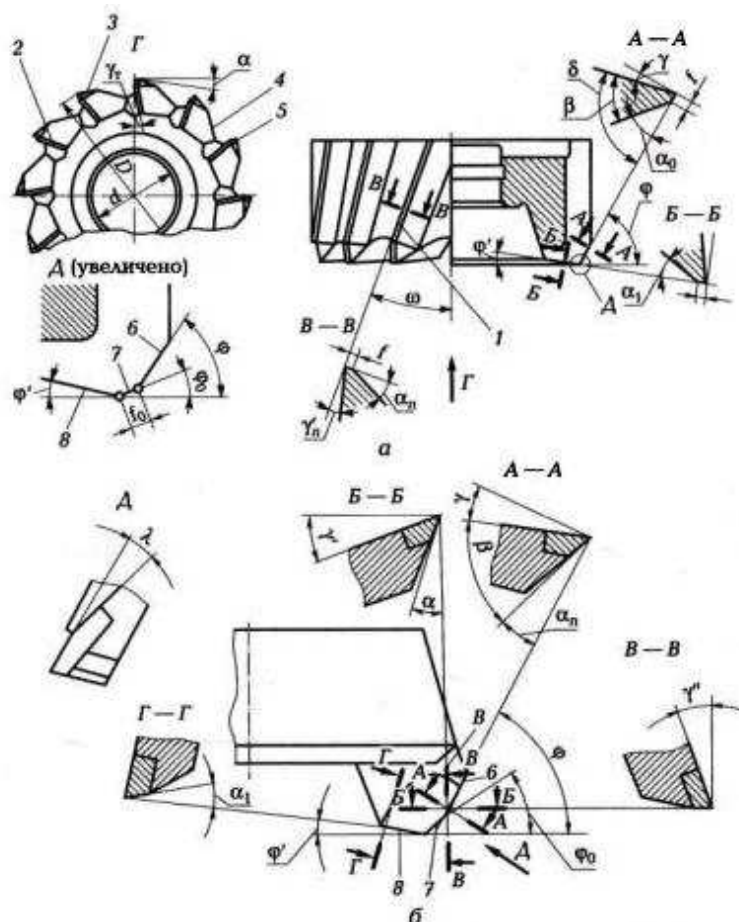


Рис. 7.6. Конструктивные и геометрические параметры цельной (а) и сборной [б] торцовых фрез:

7 - винтовая режущая кромка (лезвие); 2 - передняя поверхность; 3 - задняя

поверхность; 4 - затылованная поверхность (спинка); 5 - ленточка; 6 - главная режущая кромка; 7 - переходное режущее лезвие; В - вспомогательная режущая кромка; D - наружный диаметр фрезы; d - диаметр посадочного отверстия; α' - задний угол; α_1 - задний угол на вспомогательной поверхности; α_n и γ'_n - соответственно задний и передний угол в сечении по нормали к винтовому режущему лезвию; β - угол заострения; γ - передний угол; γ_r - передний угол в торцовом сечении; δ - угол резания; φ - главный угол в плане; φ_0 - главный угол в плане переходной режущей кромки, $\varphi_0 = 0,5\varphi$; φ' - вспомогательный угол в плане; ω - угол наклона винтового режущего лезвия; f - ширина ленточки; f_0 - ширина ленточки на переходной режущей кромке; λ - угол наклона главного режущего лезвия

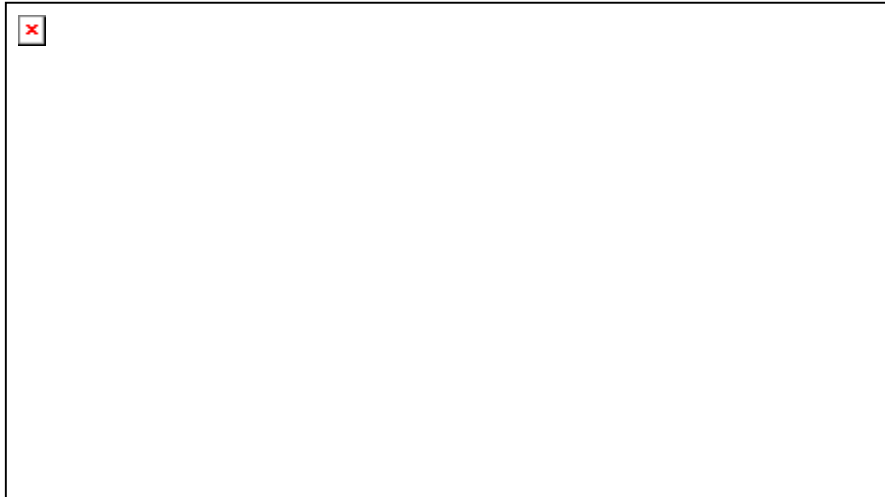


Рис. 7.7. Конструктивные и геометрические параметры концевой фрезы:
D - диаметр фрезы; d_1 - диаметр шейки; d - диаметр хвостовой части; L_1 - длина рабочей части; L_2 - длина шейки; L_3 - длина хвостовой части; L - общая длина фрезы; r - радиус дна стружечной канавки; h - высота зуба; α - главный задний угол; γ - главный передний угол; β - угол заострения; δ - угол резания; α_1 - вспомогательный задний угол; γ_1 - вспомогательный передний угол; β_1 - вспомогательный угол заострения; ω - угол наклона винтового режущего лезвия; φ - главный угол в плане; φ' - вспомогательный угол в плане

Для расчета заднего угла используются следующие формулы:
для главной режущей кромки торцовой фрезы

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\sin \varphi}$$

для цилиндрической фрезы

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n \cos \varphi.$$

Для упрочнения вершин зубьев торцовых твердосплавных фрез у них выполняется переходная режущая кромка, направленная под углом $\varphi_0 = 0,5\varphi$.

Угол наклона главной режущей кромки λ влияет на прочность и стойкость зуба. Положительное значение угла λ способствует более плавному входу зуба в заготовку и выходу из него (вид Д на рис. 7.6, б).

Концевые фрезы предназначены для обработки пазов и уступов. Крепление фрезы в шпинделе станка производится с помощью

цилиндрического или конического хвостовика. Конструктивные и геометрические параметры концевой фрезы показаны на рис. 7.7. Основную работу совершают главные режущие кромки зубьев, расположенные на цилиндрической части концевой фрезы, а вспомогательные режущие кромки торцовых зубьев зачищают обработанную поверхность.

Дисковые фрезы предназначены для обработки плоскостей, пазов и уступов. Различают дисковые фрезы цельные и сборные (с вставными ножами). Цельные дисковые фрезы различных конструкций показаны на рис. 7.8. Пазовые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности. Для уменьшения трения по торцам на фрезах предусматривается вспомогательный угол в плане φ' .

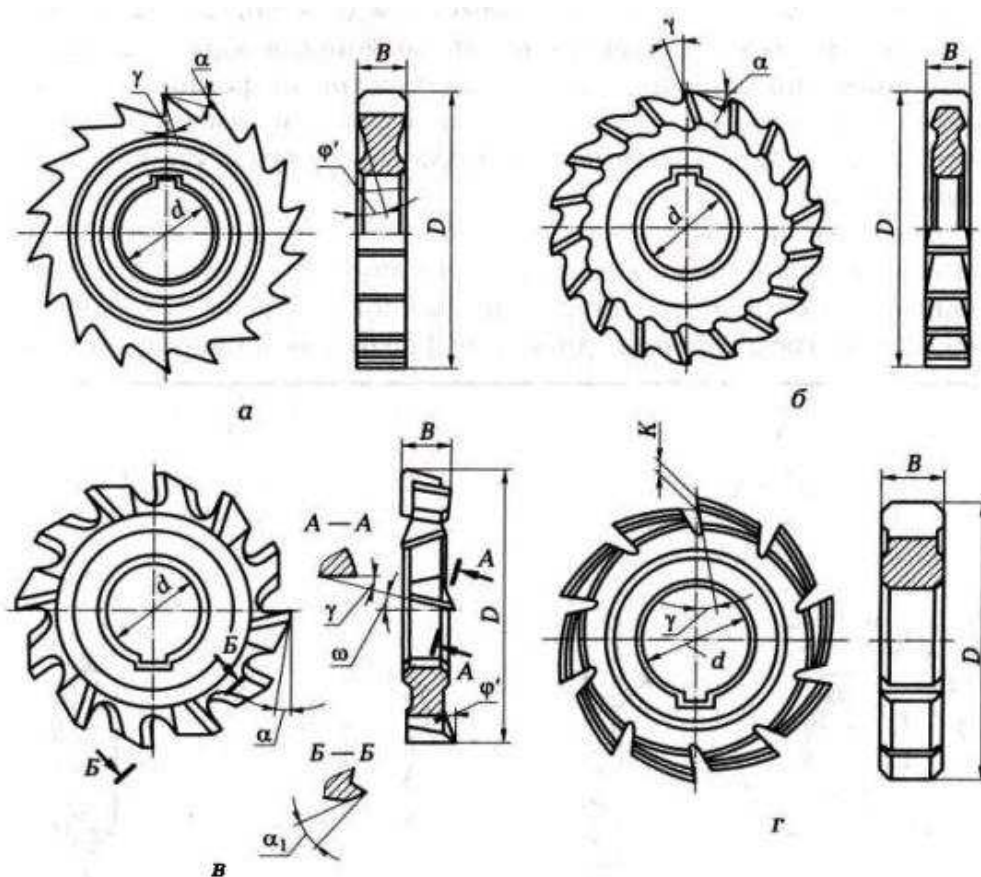


Рис. 7.8. Цельные дисковые фрезы:

а – пазовая острозаточенная односторонняя; *б* – пазовая трехсторонняя; *в* – трехсторонняя с разнонаправленными зубьями; *г* – пазовая с затылованными зубьями; D – диаметр фрезы; d – диаметр посадочного отверстия; B – ширина фрезы; α – главный задний угол; γ – главный передний угол; K – величина падения затылка; ω – угол наклона винтового режущего лезвия; φ – главный угол в плане; φ' – вспомогательный угол в плане

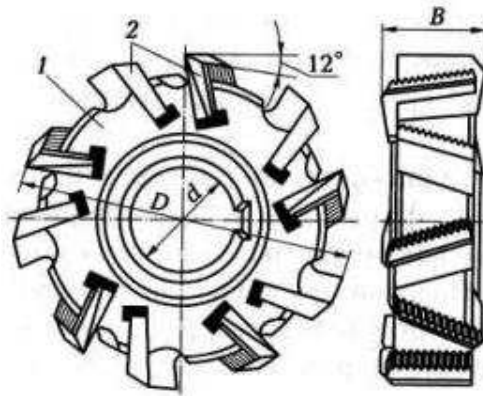


Рис. 7.9. Сборная трехсторонняя дисковая фреза:
 1 – корпус; 2 – ножи; D – диаметр фрезы; d – диаметр посадочного отверстия;
 B – ширина фрезы

Важным параметром дисковой фрезы является ее ширина B , так как фреза предназначена для обработки пазов. Основные типы дисковых фрез — двух и трехсторонние, которые кроме зубьев на цилиндрической поверхности, имеют зубья на торцах. Такие фрезы применяются для обработки уступов и более глубоких пазов.

