

Раздел 1. Основы обработки металлов резанием

1.1. Основные понятия о процессе резания

Сущность обработки резанием заключается в снятии с заготовки поверхностного слоя с целью получения нужной детали нужной формы, требуемых размеров и качества поверхностей.

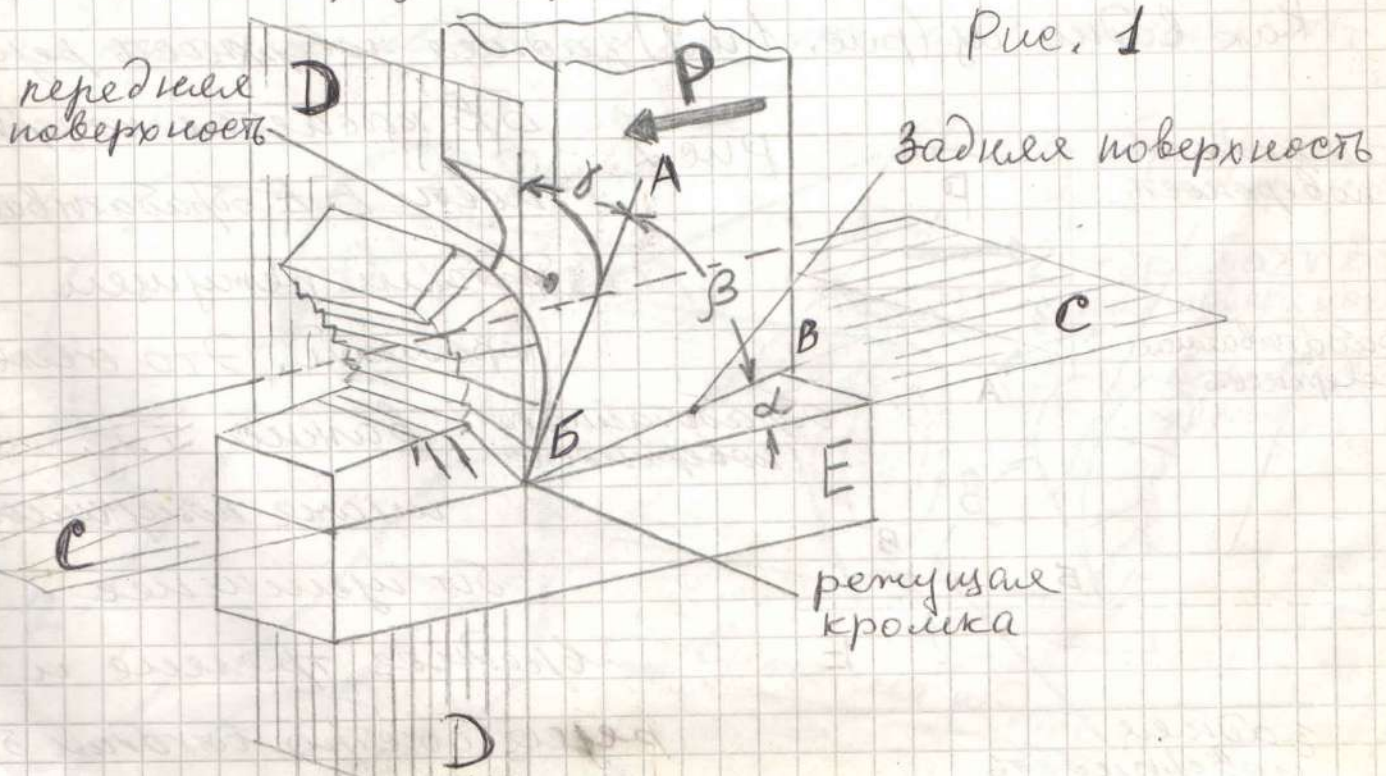
Обработка резанием осуществляется на металлорежущих станках. Основным режущим инструментом являются резцы, сверла, зенкеры, фрезы и т.д.

При выполнении токарных работ заготовка совершается вращение с определённой скоростью, а режущему инструменту поступательное движение.

Вращение заготовки, за счёт которого совершается процесс резания, называется главным движением, а поступательное перемещение инструмента, обеспечивает непрерывность этого процесса, — движением подачи.

Рабочая часть любого режущего инструмента, в том числе и резца, представляет собой клин (рис 1)

Рис. 1



Под действием приложенной силы P острый клин врежется в металл. Чем клин, т.е. чем меньше угол, образованный его сторонами AB и BC , тем меньше усилие требуется для его врезания в металл.

Угол, образованный сторонами клина (передней и задней поверхностями) называется углом заострения и обозначается греческой буквой β (бета). Следовательно, чем меньше угол заострения β , тем легче клин проникает в металл, и наоборот, чем больше угол заострения, тем большую силу надо приложить для реза металла.

При назначении угла заострения необходимо учитывать механические свойства обрабатываемого металла. Если обрабатывать твердый металл резом с малым углом заострения, то толчок лезвия реза может выкрошиться или сломаться. Поэтому в зависимости от твердости обрабатываемого материала назначают соответствующий угол заострения (клина).

Как видно из (рис. 1 и 2) задняя поверхность реза

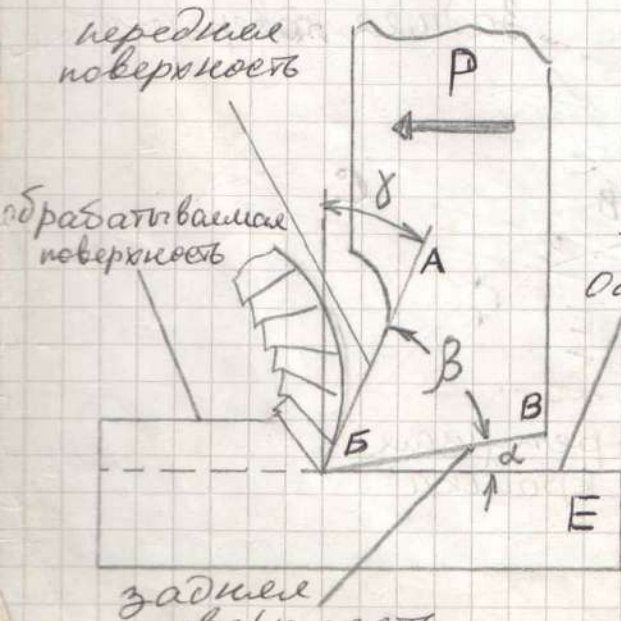


рис. 2

BC касается поверхности BE обрабатываемой детали резцовой кромкой. Это очень

важно, т.к.