Дисковые фрезы с вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава, выполняются двухсторонними и трехсторонними. Сборная трехсторонняя дисковая фреза показана на рис. 7.9. Трехсторонние дисковые фрезы применяются для фрезерования пазов, а двухсторонние — для фрезерования уступов и плоскостей. Крепление ножей осуществляется с помощью осевых или радиальных рифлений и клиньев с углом 5° .

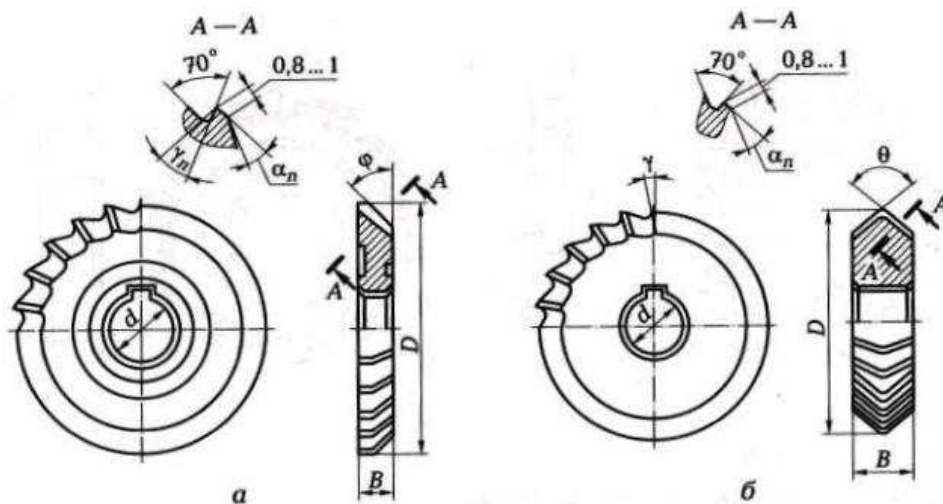


Рис. 7.10. Фрезы дисковые угловые:
 а - одноугловые; б - двуугловые симметричные; D - диаметр фрезы; d - диаметр посадочного отверстия; B - ширина фрезы; φ - главный угол в плане; α_n и γ_n - соответственно задний и передний угол в сечении по нормали к режущему лезвию; θ - угол профиля зуба

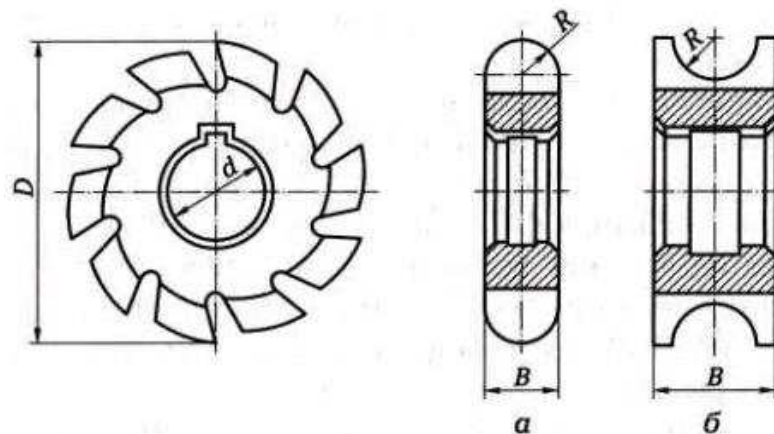


Рис. 7.11. Фасонные фрезы с затылованными зубьями:
а - с выпуклым профилем; *б* - с вогнутым профилем; *D* - диаметр фрезы; *d* - диаметр посадочного отверстия; *B* - ширина фрезы; *R* - радиус профиля

Угловые фрезы предназначены для обработки угловых пазов и наклонных плоскостей, особенно при изготовлении различных режущих инструментов. Фрезы дисковые угловые подразделяются на одноугловые (рис. 7.10, а) и двуугловые (рис. 7.10, б).

Фасонные фрезы с затылованными зубьями нашли широкое применение для обработки поверхностей и канавок сложного фасонного профиля (рис. 7.11). Фасонные фрезы в отличие от фрез общего назначения являются специальными и проектируются с учетом габаритных размеров и профиля фрезеруемой поверхности.

Фрезы обеспечивают высокую производительность и позволяют рабочим низкой квалификации обрабатывать поверхности сложного профиля.

Методы измерения конструктивных и геометрических параметров фрез

Для измерения конструктивных и геометрических параметров фрез различных типов применяются: штангенциркуль, линейка, универсальный угломер, угломер Бабчициера для измерения углов фрез и другие средства, имеющиеся в распоряжении лаборатории.

Диаметр D , мм, фрезы и ширина B , мм, насадных фрез измеряются штангенциркулем. Длины L , L_1 , L_2 , L_3 , мм, концевой фрезы измеряются измерительной линейкой.

Геометрические и конструктивные параметры цилиндрических фрез показаны на рис. 7.4 и 7.5, торцовой — на рис. 7.6, концевой — на рис. 7.7, дисковых — на рис. 7.8 и 7.9, угловой — на рис. 7.10, а фасонных — на рис. 7.11.

Способы измерения геометрических параметров всех типов фрез одинаковые, за исключением сборной твердосплавной фрезы (см. рис. 7.6, б), у которой ножи по конструкции и геометрии напоминают резцы.

Задний угол α цилиндрических острозаточенных фрез (см. рис. 7.5) измеряется в плоскости, перпендикулярной оси фрезы, т.е. в торцовой плоскости.

Нормальный задний угол α_n измеряется в плоскости, перпендикулярной режущей кромке. От значения заднего угла α_n зависят трение задней поверхности зуба фрезы об обрабатываемую поверхность и чистота обработанной поверхности.

Передний угол γ измеряется в плоскости, перпендикулярной режущей кромке, а поперечный передний угол γ' торцовых фрез — в плоскости, перпендикулярной оси фрезы (см. рис. 7.6, б).

Передний и задний углы в торцовой плоскости фрезы измеряются угломером Бабчициера (рис. 7.12), который состоит из сектора 1 со шкалой, разделенной рисками в соответствии с числом зубьев z измеряемой фрезы, и сектора 2, передвигающегося по сектору 1 и фиксируемого винтом 3. Сектор 2 имеет градусную шкалу, по которой производится отсчет угловых величин.

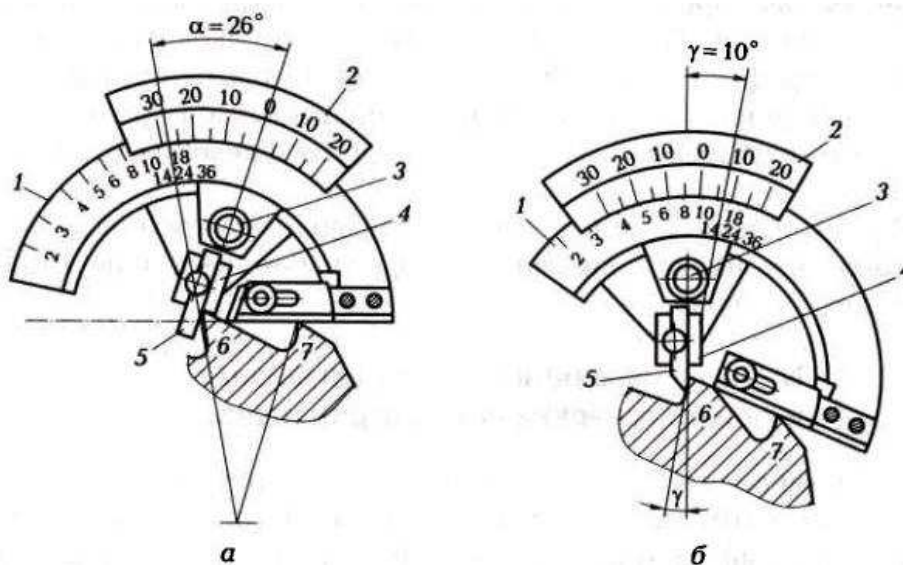


Рис. 7.12. Схемы измерения заднего (а) и переднего (б) углов торцовой фрезы:
1,2 — секторы; 3 — винт; 4 — измерительная плоскость планки; 5 —
измерительная плоскость ножа; 6,7 — зубья фрезы

Порядок измерения заднего угла следующий (рис. 7.12, а):

угломер накладывают на лезвия двух соседних зубьев 6 и 7 таким образом, чтобы режущее лезвие измеряемого зуба упиралось в вершину угла, составленного измерительной плоскостью 5 ножа и измерительной плоскостью 4 планки, а торцовая часть прибора была перпендикулярна оси фрезы;

сектор 2 прибора поворачивают до совмещения измерительной плоскости 5 с задней поверхностью зуба фрезы;

по градусной шкале сектора 2 отсчитывают значение заднего угла

(оно соответствует дуге между риской 0 на градусной шкале сектора 2 и одной из рисок сектора 1, соответствующей числу зубьев фрезы). Например, для фрезы с числом зубьев $z = 18$ задний угол $\alpha_1 = 26^\circ$.

Порядок измерения переднего угла γ_1 (рис. 7.12, б) аналогичен порядку измерения заднего угла:

угломер накладывают на лезвия двух соседних зубьев 6 и 7 таким образом, чтобы режущее лезвие измеряемого зуба упиралось в вершину угла, составленного измерительной плоскостью 5 ножа и измерительной плоскостью 4 планки, а торцовая часть прибора была перпендикулярна оси фрезы;

сектор 2 прибора поворачивают до совмещения измерительной плоскости 5 с передней поверхностью зуба фрезы;

по градусной шкале сектора 2 отсчитывают значение переднего угла (оно соответствует дуге между риской 0 на градусной шкале сектора 2 и одной из рисок сектора 1, соответствующей числу зубьев фрезы). Например, для фрезы с числом зубьев $z = 18$ передний угол $\gamma_1 = 10^\circ$.

Передний угол γ и задний угол α фрезы измеряются в торцовой плоскости. Для фрез с винтовым зубом значение переднего угла в торцовой плоскости γ_T , полученное при измерении инструментом, необходимо пересчитать на передний угол γ_n в нормальной секущей плоскости по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_T \cos \omega,$$

где γ_n — передний угол в нормальной секущей плоскости; ω — угол наклона винтовой канавки.

При определении заднего угла в нормальной секущей плоскости по формуле методика измерения заднего угла прежняя, а угол α_n определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\operatorname{tg} \alpha_T}{\cos \omega}$$

Угол резания в главной секущей плоскости

$$\delta = 90^\circ - \gamma.$$

Главный угол заострения в главной секущей плоскости

$$\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma).$$

Вспомогательный угол заострения в секущей плоскости, перпендикулярной вспомогательной режущей кромке, определяют по формуле

$$\beta = 90^\circ - (\alpha_1 + \gamma_1) \quad 7$$

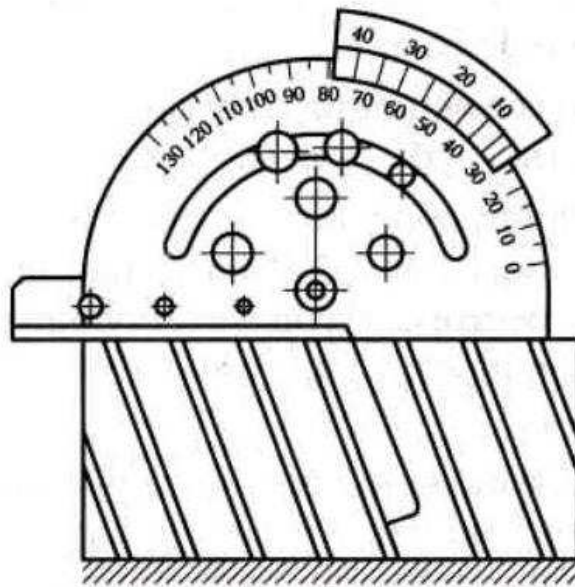


Рис. 7.13. Схема измерения угла наклона винтовой канавки

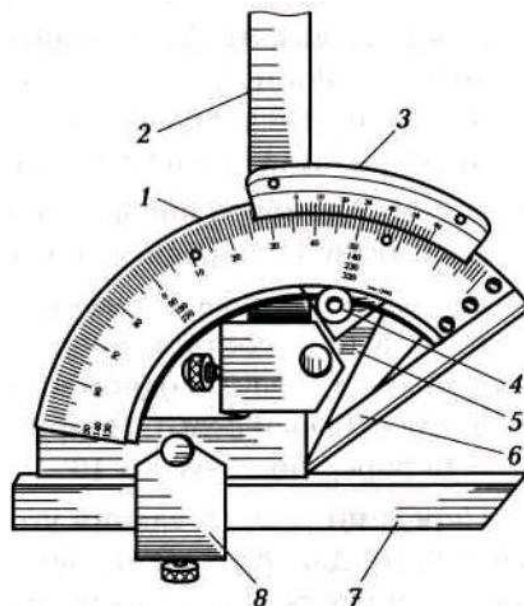


Рис. 7.14. Схема измерения угла профиля угловых фрез универсальным угломером:
 1 — лимб; 2 — угольник; 3 — нониус; 4 — стопор; 5 — сектор; 6 — основание; 7 —
 съемная линейка; 8 — державка

Шаг винтовой линии фрезы, мм, определяется по формуле

$$H = \pi D \operatorname{ctg} \omega,$$

где D — диаметр фрезы, мм; ω — угол подъема винтовых зубьев, $^{\circ}$.

Угол подъема винтовых зубьев ω измеряется по следу винтовой линии фрезы на плоскость. Винтовую линию фрезы развертывают методом накатки через копировальную бумагу.

Схема измерения угла наклона винтовой канавки ω показана на рис. 7.13.

Схема измерения угла профиля угловых фрез универсальным угломером показана на рис. 7.14.

Угол наклона главной режущей кромки λ измеряется аналогично углу подъема винтовых зубьев ω и, следовательно, равен ему.

Инструкция по технике безопасности

При проведении данной работы в лаборатории необходимо выполнять требования действующей инструкции по технике безопасности при работе с металлорежущим оборудованием и его оснащением. При этом необходимо предотвращать падение инструментов, особо учитывая опасность травматизма при работе с острозаточенными лезвиями режущих инструментов.

Необходимое оборудование

Для выполнения лабораторной работы потребуются:

комплект фрез;

угломеры, штангенциркуль, микрометр, угломер Бабчиницера

для измерения углов фрез, копировальная бумага, линейка.

Порядок выполнения работы

1. Изучите конструктивные элементы и геометрические параметры фрезы (по заданию преподавателя).

2. Изучите принципы работы измерительных приборов (штангенциркуля, микрометра, угломеров).

3. Нарисуйте в тетради эскиз фрезы, покажите ее конструктивные элементы и геометрические параметры, а также изобразите фрезы и схему измерения заднего угла.

4. Измерьте конструктивные элементы и геометрические параметры фрез. Результаты измерений оформите в виде табл. 7.1.

Таблица 7.1

Таблица 7.1. Результаты измерений конструктивных и геометрических параметров фрез	
Параметр	Значение
Тип фрезы	
Материал фрезы	
Форма зуба	
Твердость фрезы HRC	
Диаметр фрезы D, мм	
Ширина ленточки, мм	
Диаметр посадочного отверстия фрезы d_1 , мм	
Число зубьев z фрезы	
Длина рабочей части фрезы L_1 , мм	
Длина шейки фрезы L_2 , мм	
Длина хвостовой части L_3 , мм	
Общая длина фрезы L, мм	

Длина цилиндрического пояска l , мм	
Ширина фрезы B , мм	
Шаг винтовой линии H , мм	
Угол наклона винтовой линии ω , ...°	
Главный задний угол α , ...°	
Главный передний угол γ , ...°	
Угол заострения β , ...°	
Угол резания δ , ...°	
Задний угол в торцовой плоскости α_1 , ...°	
Передний угол в торцовой плоскости γ_1 , ...°	
Угол заострения в торцовой плоскости β , ...°	
Угол наклона главной режущей кромки λ , ...°	
Главный угол в плане φ , ...°	
Вспомогательный угол в плане φ_1 , ...°	
Угол резания в нормальной плоскости δ , ...°	
Передний угол γ в плоскости, нормальной к режущей кромке, ...°	

Содержание отчета по работе

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Эскиз фрезы с указанием ее основных конструктивных элементов и геометрических параметров (по заданию преподавателя).
3. Результаты измерений конструктивных и геометрических параметров фрезы.
4. Выводы по результатам работы.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды фрезерования и основные типы фрез.
2. Какой материал применяют для изготовления фрез?
3. Какие движения необходимы для осуществления процесса резания при фрезеровании?
4. Какие существуют схемы резания, при фрезеровании и каковы достоинства, и недостатки этих схем?
5. Покажите поверхности резания при фрезеровании фрезами с прямыми и винтовыми зубьями.
6. В какой плоскости рассматриваются углы цилиндрической фрезы с винтовыми зубьями?
7. В какой плоскости рассматриваются углы цилиндрической фрезы с прямыми зубьями?
8. Какие виды подач различают при фрезеровании? Укажите единицу измерения подачи.
9. Нарисуйте схему угла контакта фрезы с заготовкой и дайте определение этого угла.
10. Что такое толщина срезаемого слоя a ?

11. Напишите формулу для определения толщины срезаемого слоя.
12. Как обеспечивается равномерность фрезерования при фрезеровании фрезами с прямыми и винтовыми зубьями?
13. По каким поверхностям происходит износ фрез?
14. Какое влияние оказывает на процесс резания осевая сила, возникающая при фрезеровании фрезой с винтовыми зубьями?
15. Какое влияние оказывает угол наклона зубьев цилиндрической фрезы на процесс резания?
16. Напишите формулу для определения угла контакта фрезы с заготовкой, если известны диаметр фрезы D и глубина резания t .
17. Что такое ширина среза b ?
18. Напишите формулу для определения площади поперечного сечения среза, производимого одним зубом прямозубой фрезы.
19. Какие виды фрез вы знаете?
20. Каковы достоинства фрез, оснащенных пластинами из твердого сплава?
21. Как обеспечивается равномерность фрезерования фрез с винтовыми зубьями?
22. Изобразите три формы острозаточенных зубьев.
23. Как перетачивают острозаточенные фрезы?
24. На что влияет диаметр оправки?
25. Назовите конструктивные элементы фрез.