иначе получится

большее

вредное трение и

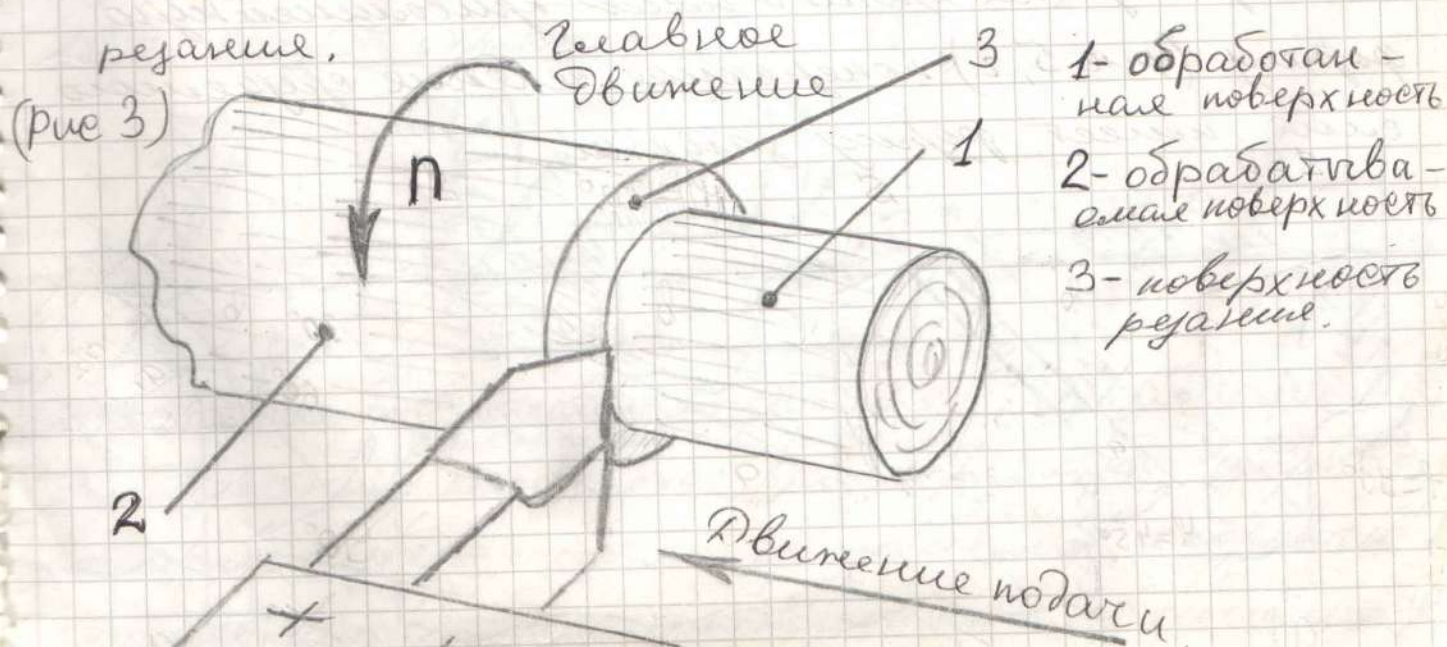
резец быстро выйдет из

Угол обрабатываемой задней поверхностью БВ реза и обработанной поверхностью БЕ детали, обозначается греческой буквой α (альфа) и называется задним углом. Угол между передней поверхностью АБ реза и перпендикуляром к поверхности БЕ детали (рис. 2), обозначается греческой буквой γ (гамма) и называется передним углом.

1.2 Работа реза

Под действием силы P обрабатываемый элемент металла сжимается непосредственно перед передней поверхностью реза (рис. 2). Когда усилие реза превышает силу сцепления части металла, статный элемент металла скалывается и сдвигается перед передней поверхностью реза вверх. Резец продвигается непрерывно под действием силы P , продолжает сжимать, скалывать и сдвигать отдельные элементы, из которых образуется стружка.

1.2.1 Основные движения при точении, элемент



(рис 4)

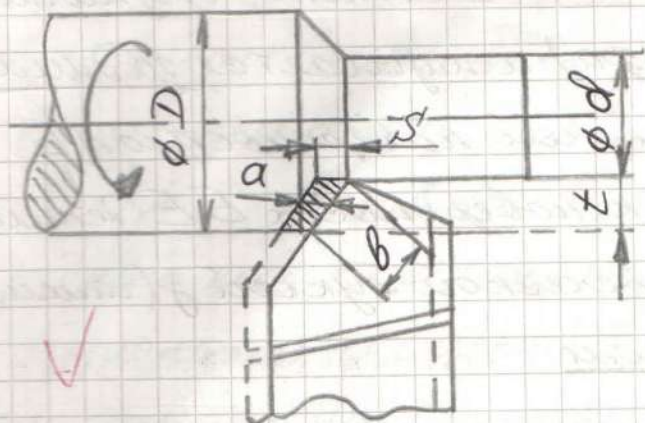
t - глубина резания

$$t = (D - d) / 2$$

b - ширина снимаемой стружки

a - толщина стружки

S - подача на один оборот заготовки

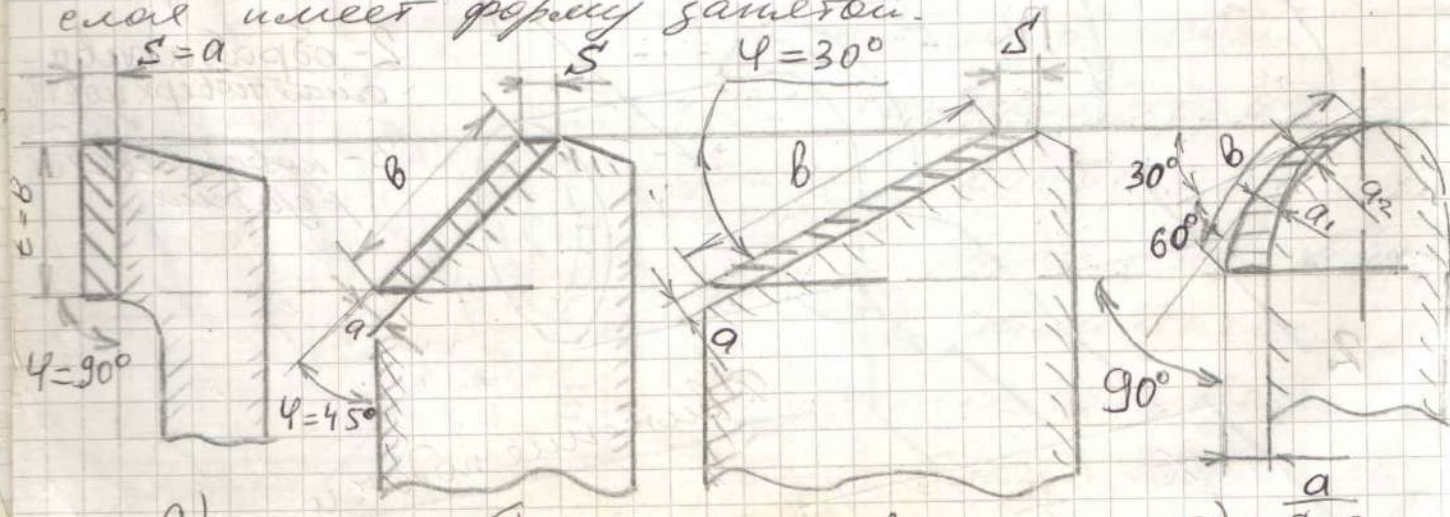


При одной и той же глубине резания и подачи поперечное сечение срезаемого слоя принимает разную форму (в зависимости от формы режущей кромки и главного угла в плане).

При прямоугольной режущей кромке и $\varphi = 90^\circ$ (рис 5, а) поперечное сечение срезаемого слоя имеет форму прямоугольника; при $\varphi < 90^\circ$ (рис 5, б и в) - форму параллелограмма.

Изменяется при этом толщина a и ширина срезаемого слоя b ; с увеличением угла φ толщина a увеличивается, а ширина уменьшается.

Если режущая кромка имеет криволинейную форму (рис 5, г) поперечное сечение срезаемого слоя имеет форму заготовки.

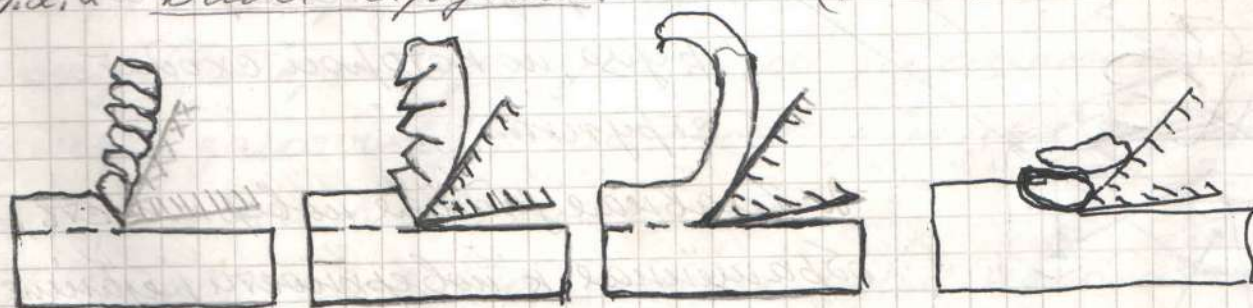


Толщина срезаемого слоя при этом в разном
 точках режущей кромки имеет разное ~~значение~~
 значение, ~~но~~ по мере приближения к вершине
 реза толщина срезаемого слоя уменьшается
 Площадь поперечного ~~сечения~~ сечения срезаемого
 слоя, подсчитывается по формуле $f = ab = tS_{\text{мм}^2}$
 Ширина срезаемого слоя (ширина среза) - это
 длинная сторона сечения срезаемого слоя,
 обрабатываемая поверхностью резания. Обозначается
 буквой b и выражается в (мм).

Толщина срезаемого слоя (толщина среза) -
 называется линия нормаль к поверхности
 резания, проведенной через рассматриваемую
 точку режущей кромки, ограниченная сечением
 срезаемого слоя. Обозначается буквой a и
 выражается в (мм).

Площадь срезаемого слоя (площадь среза)
 нар. площадь сечения срезаемого слоя.
 Обозначается буквой f и выражается в (мм²)

1.2.2 Виды стружек. (Рис 6)



а) Элементная б) ступенчатая в) сальная - г) надлома
 скалывание
 Элементная получается при обработке твердых
 и маловерных металлов с малой скоростью
 резания. Она состоит из отдельных пластических

(рис 4)