Лабораторная работа № 8

Расчет режима резания при фрезеровании

Цель работы: Изучить методику назначения режима резания по таблицам нормативов. Ознакомиться и приобрести навыки работы с нормативами.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Фрезерование – один из самых производительных методов обработки. Главное движение (движение резания) при фрезеровании – вращательное; его совершает фреза, движение подачи обычно прямолинейное, его совершает фреза. Фрезерованием можно получить деталь точно по 6-12 качеству шероховатостью до $Ra=0,8$ мкм. Фрезерование осуществляется при помощи многозубого инструмента – фрезы. Фрезы по виду различают: цилиндрические, торцевые, дисковые, прорезные и отрезные, концевые, фасонные; по конструкции – цельные, составные и сборные.

При торцевом фрезеровании (обработка торцевой фрезой) диаметр фрезы D должен быть больше ширины фрезерования B , т.е. $D=(1,25÷1,5)B$.

Для обеспечения производительных режимов работы необходимо применять смещенную схему фрезерования (есть симметричная схема), для чего ось заготовки смещается относительно оси фрезы.

При цилиндрическом фрезеровании различают встречное фрезерование, – когда вектор скорости (направление вращения фрезы) направлен навстречу направлению подачи; и попутное фрезерование, когда вектор скорости и направление подачи направлены в одну сторону. Встречное фрезерование применяют для черновой обработки заготовок с литейной коркой, с большими припусками. Попутное фрезерование применяют для чистовой обработки нежестких, предварительно обработанных заготовок с незначительными припусками.

Глубина резания (фрезерования) t во всех видах фрезерования, за исключением торцевого фрезерования и фрезерования шпонок, представляет собой размер слоя заготовки срезаемой при фрезеровании, измеряемый перпендикулярно оси фрезы. При торцевом фрезеровании и фрезеровании шпонок шпоночными фрезами – измеряют в направлении параллельном оси фрезы.

При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z подачу на один оборот фрезы S и минутную подачу S_m мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n$$

Где n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

При черновом фрезеровании назначают подачу на зуб; при чистовом фрезеровании – подачу на один оборот фрезы.

Скорость резания – окружная скорость фрезы, определяется режущими свойствами инструмента. Ее можно рассчитать по эмпирической формуле [2], [3], или выбрать по таблицам нормативов [4], [7].

Пример решения задачи.

На вертикально-фрезерном станке 6P12 производится торцевое фрезерование плоской поверхности шириной $B=80$ мм, длиной $l=400$ мм, припуск на обработку $h=1,8$ мм. Обрабатываемый материал серый чугун СЧ30, HB220. Заготовка предварительно обработана. Обработка окончательная, параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra=3,2$ мкм. Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания с использованием таблиц нормативов, определить основное (технологическое) время.

Решение

Эскиз обработки

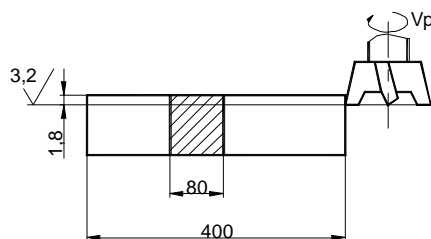


Рис. 8.1

1. Выбор инструмента.

Для фрезерования на вертикально-фрезерном станке заготовки из чугуна выбираем торцевую фрезу с пластинками из твердого сплава ВК6 [2] или [3], диаметром $D=(1,25\div 1,5)\cdot B=(1,25\div 1,5)\cdot 80=100\div 120$ мм. Принимаем $D=100$ мм; $z=10$, ГОСТ 9473-71 [2] или [3].

Геометрические параметры фрезы: $\varphi=60^\circ$, $\alpha=12^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\lambda=20^\circ$, $\varphi_1=5^\circ$.

Схема установки фрезы – смещенная.

2. Режим резания.

2.1 Глубина резания.

Заданный припуск на чистовую обработку срезают за один проход, тогда

$$t=h=1,8 \text{ мм}$$

2.2 Назначение подачи.

Для получения шероховатости $Ra=6,3$ мкм подача на оборот $S_0=1,0\div 0,7$ мм/об [4].

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{1,0}{10} = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

2.3 Период стойкости фрезы.

Для фрез торцевых диаметром до 110 мм с пластинками из твердого сплава применяют период стойкости

$$T=180 \text{ мин [4],}$$

2.4 Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента.

Для обработки серого чугуна фрезой диаметром до 110 мм, глубина резания t до 3,5 мм, подаче до 0,1 мм/зуб.

$$V=203 \text{ м/мин [4],}$$

С учетом поправочных коэффициентов $K_{mv}=1$; $K_{nv}=1$; при $\frac{B}{D} = \frac{80}{100} = 0,8$; $K_{BV}=1$; $K_{\varphi v}=1$ [4],

$$V=V \cdot K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{BV} \cdot K_{\varphi} = 203 \cdot 1 = 203 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 100} = 646,5 \text{ об/мин.}$$

Корректируем по паспорту станка

$$n=630 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 197,8 \text{ м/мин.}$$

2.5 Минутная подача $S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,1 \cdot 10 \cdot 630 = 630$ мм/мин. Это совпадает с паспортными данными станка.

3. Мощность, затрачиваемая на резание.

При фрезеровании чугуна с твердостью до HB229, ширине фрезерования до 85 мм, глубине резания до 1,8 мм, подаче на зуб до 0,13 мм/зуб, минутной подаче до 660 мм/мин

$$N_p = 3,8 \text{ кВт [4]},$$

3.1 Проверка достаточности мощности станка

Мощность на шпинделе станка $N_{шп} = N_d \cdot \eta$

$N_d = 7,5$ кВт; $\eta = 0,8$ (по паспорту станка)

$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6$ кВт.

Так как $N_{шп} = 6$ кВт $> N_p = 3,8$ кВт, то обработка возможна.

4. Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_m}, \text{ мкм}$$

где $L = l + l_1$.

Для торцового фрезерования фрезой диаметром 100 мм, ширине фрезерования 80 мм

$$l_1 = 23 \text{ мм [4]},$$

$$T_0 = \frac{400 + 23}{630} = 0,67 \text{ мин.}$$

Задание на лабораторную работу № 8

Выполнить расчет режима резания по таблицам нормативов по заданному варианту.

Исходные данные приведены в таблице 8.1.

Порядок работы аналогичен предыдущим.

Таблица 8.1

№	Вид заготовки и ее характеристика	B, мм	l, мм	h, мм	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Модель станка
1	Серый чугун СЧ30, HB200	100	600	5	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
2	Серый чугун СЧ20, HB210	150	500	4	Торцовое фрезерование, Ra=1,6	6P12
3	Сталь 38ХА, $\sigma_b = 680$ Мпа	80	400	6	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
4	Сталь 35, $\sigma_b = 360$ Мпа	90	480	3,5	Торцовое фрезерование, Ra=1,6	6P12
5	Серый чугун СЧ15, HB170	50	300	3,5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=3,2	6P82Г
6	Серый чугун СЧ10, HB160	80	250	1,5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=3,2	6P82Г
7	Сталь 40ХН, $\sigma_b = 700$ Мпа	70	320	4	Цилиндрическое фрезерование, Ra=12,5	6P82Г
8	Сталь Ст3, $\sigma_b = 600$ Мпа	85	600	1,5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=3,2	6P82Г
9	Сталь 40Х, $\sigma_b = 750$ Мпа	10	100	5	Фрезеровать паз, Ra=6,3	6P12

10	Сталь Ст5, $\sigma_b=600$ Мпа	12	80	8	Фрезеровать паз ,Ra=6,3	6P12
11	Серый чугун СЧ20, HB180	20	120	10	Фрезеровать паз ,Ra=6,3	6P12
12	Серый чугун СЧ20, HB200	15	75	8	Фрезеровать паз ,Ra=6,3	6P82Г
13	Сталь 20X, $\sigma_b=580$ Мпа	8	110	8	Фрезеровать паз ,Ra=6,3	6P82Г
14	Сталь 50, $\sigma_b=750$ Мпа	12	120	6	Фрезеровать паз ,Ra=6,3	6P82Г
15	Бронза Бр АЖН 10-4 HB170	100	300	4	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
16	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	60	180	1,5	Торцовое фрезерование, Ra=1,6	6P12
17	Серый чугун СЧ30, HB220	180	200	4,5	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
18	Серый чугун СЧ20, HB220	110	280	2,5	Торцовое фрезерование, Ra=3,2	6P12
19	Сталь 30ХНЗА, $\sigma_b=800$ Мпа	80	320	5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=12,5	6P82Г
20	Сталь 30ХН, $\sigma_b=780$ МПа	115	300	3	Цилиндрическое фрезерование, Ra=3,2	6P82Г
21	Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	40	280	1,8	Цилиндрическое фрезерование, Ra=1,6	6P82Г
22	Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	35	400	3,5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=6,3	6P82Г
23	Силумин АЛ4, HB50	55	250	4	Торцовое фрезерование, Ra=6,3	6P12
24	Сталь 30ХМ, $\sigma_b=950$ МПа	70	310	4,5	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
25	Сталь 18ХГТ, $\sigma_b=700$ МПа	85	350	2,5	Торцовое фрезерование, Ra=3,2	6P12
26	Чугун ВЧ60, HB250	120	300	5	Торцовое фрезерование, Ra=12,5	6P12
27	Сталь 50, $\sigma_b=900$ МПа	60	250	6	Торцовое фрезерование, Ra=6,3	6P12
28	Чугун КЧ60, HB169	200	450	5,5	Торцовое фрезерование, Ra=3,2	6P12
29	Сталь 18ХГТ, $\sigma_b=700$ МПа	85	300	4,5	Цилиндрическое фрезерование, Ra=12,5	6P82Г
30	Чугун ВЧ38, HB170	65	200	3	Цилиндрическое фрезерование, Ra=3,2	6P82Г

Лабораторная работа № 9

Расчет режима резания при нарезании зубьев зубчатых колес

Цель работы: изучить методику расчета режима резания при зубонарезании по таблицам нормативов. Приобрести навыки работы по нормативам.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Профиль зубьев зубчатого колеса образуется путем удаления материала впадины следующими способами обработки: фрезерованием, строганием, долблением, протягиванием, шевингованием и шлифованием.