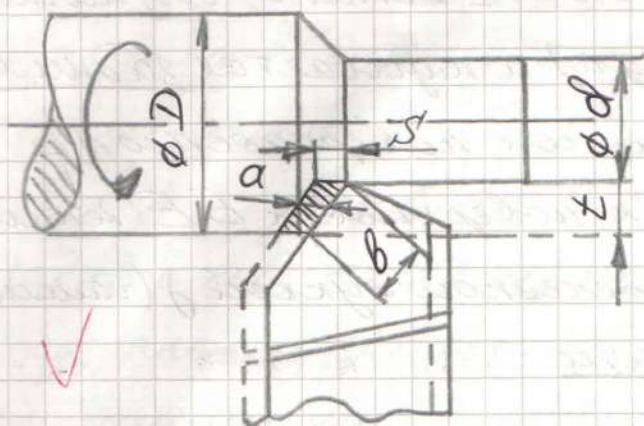
t - глубина резания

$$t = (D - d) / 2$$

b - ширина снимаемой стружки

a - толщина стружки

S - подача на один оборот заготовки

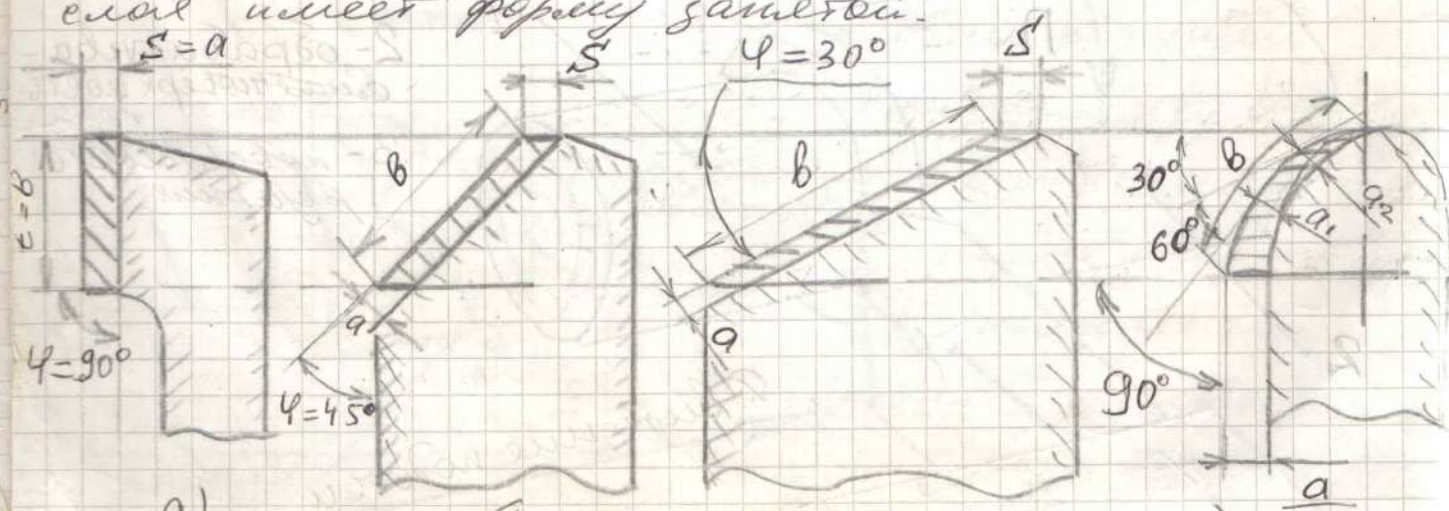


При одной и той же глубине резания и подаче поперечное сечение срезаемого слоя принимает разную форму (в зависимости от формы режущей кромки и главного угла в плане).

При прямоугольной режущей кромке и $\varphi = 90^\circ$ (рис 5, а) поперечное сечение срезаемого слоя имеет форму прямоугольника; при $\varphi < 90^\circ$ (рис 5, б и в) - форму параллелограмма.

Внимательно при этом толщина a и ширина срезаемого слоя b ; с увеличением угла φ толщина a увеличивается, а ширина b уменьшается.

Если режущая кромка имеет криволинейную форму (рис 5, г) поперечное сечение срезаемого слоя имеет форму ланцета.



или вовсе не связанных между собой.

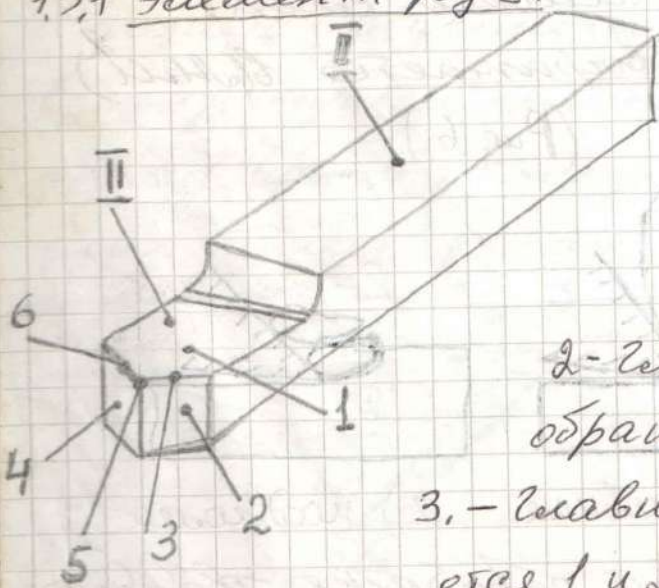
Ступенчатая получается при обработке сталей со средней скоростью резания. При резании сторона такой стружки гладкая, а противоположная имеет зазубрины с выраженным направлением отдельных прочно связанных между собой элементов.

Сливная получается при обработке сталей с высокой скоростью резания. Она сходит с реза в виде ленты, без зазубрин, присутствующих ступенчатой стружке.

Стружка надлома получается при обработке малопластичных металлов (твёрдого чугуна, твёрдой бронзы). Она состоит из отдельных как бы выломанных элементов, разнообразных по форме и не связанных или очень слабо связанных между собой.

1.3 Геометрические параметры режущего инструмента

1.3.1 Элементы реза



I - Стержень

Рис 7

II - Головка реза.

1 - передняя поверхность реза, по которой сходит стружка

2 - Главная задняя поверхность, обращённая к поверхности резания.

3. - Главная режущая кромка, образуется 1 и 2.

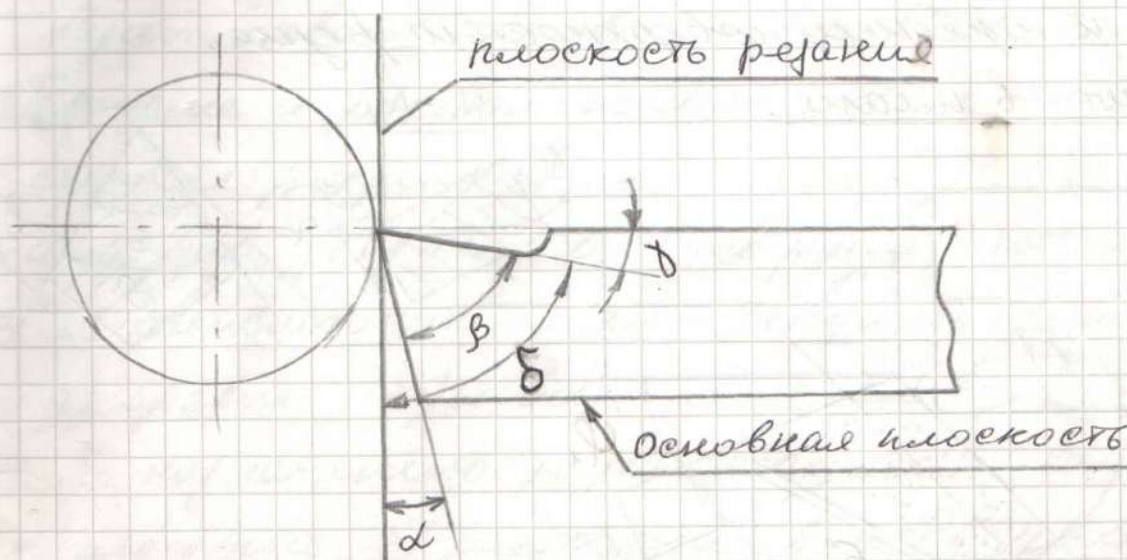
4 - Задняя вспомогательная поверхность

5. - Вершина реза, обрабатываемая концевым инструментом

6. - Вспомогательная ретущая крошка, образуется сопряжением 1 и 4.

1.3.2 Геометрия реза.

Работоспособность реза определяется углом реза. При изучении геометрии реза принимают следующие условия плоскости



Основная плоскость - плоскость в которой совершается движение подачи реза. Обычно основная плоскость совпадает с опорной плоскостью реза.

Плоскость резания - плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую крошку реза. Если резец стоит по центру заготовки, то плоскость резания перпендикулярна основной плоскости.

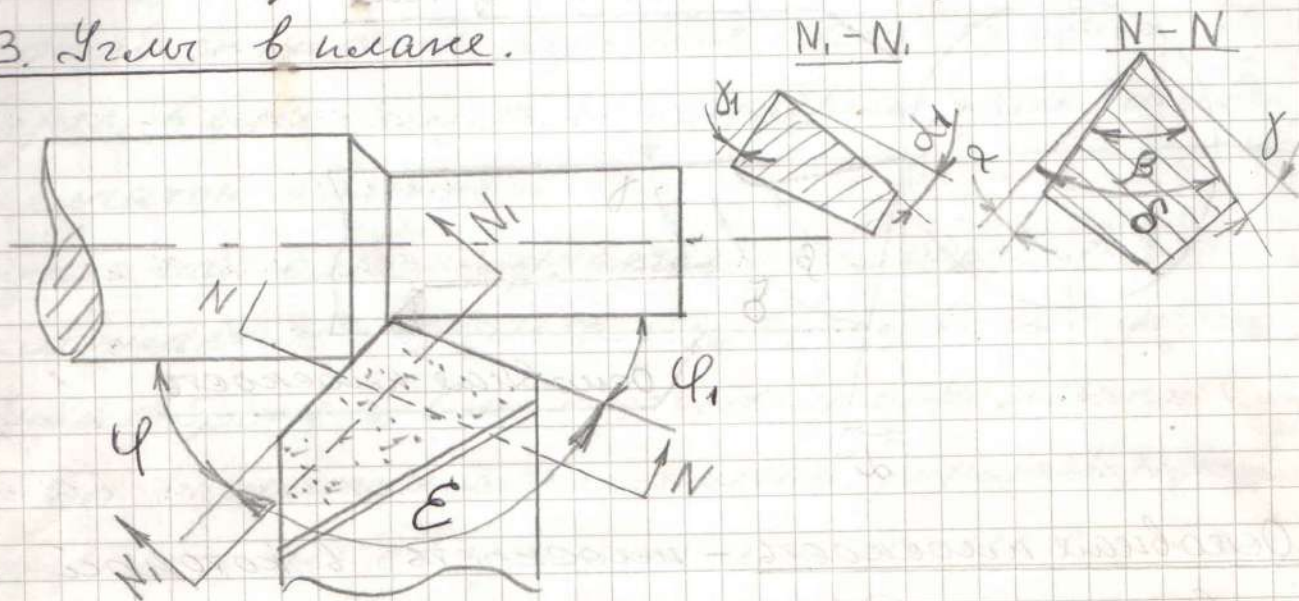
α (альфа) - главный задний угол находится между плоскостью резания и главной задней поверхностью реза. Служит для уменьшения трения между резцом и поверхностью заготовки и находится от 6° до 12° .

β (бета) - угол заострения, между передней и главной задней поверхностью.

γ (гамма) - передний угол образованный плоскостью перпендикулярной к плоскости резания и передней поверхностью реза (облегчение, образование и выход стружки).

δ (дельта) - угол резания, образованный плоскостью резания и передней поверхностью реза.

13.3. Угол в плане.



Главный угол в плане (φ) - угол между режущей кромкой и направлением подачи. Обеспечивает процесс стружкообразования.

Вспомогательный угол в плане (φ_1) - угол между вспомогательной режущей кромкой и направлением подачи.

Угол при вершине в плане (ϵ) - угол между главной и вспомогательной режущими кромками. Оказывает сильное влияние на стойкость резов. Чем больше этот угол, тем больше стойкость ~~реза~~ инструмента.

14. Классификация токарных резцов.

Резцы классифицируются:

- а) углеродистые
- б) быстрорежущие
- в) твёрдосплавные
- г) ^{инкерано-}керамические
- д) алмазные
- е) алмазоборосилицидные.

Режущий инструмент из углеродистых и легированных сталей в настоящее время практически не применяется.



Режущий инструмент бывает переобточиваемый и неперезатачиваемый

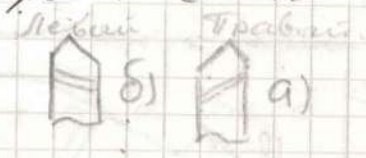
По форме и расположению зубьев относительно стержня разделяют на:



- а) прямые; б) отогнутые; в) цилиндрические; г) конические.

3. По расположению главной режущей кромки на:

- а) правые; б) левые.



4. По назначению разделяют на:

- а) проходные; б) расточные; в) подрезные;
- г) отрезные; д) фасонные; е) резбовые; ж) канавочные.

4.1 Прямые проходные и отогнутые применяют для

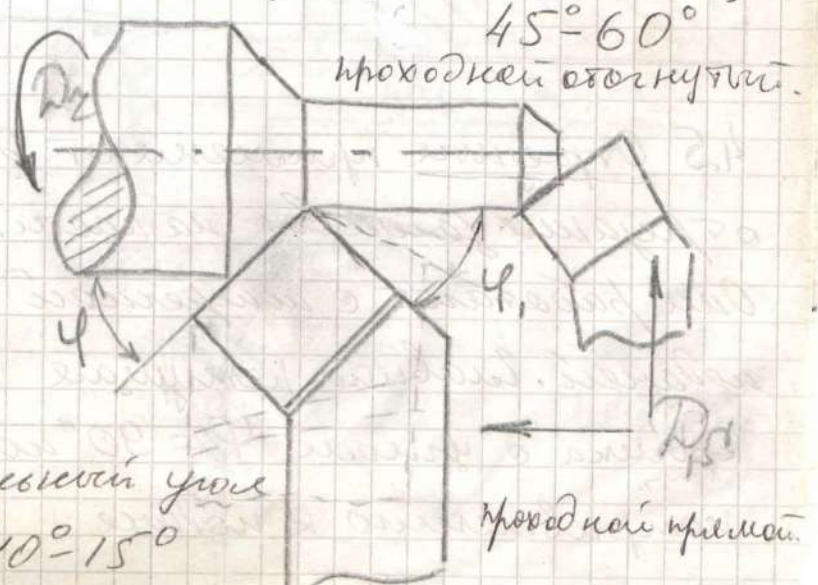
4.2 обработки наружной поверхности.