Различают два метода нарезания зубьев:

копирования – когда форма режущей кромки инструмента соответствует форме впадины зубчатого колеса (дисковые, пальцевые модульные фрезы, зубодолбежные головки);

обкатки – поверхность зуба получается в результате обработки инструментом, режущие кромки которого представляют собой профиль сопряженной рейки или профиль зуба сопряженного колеса и во время обработки инструмент с заготовкой образуют сопряженную зубчатую пару (червячные фрезы, долбяки, шеверы и др.).

Метод обкатки имеет следующие преимущества по сравнению с методом копирования:

одним и тем же инструментом данного модуля можно нарезать зубчатые колеса с любым числом зубьев;

обеспечивается более высокая точность и низкая шероховатость поверхности зубьев нарезаемого колеса;

достигается более высокая производительность обработки благодаря непрерывности процесса и участию в работе одновременно большего количества лезвий.

Дисковая и пальцевая модульные фрезы представляют собой фасонные фрезы, профиль зуба которых повторяет профиль впадины нарезаемого колеса. Обработка производится по методу копирования. Пальцевые модульные фрезы применяют для получения шевронных и зубчатых колес большего модуля. Главным движением (движением резания) является вращение фрезы вокруг своей оси. Движением подачи является движение фрезы вдоль оси заготовки.

При обработке червячной фрезой (метод обкатывания) движение резания – вращение фрезы, движение подачи – поступательное движение фрезы вдоль оси заготовки.

Зуборезный долбяк выполнен в виде зубчатого цилиндрического колеса и снабжен режущими кромками. Главное движение (движение резания) при зубодолблении – возвратно-поступательное движение долбяка, движений подачи два: движение обкатывания по делительным окружностям долбяка и нарезаемого колеса и радиальное перемещение. Зубодолбление применяют для нарезания наружных и внутренних зубьев прямых и косозубых колес.

Глубина резания при черновом нарезании зубьев ($Ra=12,5$ мкм), как правило, принимается равной глубине впадины $t=h=2,2 \cdot m$, где m – модуль нарезаемого колеса, мм.

Обычно черновые червячные фрезы профилируются такими, чтобы ими можно было нарезать зубья на полную глубину, но оставляя припуск на окончательную обработку лишь боковым сторонам зуба. Если мощности и жесткости станка недостаточно, припуск на черновую обработку срезают за два прохода: первый проход $h=1,4m$, второй проход, $h=0,7m$.

Чистовую обработку в два прохода применяют только при зубодолблении цилиндрических колес дисковыми долбяками с модулем 6 мм и выше при шероховатости выше $Ra=1,6$ мкм.

Подачи выбирают с учетом качества и точности нарезаемого колеса, мощности станка, модуля и числа зубьев нарезаемого колеса [5].

Скорость резания устанавливают в зависимости от режущих свойств инструмента. Размеров нарезаемого зуба. Глубины резания, подачи и других факторов по таблицам нормативов [5], или по эмпирической формуле [3].

Основное время при зубофрезеровании червячной фрезой

$$T_0 = \frac{L \cdot z}{n \cdot S_0 \cdot K}, \text{ мин}$$

где z - число зубьев нарезаемого колеса;

n - частота вращения фрезы, об/мин;

S_0 – подача фрезы за оборот заготовки, мм/об;

K - число заходов фрезы.

При чистовой обработке применяют однозаходную фрезу, при черновой – многозаходную.

L – величина хода фрезы

$$L = b + l_1,$$

Где b – ширина венца нарезаемого колеса, мм;

l_1 – величина врезания и перебега, мм

Основное время при зубодолблении

$$T_0 = \frac{\pi \cdot m \cdot z}{K_d \cdot S} \cdot i + \frac{h}{K_d \cdot S_p}, \text{ мин},$$

где m – модуль нарезаемого колеса, мм;

z – число зубьев нарезаемого колеса;

K_d – число двойных ходов в минуту долбяка, дв.ход/мин;

S – круговая подача, мм/дв.ход;

S_p – радиальная подача, мм/дв.ход;

i – число проходов;

h – припуск на обработку, мм.

Пример решения задачи

На зубодолбежном станке 5122 нарезают долбяком прямозубое зубчатое колесо модуля $m=3$ мм с числом зубьев $z=40$, шириной венца $b=40$ мм. Обработка чистовая ($Ra=1,6$ мкм) по сплошному металлу. Материал заготовки – сталь 40Х, твердость НВ190.

Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания (по таблицам нормативов), определить основное время.

Решение

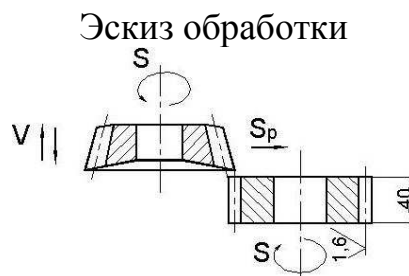


Рис. 9.1.

1. Выбор инструмента

Для зубодолбления цилиндрического колеса принимаем дисковый прямозубый долбяк модуля 3 тип 1 ГОСТ 9323-79 [2] или [3] из быстрорежущей стали Р6М5 [2] или [3].

гол заточки по передней поверхности зубьев $\gamma_3=5^\circ$ [2], [3], [5].

2. Режим резания.

2.1 Круговая подача для станка модели 5122 с мощностью двигателя 3 кВт, т.е. III классификационной группы [5], для чистовой обработки по сплошному металлу, обработки стали с твердостью до НВ207, при модуле нарезаемого колеса до $m=3$ мм, $S=0,25\div 0,3$ мм/дв.ход [5].

С учетом поправочных коэффициентов $K_{m_s}=1$ и паспортных данных станка принимаем $S=0,25$ мм/ дв.ход.

2.2 Радиальная подача.

$$S_p=(0,1\div 0,3)\cdot S [5],$$

$$S_p=(0,1\div 0,3)\cdot 0,25=0,025\div 0,075 \text{ мм/дв.ход.}$$

С учетом паспортных данных станка принимаем

$$S_p=0,036 \text{ мм/дв.ход.}$$

2.3 Период стойкости долбяка для чистовой обработки $T=240$ мин. [3].

2.4 Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента. Для чистовой обработки по сплошному металлу, круговой подаче $S=0,25$ мм/дв.ход и модуле до 4 мм

$$V=20,5 \text{ м/мин.}$$

С учетом поправочных коэффициентов $K_{m_v}=1$; $K_{\beta_v}=1$

$$V_p=V \cdot K_{m_v} \cdot K_{\beta_v}=20,5 \text{ м/мин.}$$

Число двойных ходов долбяка в минуту, соответствующее найденной скорости резания,

$$K = \frac{1000 \cdot V_p}{2 \cdot L},$$

где L – величина хода долбяка, мм

$$L=b+l_1=40+8=48 \text{ мм,}$$

Где l_1 – перебег долбяка на две стороны.

При ширине венца до 51 мм

$$l_1=8 \text{ мм [5],}$$

$$K = \frac{1000 \cdot 20,5}{2 \cdot (40 + 8)} = 213,9 \text{ мм/дв.ход}$$

В соответствии с паспортными данными принимаем

$$K_\partial=200 \text{ мм/дв.ход.}$$

Действительная скорость резания

$$V_\partial = \frac{2 \cdot L \cdot K_\partial}{1000} = \frac{2 \cdot 48 \cdot 200}{1000} = 19,2 \text{ м/мин.}$$

3. Проверка достаточности мощности станка

3.1 Мощность, затрачиваемая на резание

При чистовой обработке по сплошному металлу для данных условий обработки

$$N=1,1 \text{ кВт [5]},$$

С учетом поправочных коэффициентов $K_{M_N}=1$; $K_{\beta_N}=1$; $K_{Z_N}=1,1$

$$N_p=N \cdot K_{M_N} \cdot K_{\beta_N} \cdot K_{Z_N}=1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1=1,21 \text{ кВт.}$$

3.2 Мощность на шпинделе станка

$$N_{ш}=N_d \cdot \eta \text{ кВт,}$$

где $N_d=3 \text{ кВт}$; $\eta=0,65$ – паспортные данные станка

$$N_{ш}=3 \cdot 0,65=1,95 \text{ кВт.}$$

Так как $N_{ш}=1,95 \text{ кВт} > N_p=1,21 \text{ кВт}$, то обработка возможна.

4. Основное время

$$T_0 = \frac{\pi \cdot m \cdot z}{K_d \cdot S} \cdot i + \frac{h}{K_d \cdot S_p}, \text{ мин}$$

где i – число проходов

$$T_0 = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 40}{200 \cdot 0,25} \cdot 1 + \frac{2,2 \cdot 3}{200 \cdot 0,036} = 8,46 \text{ мин}$$

Задание на лабораторную работу № 9

Выполнить расчет режима резания по таблицам нормативов по заданному варианту.

Исходные данные приведены в таблице 9.1.

Порядок выполнения работы аналогичен предыдущим.