Значение геометрических и конструктивных параметров определяют по нормальным исходя из условий обработки. Значение угла φ (угла в плане)

$45^\circ - 60^\circ$

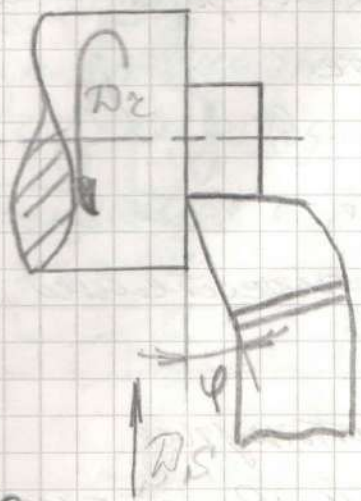


Вспомогательный угол в плане $\varphi, 10^\circ - 15^\circ$



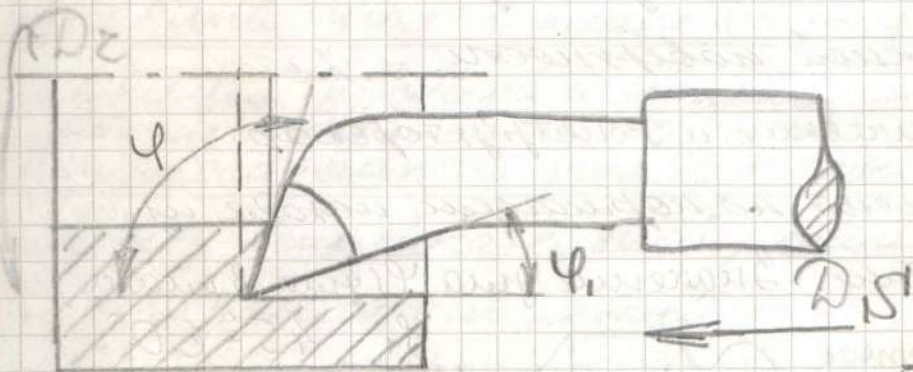
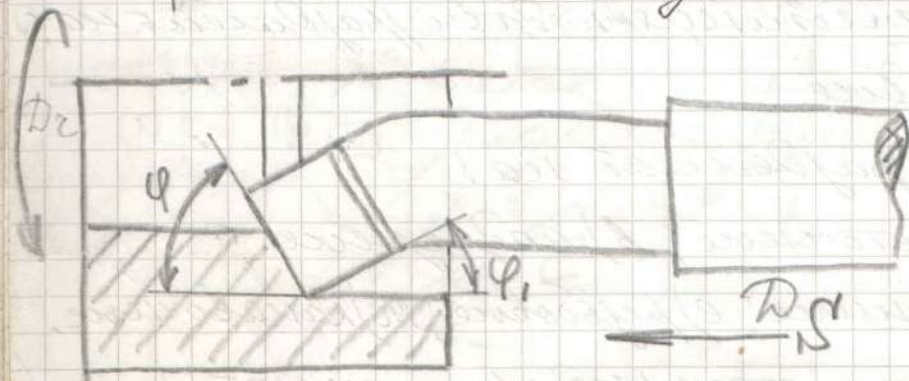
Прямой проходной.

4.3 Подручные резцы их применяют для подрезание торцев заготовок и работают они к центру или от центра заготовки.

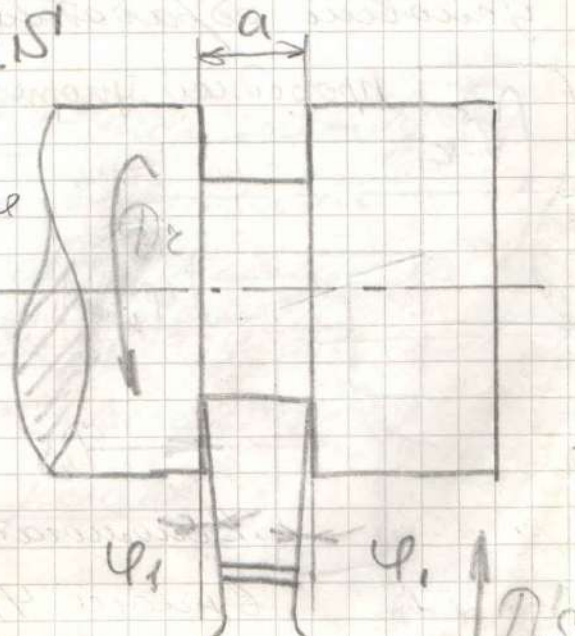


4.4; ~~Расточные~~ Расточные резцы.

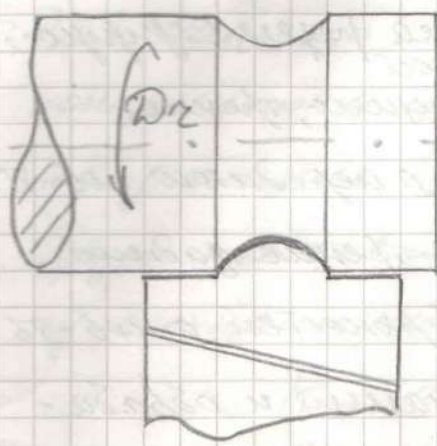
применяются для растачивания отверстий предварительно получен- ных сверлением, штамповкой, литьем. Используют 2 типа резцов проходные — для сквозных отверстий, для глухих отверстий — упорные.



4.5 Отрезные применяют для отрезания заготовок на части. Они работают с поперечной подачей. Главные режущая кромка с углом $\varphi = 90^\circ$ по направлению к подаче.



4.6 Расшиные резцы применяют для обработки коротких фасонных поверхностей длиной обрабатываемой длины 30-40 мм



Расшиные резцы применяются в массовом производстве. По конструкции бывают:

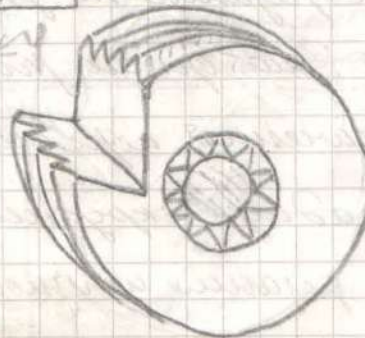
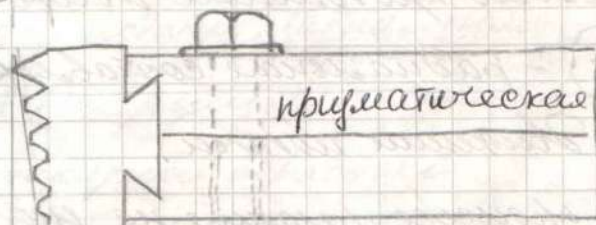
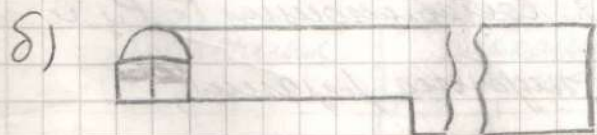
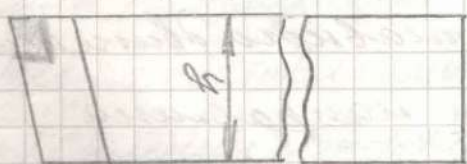
- стержневые
- круглые
- призматические.

4.7. Резбовые резцы служат для нарезания наружных и внутренних резьб любого профиля. Форма режущих лезвий резбовых резцов соответствует профилю и размерам поперечного сечения нарезаемой резьбы.

Резцы делят на: стержневые, призматические, круглые

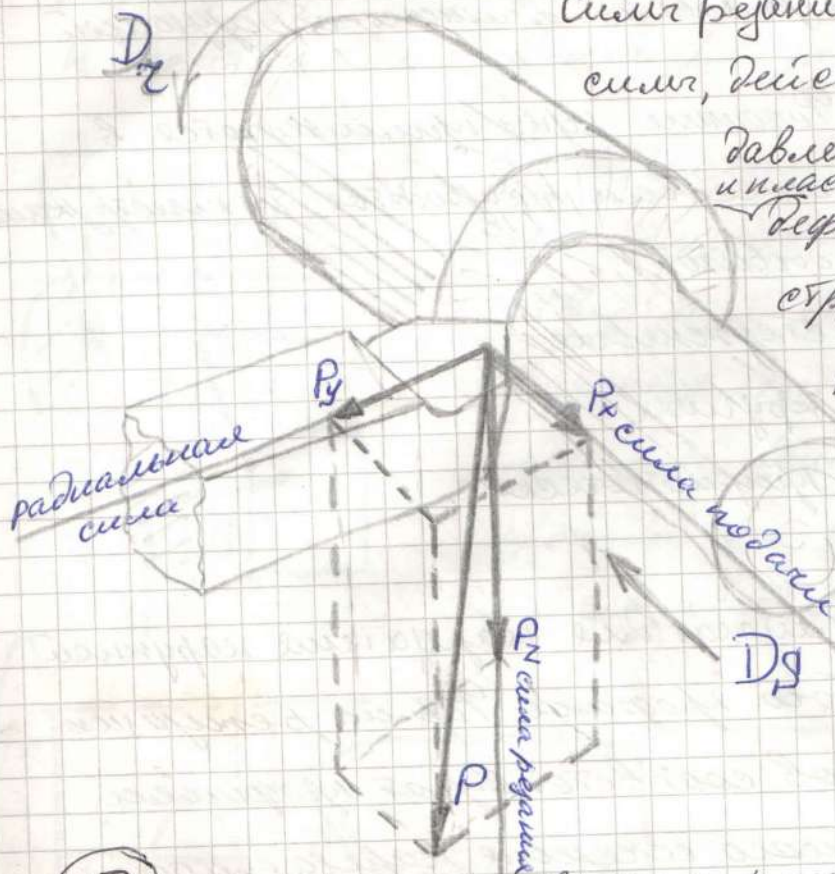
Резбовые гребёнки:

а) стержневые:



круглая

1,5

Силы резания

Силы резания и точения — это силы, действующие вследствие

давления на резец: упругой и пластической деформации, трение

стружки о переднюю пов-ть реза, трение задней поверхностью о пов-ть резания и обрабатываемую поверхность.

P — сила сопротивления резанию. Разлагается на составляющие по 3-м взаимно перпендикулярным направлениям.

P_z — главная составляющая силы резания совпадает по направлению со скоростью главного движения.

P_x — составляющая силы резания направлена вдоль продольного движения подачи.

P_y — радиальная составляющая — вдоль поперечного движения подачи.

В процессе резания на значения составляющих P_x , P_y и P_z влияют: материал заготовки, глубина резания, подача, значения переднего, а т.к. главного углов в плане, радиус скругления режущей кромки, СОТС, скорость резания и угол реза.

При обработке одного и того же материала и одинаковых

условию обработки справедливо: чем больше площадь срезаемого слоя $f(\text{мм}^2)$, тем больше составляющая P_z . Зная коэффициент резания K для данного материала, обрабатываемого в конкретных условиях, можно вычислить приблизительное значение P_z по формуле: $P_z = K f$

Другие составляющие силы резания определяются из соотношений:

$$P_x = (0,3 \dots 0,4) P_z$$

$$P_y = (0,4 \dots 0,5) P_z$$

Равновесивающая сила, действующая на резец, определяется по формуле:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

На практике по значению силы P_z определяют эффективную мощность резания $N_{эф}$ (кВт)

$$N_{эф} = P_z v / 10^3, \text{ где } v \text{ — скорость резания, м/сек.}$$

Сила P_z измеряется в ньютонах.

Осевую составляющую P_x силы резания используют при определении допустимой нагрузки на резец и механизмы станка при продольном движении подачи. Радиальная составляющая P_y , действуя на резец, отжимает его.

Коэффициенты резания K для токарной обработки

материал	механические характеристики	Коэффициент резания K кг/ммед
Сталь	Обр, МПа кг/ммед ²	
	40 ... 50	150
	50 ... 60	160
	60 ... 70	178
	70 ... 80	200
	80 ... 90	220

1.6. Элементы режимов резания.

К элементам режимов резания относятся:

1. Глубина резания (t)

2. Подача (S)

3. Скорость резания (V)

Глубина резания t - величина срезаемого слоя за один проход инструмента. Измеряется в мм.

Обозначается буквой t

При наружном продольном тошении глубина резания определяется как полуразность между диаметром заготовки D и диаметром обработанной поверхности d .

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм} (1).$$

При подрезании за глубину резания принимают величину срезаемого слоя.

При отрезании глубина равна ширине канавки

При сверлении глубина резания равна половине диаметра сверла:

$$t = \frac{D}{2} \text{ мм, где } D - \phi \text{ сверла.}$$

Подача S - величина перемещения реза за один оборот заготовки, ее единица измерения - мм/об.

Подачи бывают: продольные, поперечные, наклонные

(под углом к оси заготовки)

Скорость резания V - это длина пути, пройденного режущей кромкой инструмента относительно обработанной поверхности заготовки в единицу времени, измеряется в м/мин.

Скорость резания определяется по формуле:

$$(9) \quad V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ где } D - \text{диаметр заготовки мм, } n - \text{частота вращения мин}^{-1}.$$

или по сокращён:

$$v = \frac{Dn}{318} \text{ м/мин.} \quad (2a)$$

На станке с помощью рукояток управления можно установить не скорость резания, а частоту вращения шпинделя, мин⁻¹ (если известна скорость резания), которую определяют по формуле:

$$(3) \quad n = \frac{1000 v}{\pi D} \text{ об/мин, где}$$

D - диаметр обрабатываемой детали в мм

v - скорость резания в м/мин.

Формулу (3) можно записать в следующем виде:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{318 v}{D} \text{ об/мин.} \quad (3a)$$

Д.З.:

1) Определить глубину резания, если $D = 50$ мм, а $d = 46$ мм. $\Delta = \frac{50 - 46}{2} = 2$ мм $z = \frac{58}{2} = 29$ мм

2) Определить глубину резания, если ϕ сверла $D = 38$ мм.