Таблица 9.1

№	Материал заготовки и его свойства	Вид обработки и шероховатость поверхности, мкм	Модуль, мм	Число зубьев, z	Ширина венца, b	Угол наклона зубьев, β°	Число одновременно обрабатываемых зубьев, d	Модель станка
1	Сталь 12ХНЗА, НВ210	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=3,2	3	20	30	0	6	53А50
2	Сталь 30ХГТ, НВ200	Окончательная (по предварительно прорезанному зубу)* Ra=1,6	8	25	40	0	1	5122
3	Серый чугун СЧ25, НВ210	Предварительное (под последующее зубодолбление)	6	30	32	15	5	53А50
4	Серый чугун СЧ20, НВ200	Предварительное (под последующее шевингование)	3	60	50	0	1	5122
5	Сталь 45, НВ190	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	25	80	60	0	3	5122

6	Сталь 40X, HB200	Предварительное (под шевингование)	7	28	55	0	1	5122
7	Сталь 35X, HB185	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	2	54	20	30	10	53A50
8	Сталь 12X18H9T, HB180	Предварительное (под шевингование)	4	45	32	0	1	5122
9	Бронза Бр АЖН 10-4, HB170	Предварительное (под последующее зубодолбление)	2,5	65	35	15	6	53A50
10	Латунь ЛМцЖ 52-4-1, HB220	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	1,5	84	25	0	1	5122
11	Сталь 14X17H2, HB220	Окончательная (по предварительно прорезанному зубу)* Ra=1,6	5	32	50	0	1	5122
12	Сталь 20X, HB170	Предварительное (под шевингование)	5,5	24	24	0	1	5122
13	Серый чугун СЧ10, HB170	Предварительное (под последующее зубодолбление)	8	46	25	15	8	53A50
14	Серый чугун СЧ15, HB190	Окончательная (по предварительно прорезанному зубу)* Ra=1,6	6	30	38	0	1	5122
15	Сталь 38XA, HB190	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	1,5	55	24	0	1	5122
16	Сталь 35, HB180	Предварительное (под шевингование)	4	42	40	0	1	5122
17	Сталь 20, HB200	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	1,5	120	60	0	3	53A50
18	Серый чугун СЧ30, HB220	Предварительное (под последующее зубодолбление)	5	66	18	15	10	53A50
19	Сталь 20X, HB165	Окончательная (по предварительно прорезанному зубу)* Ra=1,6	8	22	30	0	1	5122
20	Сталь 45, HB210	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=3,2	2	85	50	0	1	5122
21	Сталь 35X, HB185	Предварительное (под шевингование)	3	65	42	0	1	5122

2 2	Сталь 45ХН, НВ220	Окончательная (по предварительно прорезанному зубу)* Ra=1,6	6	24	28	0	1	5122
2 3	Серый чугун СЧ30, НВ220	Предварительное (под последующее зубодолбление)	8	50	45	30	4	53А50
2 4	Серый чугун СЧ10, НВ160	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	2,5	70	65	15	3	53А50
2 5	Сталь 45, НВ215	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	2	80	30	0	6	53А50
2 6	Серый чугун СЧ20, НВ240	Окончательная (по сплошному металлу) Ra=1,6	3	22	45	0	6	53А50
* В вариантах окончательной обработки по предварительно прорезанному зубу принять припуск на зубодолбление по межцентровому расстоянию $h=1\pm 1,4$ мм.								

Лабораторная работа № 10

Расчет режима резания при шлифовании

Цель работы: изучить методику расчета режима резания при шлифовании аналитическим способом. Приобрести навыки работы со справочной литературой.

Общие сведения

Шлифование – процесс резания материалов с помощью абразивного инструмента, режущими элементами которого являются абразивные зерна. Движение резания при шлифовании – вращение шлифовального круга, движение подачи – возвратно-поступательное движение стола станка с заготовкой и (или) поступательное движение шлифовальной бабки со шлифовальным кругом.

Различают круглое наружное шлифование, внутреннее круглое шлифование, плоское шлифование, бесцентровое шлифование. Круглое наружное шлифование применяется для обработки цилиндрических наружных поверхностей и осуществляется двумя способами: с продольной подачей (метод врезания) – применяется, если длина шлифуемой поверхности меньше ширины круга.

Разработку режимов резания при шлифовании начинают с выбора характеристики шлифовального круга.

Для этого устанавливают:

тип (форму) шлифовального круга [2] или [3],

материал абразивного зерна [2] или [3], [6],

зернистость [2],

индекс зернистости [2],

твердость [2], [6],

структура [2], [6],

класс круга [2].

(Если выбор характеристики шлифовального круга производится по [3], то ее следует перевести в новое обозначение).

Выбор характеристики шлифовального круга можно провести по приложению 1 к данной инструкции.

После выбора элементов характеристики следует записать полную характеристику, которая содержит такие параметры: форму (тип), марку зерна, зернистость, индекс зернистости, твердость круга, структуру, тип связи, класс круга, допустимую окружную скорость.

Основными элементами режима резания при шлифовании являются: окружная скорость в м/с (указывается в конце характеристики круга и является максимальной допускаемой прочностью круга);

скорость вращательного или поступательного движения детали в м/мин;

глубина шлифования t мм – слой металла, снимаемый шлифовальным кругом за один или двойной ход при круглом или плоском шлифовании или же равная всему припуску на сторону при врезном шлифовании;

продольная подача S – перемещение шлифовального круга вдоль своей оси в мм на оборот заготовки при круглом шлифовании или в мм на каждый ход стола при плоском шлифовании периферией круга;

радиальная подача S_p – перемещение шлифовального круга в радиальном направлении в мм на один оборот детали при врезном шлифовании.

Эффективная мощность (мощность необходимая для резания) рассчитывается по эмпирической формуле [2], [3] или определяется по таблицам нормативов.

Основное время при круглом шлифовании с продольной подачей

$$T_o = \frac{L \cdot h}{1000 \cdot V_c \cdot t} \cdot K, \text{ мин} \quad (7.1)$$

где h – припуск на сторону, мм;
 V_c – скорость продольного хода стола, м/мин;
 t – глубина шлифования, мм;
 K – коэффициент выхаживания;
 $K=1,4$ – при чистовом шлифовании;
 $K=1,1$ – при предварительном шлифовании;
 L – величина хода стола, мм

$$L=1-(1-K \cdot m) \cdot B_k, \text{ мм} \quad (7.2)$$

где l – длина шлифуемой поверхности;
 K – число сторон перебега круга ($K=2$ – при сбеге круга в обе стороны,
 $K=1$ – при сбеге круга в одну сторону, $K=0$ – без сбега);
 m – перебеги в долях ширины круга;
 B_k – ширина шлифовального круга, мм.

При круглом наружном шлифовании методом врезания

$$T_0 = \frac{h}{n_3 \cdot S_p} \cdot K, \text{ мин},$$

где n_3 – частота вращения заготовки, об/мин;
 S_p – радиальная подача, мм/об.

При круглом шлифовании

$$T = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S \cdot t} \cdot K, \text{ мин}$$

где S – продольная подача, мм/об.

При круглом внутреннем шлифовании перебеги круга в обе стороны равен $0,5 \cdot B$, тогда

$$L=1-(1-2 \cdot 0,5) \cdot B, \text{ т.е.} \\ L=1$$

Плоское шлифование

$$T_0 = \frac{H \cdot L \cdot h}{1000 \cdot V_c \cdot S \cdot t \cdot g} \cdot K, \text{ мин}$$

где H – перемещение шлифовального круга в направлении поперечной подачи, мм;

L – величина хода стола, мм;

h – припуск на сторону;

V_c – скорость движения стола, м/мин;

g – число одновременно шлифуемых заготовок.

$$H=B_3+B_k+5, \text{ мм}$$

где B_3 – суммарная ширина заготовок, установленных на столе, мм.

V_k – величина шлифовального круга, мм.

$$L=1+(10\div 15), \text{ мм}$$

где l – суммарная длина заготовок, установленных на столе, мм.

Пример решения задачи

На круглошлифовальном станке 3М131 шлифуется шейка вала диаметром $D=80h6$ мм длиной $l=300$ мм, длина вала $l_1=550$ мм. Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra=0,4$ мкм. Припуск на сторону 0,2 мм. Материал заготовки – сталь 45 закаленная, твердостью HRC45.

Необходимо: выбрать шлифовальный круг, назначить режим резания; определить основное время.

Решение

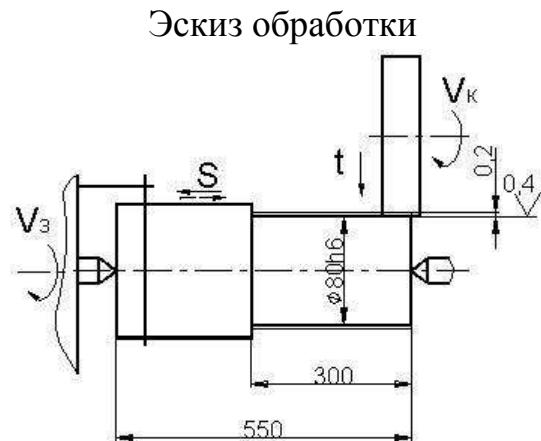


Рис. 10.1.

1. Выбор шлифовального круга.

Для круглого наружного шлифования с продольной подачей (шлифовать с радиальной подачей нельзя из-за большой длины шлифуемой поверхности), параметра шероховатости $Ra=0,4$ мкм, конструкционной закаленной стали до HRC45 принимаем шлифовальный круг формы ПП, [2],

характеристика – 24 А401К, [6],

индекс зернистости – Н, [2],

структура – 5, [6],

класс – А, [2],

Полная маркировка круга ПП24 А40НС15КА 35 м/с.

Размеры шлифовального круга $D_k=600$ мм; $V_k=63$ мм (по паспорту станка).

2. Режим резания

2.1 Скорость шлифовального круга $V_k = 35$ м/с [2].

Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot V_k \cdot 60}{\pi \cdot D_k}, \text{ об/мин}$$

$$n_{ш} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 600} = 1114,6 \text{ об/мин}$$

Корректируя по паспортным данным станка, принимаем

$$n_{ш} = 1112 \text{ об/мин.}$$

(корректируется только в меньшую сторону).

Режимы резания для окончательного круглого наружного шлифования конструкционных сталей с подачей на каждый ход определяют по [2] или [3].

2.2 Окружная скорость заготовки $V_z = 15 \div 55$ м/мин; принимаем $V_z = 30$ м/мин.

Частота вращения шпинделя передней бабки, соответствующая принятой окружной скорости заготовки,

$$n_z = \frac{1000 \cdot V_z}{\pi \cdot D_z}, \text{ об/мин}$$

$$n_z = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 80} = 119,4 \text{ об/мин.}$$

Так как частота вращения заготовки регулируется бесступенчато, принимаем $n_z = 120$ об/мин.

2.3 Глубина шлифования

$$t = 0,005 \div 0,015 \text{ мм.}$$

Принимаем, учитывая бесступенчатое регулирование поперечной подачи шлифовального круга на ход стола,

$$t = 0,005 \text{ мм.}$$

2.4 Продольная подача

$$S = (0,2 \div 0,4) \cdot V_k, \text{ мм/об.}$$

Принимаем $S = 0,25 \cdot V_k = 0,25 \cdot 63 = 15,75$ мм/об.

2.5 Скорость продольного хода стола

$$V_c = \frac{S \cdot n_z}{1000} = \frac{15,75 \cdot 120}{1000} = 1,89 \text{ м/мин.}$$

С учетом паспортных данных (бесступенчатое регулирование скорости продольного хода стола) принимаем

$$V_c = 1,9 \text{ м/мин.}$$

3. Проверка достаточности мощности станка

3.1 Мощность затрачиваемая на резание

$$N_p = C_N \cdot V_3^z \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \text{ кВт [2], [3]},$$

где C_N – коэффициент, учитывающий условия шлифования;

x, y, z, q – показатели степени;

V, t, S – элементы режима резания;

d – диаметр шлифования, мм.

Для круглого наружного шлифования закаленной стали с подачей на каждый ход шлифовальным кругом зернистостью 40, твердостью СМ1

$C_N=2,65; z=0,5; x=0,5; y=0,55; q=0,$

тогда $N_p=2,65 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 15,75^{0,55} \cdot 1=2,65 \cdot 5,48 \cdot 0,07 \cdot 4,55=4,63$ кВт.

3.2 Мощность на шпинделе станка

$$N_{\text{шп}} = N_{\partial} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

где $N_{\partial} = 7,5$ кВт; $\eta=0,8$ – паспортные данные станка (см. приложение 2 к данным методическим указаниям).

$$N_{\text{шп}} = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт.}$$

Так как $N_{\text{шп}} = 6$ кВт $>$ $N_p = 4,63$ кВт, то обработка возможна.

4. Основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot h}{1000 \cdot V_c \cdot t} \cdot K, \text{ мин}$$

$$L = 1 - (1 - K \cdot m) \cdot B_k, \text{ мм}$$

где m – доля перебега круга, принимаем $m=0,5$ (т.е. половина круга);
 $K=1$ – число сторон перебега круга (см. эскиз обработки),

тогда

$$L = 1 - (1 - 1 \cdot 0,5) \cdot B_k = 1 - 0,5 \cdot B_k = 300 - 0,5 \cdot 63 = 268,5 \text{ мм}$$

$K=1,4$ – коэффициент выхаживания

$$T_0 = \frac{268,5 \cdot 0,2}{1000 \cdot 1,9 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 7,92 \text{ мин.}$$

Задание на лабораторную работу № 10

Выполнить расчет режима резания аналитическим способом по заданному варианту.

Исходные данные приведены в таблице 10.1.

Порядок выполнения работы аналогичен предыдущим.

Таблица 10.1

№	Материал заготовки и его свойства	Вид обработки и параметр шероховатости поверхности, мкм	Размер шлифуемой поверхности, мм	Припуск на сторону, мм	Количество одновременно обрабатываемых деталей	Модель станка
1	Сталь 45ХН закаленная, HRC45	Окончательная, Ra=0,8	D=60h8 l=240	0,22	1	3М131
2	Сталь 40Х незакаленная	Окончательная, Ra=0,4	D=55h7 l=40	0,15	1	3М131
3	Серый чугун СЧ30, HB220	Предварительная, Ra=1,6	D=120H8 l=140	0,25	1	3К228В
4	Серый чугун СЧ15, HB190	Окончательная, Ra=0,8	D=80H7 l=60	0,2	1	3К228В
5	Сталь 12Х18Н9Т незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	B=250 l=300	0,4	2	3П722
6	Сталь 40Х закаленная, HRC52	Окончательная, Ra=0,4	D=55H7 l=50	0,18	1	3К228В
7	Сталь 47А закаленная, HRC60	Окончательная, Ra=0,8	B=200 l=300	0,25	6	3П722
8	Серый чугун СЧ20, HB200	Предварительная, Ra=1,6	B=280 l=650	0,5	1	3П722
9	Бронза Бр АЖН 10-4 HB170	Окончательная, Ra=0,8	D=45h7 l=120	0,2	1	3М131
10	Сталь 40 закаленная, HRC35	Окончательная, Ra=0,4	D=84h7 l=300	0,1	1	3М131
11	Сталь Ст5 незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	D=120h8 l=48	0,25	1	3М131
12	Сталь 45Х закаленная, HRC45	Окончательная, Ra=0,8	D=85H7 l=60	0,18	1	3П722
13	Сталь 40ХНМА закаленная, HRC55	Окончательная, Ra=0,8	B=120 l=270	0,2	6	3П722
14	Латунь ЛМцЖ 52-4-1	Предварительная, Ra=1,6	D=120H8 l=80	0,25	1	3К228В
15	Сталь 48А закаленная, HRC60	Окончательная, Ra=0,4	D=80H7 l=70	0,15	1	3К228В
16	Сталь 35 незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	D=75h8 l=55	0,3	1	3М131
17	Сталь 45 закаленная, HRC40	Окончательная, Ra=0,8	D=38h7 l=100	0,15	1	3М131
18	Серый чугун СЧ10, HB180	Предварительная, Ra=1,6	D=65h7 l=90	0,2	1	3М131
19	Серый чугун СЧ30, HB220	Окончательная, Ra=0,8	B=45 l=250	0,25	10	3П722

20	Сталь 40 незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	D=58H8 l=60	0,3	1	3K228B
21	Сталь 40X закаленная, HRC50	Окончательная, Ra=0,4	D=65H7 l=70	0,25	1	3K228B
22	Сталь Ст3 незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	B=55 l=150	0,45	20	3П722
23	Сталь 45X закаленная, HRC52	Предварительная, Ra=1,6	B=80 l=250	0,35	8	3П722
24	Серый чугун СЧ20, HB200	Предварительная, Ra=1,6	D=110h8 l=280	0,2	1	3M131
25	Сталь 30ХГТС закаленная, HRC55	Окончательная, Ra=0,4	D=65h7 l=50	0,25	1	3M131
26	Сталь 40X закаленная, HRC40	Окончательная, Ra=0,8	D=65h7 l=200	0,3	1	3M131

Литература:

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. – М.: Машиностроение, 1976.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2. Под ред. А.А. Малова. – М.: Машиностроение, 1972.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1967.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. – М.: Машиностроение, 1967.
6. Справочник по обработке металлов резанием. Абрамов Ф.Н. и др. – К.: Техника, 1983.
7. Справочник нормировщика-машиностроителя: в 2 т./Под ред. Е.М. Стружестраха. – М.: ГОСИздат, 1961. – Т.2. – 892 с.
8. Агафонова Л.С. Процессы формообразования и инструменты. Москва, 2012. -239 с.
9. Вереина Л.И. Справочник станочника: учеб. пособие для нач. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. – 2-е изд., испр. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 560 с.
10. Вереина Л.И. Справочник токаря: учеб. пособие для нач. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. – 3-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 448 с.
11. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Р.М. Гоцеридзе. – 2-е изд., испр. – М. Изд. центр «Академия», 2007. – 384 с.
12. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учеб. 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. – 448 с.
13. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
14. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / [В.И.Баранчиков, А.В.Жаринов, Н.Д.Юдина и др.]; под. общ. ред. В.И.Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

Приложение I

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Токарно-винторезный станок 16К20

Высота центров, мм - 215

Расстояние между центрами, мм - до 2000.

Мощность двигателя, $N_d=10$ кВт

КПД станка $\eta=0,75$.

Частота вращения шпинделя, об/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Продольные подачи, мм/об: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,36; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи, мм/об: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи.

$$P_x=600 \text{ кгс} \approx 6000 \text{ Н.}$$

Вертикально-фрезерный станок 6В12

Площадь рабочей поверхности стола 320x1250 мм.

Мощность двигателя, $N_d=7,5$ кВт

КПД станка $\eta=0,8$.

Частота вращения шпинделя, об/мин: 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Подачи стола продольные и поперечные, мм/мин: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250.

Подачи стола вертикальные, мм/мин: 8; 10; 13,3; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г

Мощность, частота вращения и подачи такие же, как у станка 6Р12.

Зубофрезерный станок 53А50

Наибольший наружный диаметр нарезаемого колеса, мм – 500.

Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм – 8.

Мощность двигателя, $N_d=8$ кВт

КПД станка $\eta=0,65$.

Частота вращения шпинделя, об/мин: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 240; 315; 405.

Вертикальные подачи суппорта (фрезы) за один оборот заготовки, мм/об: 0,75; 0,92; 1,1; 1,4; 1,7; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,1; 3,4; 3,7; 4,0; 5,1; 6,2; 7,5.

Радиальные подачи , мм/об: 0,22; 0,27; 0,33; 0,4; 0,48; 0,55; 0,66; 0,75; 0,84; 1,0; 1,2; 1,53; 1,8; 2,25.

Зубодолбежный станок 5122

Наибольший наружный диаметр нарезаемого колеса, мм – 200.

Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм – 5.

Мощность двигателя, $N_d=3$ кВт.

КПД станка $\eta=0,65$.

Число двойных ходов долбяка в 1 мин: 200; 280; 305; 400; 430; 560; 615; 850.

Круговые подачи за один двойной ход долбяка, мм/дв.ход: 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6.

Радиальные подачи , мм/дв.ход: 0,006; 0,009; 0,013; 0,036; 0,051; 0,072; 0,15.

Круглошлифовальный станок 3М131

Наибольший диаметр шлифуемой заготовки, мм – 280.

Наибольшая длина заготовки, мм – 700.

Мощность двигателя шлифовальной бабки $N_d=7,5$ кВт.

КПД станка $\eta=0,8$.

Частота вращения круга , об/мин: 1112 и 1285.

Частота вращения обрабатываемой заготовки регулируется бесступенчато, об/мин: 40÷400.

Скорость продольного хода стола регулируется бесступенчато, об/мин: 50÷5000.

Периодическая поперечная подача шлифовального круга регулируется бесступенчато, мм/ход.стола: 0,002÷0,1.

Непрерывная подача для врезного шлифования, мм/мин: 0,1÷4,5.

Размеры шлифовального круга (нового) $D_k=600$ мм, $B_k=63$ мм.

Внутришлифовальный станок 3К228В

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм – 200.

Наибольшая длина шлифуемой поверхности, мм – 200.

Мощность двигателя шлифовального шпинделя $N_d=5,5$ кВт.

КПД станка $\eta=0,85$.

Частота вращения обрабатываемой заготовки регулируется бесступенчато, об/мин: 100÷600.

Частота вращения шлифовального круга, об/мин: 4500; 6000; 9000; 13000.

Скорость продольного хода шлифовальной бабки регулируется бесступенчато, об/мин: $1 \div 7$.

Поперечная подача шлифовального круга мм/ход: 0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006.

Наибольшие размеры шлифовального круга $D_k=175$ мм, $B_k=63$ мм.

Плоскошлифовальный станок ЗП722

Размер стола 320x1250 мм.

Мощность двигателя $N_d=15$ кВт.

КПД станка $\eta=0,85$.

Частота вращения шлифовального круга, об/мин: 1500.

Скорость движения стола – регулируется бесступенчато, м/мин: $3 \div 45$.

Поперечная подача шлифовальной бабки – регулируется бесступенчато, мм/ход: $2 \div 48$.

Вертикальная подача круга, мм, на реверс шлифовальной бабки: 0,004; 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04; 0,045; 0,05; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,075; 0,08; 0,085; 0,09; 0,095; 0,1.

Размер шлифовального круга (нового) $D_k=450$ мм, $B_k=80$ мм.

Горизонтально-протяжной станок 7А510

Номинальная тяговая сила, Н=100000.

Длина рабочего хода, мм – 1250.

Высота планшайбы, $l_{пл}=70$ мм.

Толщина фланца, планшайбы, $l_a=50$ мм.

Толщина стола станка $l_c=70$ мм.

Вертикально-сверлильный станок 2Н135

Мощность двигателя $N_d=4,5$ кВт.

КПД станка $\eta=0,8$.

Частота вращения шпинделя, об/мин: 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1440.

Подачи, мм/об: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи станка $P_{max}=15000$ Н.

Выбор характеристик шлифовальных кругов для различных условий шлифования (скорость круга $V=35$ м/с).

Приложение 2.

Вид шлифования	Ra, мкм	Конструкционная (углеродистая и легированная) сталь с твердостью HRC			Жаропрочная и коррозионно-стойкая сталь	Чугун и бронза
		30	30-50	50		
Круглое наружное с продольной подачей	20-10	15A50C1K	15A50C2K	15A50C1K	15A50CM1Б,К	54C50CM1K
	25-125	15A40-50C2K	15A40-50C1K	15A40-50C2K	15A40-50C1Б,К	54C40-50CM1K
	1,25-0,63	15A,24A40CT1K	24A40C1K	24A40C2K	24A40CM2Б,К	63C,24A40CM2K
	0,63-0,32	24A16-25CT1K	24A16-25C2K	24A16-25C1K	24A16-25CM2Б,К	63C,25A16-25CM2K
Круглое наружное с радиальной подачей	20-10	15A50C2K	15A50C1K	15A50C2K	15A50CM2Б,К	54C50CM2K
	25-125	15A40-50CT1K	15A40-50CM2K	15A40-50CM2K	15A40-50CM2Б,К	54C40-50CM2K
	1,25-0,63	15A,24A40CT1K	24A40C1K	24A40C1K	24A40C1Б,К	63C,24A40C1K
	0,63-0,32	24A16-25CT2K	24A16-25C2K	24A16-25C2K	24A16-25C1Б,К	63C,24A16-25C1K
Круглое внутреннее	20-10	24A50C1K	24A50CM2K	24A50CM2K	24A50CM1К,Б	54C50CM1K
	25-125	24A40C2K	24A40C1K	24A40CM2K	24A40CM2К,Б	54C40CM2K
	1,25-0,63	24A25C2K	24A25C2K	24A25C1K	24A25C1К,Б	63C,24A25CM2K
	0,63-0,32	24A16CT1K	24A16C2K	24A16C2K	24A16C1К,Б	63C,24A16C1K
Плоское периферией круга	20-10	15A50CM2K	15A50CM1K	15A50M3K	15A50M3К,Б	63C,54C,24A50CM2K
	25-125	15A40CM2K	15A40CM1K	15A40M3K	15A40M3К,Б	63C,54C,24A40CM2K
	1,25-0,63	15A25C1K	15A25CM2K	15A25CM1K	15A25CM1К,Б	63C,54C,24A25C1K
	0,63-0,32	15A16C1K	15A16CM2K	15A16CM1K	15A16CM1К,Б	63C,54C,24A16C1K
Плоское торцом круга	20-10	15A50CM1Б	15A50CM1Б	15A50CM2Б	15A50M2Б	63C,54C,24A50CM2Б
	25-125	15A40CM1Б	15A40CM1Б	15A40M2Б	15A40M2Б	63C,54C,24A40CM2Б
	1,25-0,63	15A25CM2Б	15A25CM1Б	15A25M3Б	15A25M3Б	63C,54C,24A25C1Б
	0,63-0,32	15A25CM2Б	15A25CM1Б	15A25M3Б	15A25M3Б	63C,54C,24A25C1Б
Бесцентровое с продольной подачей	20-10	15A50C2K	15A50C1K	15A50CM2K	15A50CM2Б,К	63C,54C50CM2K
	25-125	15A,24A40-50CT1K	15A40-50C2K	15A40-50CM2K	15A40-50CM2Б,К	63C,54C40-50CM2K
	1,25-0,63	15A,24A40CT1K	15A,24A40C2K	15A,24A40C1K	15A,24A40C1Б,К	63C,54C15A40C1K
	0,63-0,32	24A16-25CT2K	24A16-25CT1K	24A16-25C2K	24A16-25C1Б,К	63C,54C15A1625C2K
Бесцентровое с радиальной подачей	20-10	15A50CT1K	15A50C2K	15A50C1K	15A50C1Б,К	63C,54C50C1K
	25-125	15A40-50CT1K	15A40-50C2K	15A40-50C1K	15A40-50CM1Б,К	63C,54C40-50C1K
	1,25-0,63	15A,24A40CT2K	15A,24A40CT1K	15A,24A40C2K	15A,24A40C2Б,К	63C,54C15A40C2K
	0,63-0,32	24A16-25CT2K	24A16-25CT1K	24A16-25C2K	24A16-25C2Б,К	63C,54C15A1625C2K

Приложение 3

Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы шероховатости

Класс шероховатости	Параметры шероховатости для документации, разработанной до 1975 г. (ГОСТ 2789-73)		Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73 (соответствует предпочтительному ряду)
	Rz	Ra	
1		320	50
2		160	25
3		80	12,5
4		40	6,3
5		20	3,2
6	2,5		1,6
7	1,25		0,8
8	0,63		0,4
9	0,32		0,2
10	0,16		0,1
11	0,08		0,05
12	0,04		0,025
13		0,1	0,012
14		0,05	0,012

Приложение 4

Среднее значение припусков на диаметр, снимаемых зенкерами и развертками, в мм

Припуск	Диаметр отверстия, в мм			
	11-18	19-30	31-50	51-80
Под зенкерование	0,5-0,8	1,0-1,5	1,6-1,8	3-4
Общий под черновое и чистовое развертывание	0,30	0,35	0,40	0,55
Под черновое развертывание	0,25	0,25	0,30	0,40
Под чистовое развертывание	0,05	0,10	0,10	0,15

Приведенные припуски определяют глубину резания для зенкеров и разверток.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания.....	3
Лабораторная работа №1	
Изучение геометрических и конструктивных параметров токарных резцов.....	3
Лабораторная работа №2	
Определение сил, действующих при точении, и мощности.....	22
Лабораторная работа №3	
Расчет режима резания при точении аналитическим способом.....	26
Лабораторная работа №4	
Расчет режима резания при токарных работах с помощью нормативно-справочной литературы.....	31
Лабораторная работа №5	
Изучение геометрических и конструктивных параметров спирального сверла.....	36
Лабораторная работа №6	
Назначение режима резания при сверлении, зенкерования и развертывании.....	49
Лабораторная работа №7	
Изучение геометрических и конструктивных параметров различных типов фрез.....	54
Лабораторная работа № 8	
Расчет режима резания при фрезеровании.....	67
Лабораторная работа № 9	
Расчет режима резания при нарезании зубьев зубчатых колес	71
Лабораторная работа № 10	
Расчет режима резания при шлифовании.....	77
Литература.....	85
Приложение 1	
Паспортные данные металлорежущих станков.....	86
Приложение 2	
Выбор характеристик шлифовальных кругов для различных условий шлифования (скорость круга=35 м/с).....	89
Приложение 3	
Параметры шероховатости поверхности и соответствующие им классы шероховатости.....	89
Приложение 4	
Средние значения припусков на диаметр, снимаемых зенкером и развертками.....	90

Такырбашев А. Б., Чинбаев О.К.,
Шаршеев Ф.Т., Калпаков С.Р.

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсу
«Резание материалов, станки и инструменты»
для специальностей 54.05.01, 552101.02

Тех. редактор: Жакыпова Ч.А.
Компьютерная верстка: Жумашева Ж.Ж.

Отпечатано в полиграфическом комплексе
ИГУ им. К.Тыныстанова
Заказ 446 Тираж 25.
Тел.: (03922) 52696.