3) Обрабатываемый валок $\phi D = 100$ мм делает 150 оборотов.

Опред. скорость резания:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 150}{1000} = 47,1; \quad v = \frac{D n}{318} = \frac{100 \cdot 150}{318} = 47, \text{ м/мин}$$

4) Какое число оборотов шпинделя необходимо, если

диаметр заготовки $D = 50$ мм, а скорость резания

$$v = 25 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 50} = 159; \quad n = \frac{318 \cdot v}{D} = \frac{318 \cdot 25}{50} = 159 \text{ об/мин}$$

2. Инструментальные материалы, к которым предъявляются следующие требования:

- высокая твердость, превосходящая твердость обрабатываемого материала;
- высокая прочность, чтобы выдерживать давление сил, с которой обрабатываемый материал давит на переднюю поверхность инструмента;
- вязкость, чтобы режущая часть не выкрашивалась, испытывая ударные нагрузки;
- высокая износостойкость, чтобы пов-ть реза быстро не изнашивалась из-за трения с обрабатываемой заготовкой и стружкой;
- теплостойкость, чтобы режущая часть инструмента сохранила режущие св-ва при

2.1. Инструментальные стали.

Углеродистые

к ним относят: У7; У8; ...; У13.

Буква „У“ указывает на то, что сталь углеродистая, а цифры указывают среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Инструментальные стали повышенного качества (min количество вредных примесей), отмечаются буквой „А“ в конце марки: У8А; У10А.

Обладают: хорошими режущими св-вами, t° в зоне резания: $200 \dots 250^\circ\text{C}$ и скоростью резания до $10 \dots 15 \text{ м/мин}$.

Легированные

Отличаются от углеродистых наличием

Решка

одной или несколькими легирующими элементами:
хрома, вольфрама, молибдена, ванадия.

Марки сталей: ХГ, ХГ5, 9ХС и ХВГ

Обладает: более высокими режущими св-ми,
чем углеродистая, t° в зоне режания $300 \dots 350^\circ\text{C}$,
скорость режания до $20 \dots 25 \text{ м/мин}$.

Быстрорежущая сталь.

Обладает: большим сопротивлением износу и
большой теплоустойчивостью, красностойкостью, т.е.
не теряет своих св-тв при t° красного каления
($550 - 600^\circ\text{C}$)

Марки материала: Р18, Р6М5 (также вено),

Р18К5Ф2, Р9К5; Р6М5К5, Р9М4К8 и др. (

для обр-ки высокопрочных конструктивных сталей и
сплавов, сталей и сплавов повышенной твердости и
вязкости при работе с ударом).

Первые две цифры показывают среднее содержание
углерода в сотню долей процента, буквы
обозначают легирующие элементы (В - вольфрам,
Ф - ванадий, К - кобальт, М - молибден и т.д.), а
цифры справа от буквы - их среднее содер-
жание (в процентах). Буквой "Р" обозначают

быстрорежущую сталь.

2.2 Твердые сплавы

Металлокерамические твердые сплавы.

Преобладают в 5-10 раз скорости обработки

быстрорежущими сталями и не теряют
режущих св-в при $t^\circ = 800^\circ\text{C}$ и выше.

Твердые сплавы состоят из карбидов вольфрама,

титана или тантала и кобальта, связывающего эти вещества. 6% - кобальт; 94% карбид вольфрама

Вольфрамкобальтовые сплавы: ВК8, ВК6, ВК3-М
ВК8-В ВК6-М ВК15

Цифра после буквы "К" указывает содержание кобальта в процентах, остальное - карбид вольфрама.

Применяются для обработки хрупких материалов:

чугуна, бронзы, закалённой стали, пластмасс.

В - крупнозернистые; М - мелкозернистые (выпускаются в 5-15 мкм)

Титановольфрамкобальтовые сплавы: Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4 и др. Т60К6

Цифры после букв указывают (%) содержание в сплаве кобальта и карбида титана, остальное - карбид вольфрама

Пример: Т14К8

14% - карбид титана

8% - кобальта

78% - карбида вольфрама.

(ВК2; ВК3; Т30К4) - меньшая вязкость
Тонкой стружки и чистовое точение
(ВК8; Т5К10; Т14К8) - наиб-ая вязкость при снятии стружек большого сечения, черновые операции

Выпускают 3-хкарбидные твёрдые сплавы

состоят из кобальта, и карбидов вольфрама,

титана, тантала: ТТ7К12; ТТ7К15

Характеризуются высокой прочностью.

Используют для обработки заготовок с

тяжелой ударной нагрузкой.

Выпускают в виде шестигранных стержней сечением при t° 1500 °C в 90° попер. не изменяется в t° 800-900 °C

Обработ-ый материал.

Характер обработки.	Углеродистая, легированная стали	Чугун, бронза	Нержавеющая жаропрочная стали
Черновое точение поковки, штамповки и штыли по корке и окантовке при неравномерном сечении	Т5К10 ТТ7К12	ВК8	ВК8 ТТ10К8-В

1-но карбид вольфрама
2-но карбид титана
3-но карбид тантала
4-но карбид кобальта

обеспечивают точность по 1-2 классу и шероховатость 8-9

23. - Алмаз

Применяют для резания и абразивного режущего инструмента. Отличаются высокой твердостью (порядка 10000 кгс/мм^2), низким коэффициентом трения абразивные материалы. Обладают высокой износостойкостью, хорошо отводит тепло, что способствует повышению стойкости.

Недостаток: повышенная хрупкость, что ограничивает область его применения.

Применение: обработка цветных металлов и пластмасс на высоких скоростях резания.

Для изготовления режущих инструментов алмаз весов 0,3 - 1,35 карата

Изготавливают алмаз изопропаном в основном для изготовления алмазных кругов, брусков и паст.

Получают в результате ^{высокого} давления на графит (до $1,7 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2$) и высокой t° (2500°C).

Делит на 5 марок: мягкой прочности - АС0; повышенной прочности - АСР; высокой прочности - АСВ; монокристаллические АСК и АСС.

3. Влияние СОТС на процесс резания

Использование смазочно-охлаждающих жидкостей обеспечивает высокую стойкость инструмента и высокое качество обработанной поверхности, так как значительно снижается t° в зоне резания и трения между поверхностями

инструмента, стружкой и заготовкой.

Выбор СОЖ зависит от вида обработки (черновое или чистовое), св-в обрабатываемого материала, скорости и глубины резания, требований к качеству обрабатываемой поверхности и т.д.

Применение СОЖ:

При обработке сталей действует на 2 группы:

1. Жидкости, которые главным образом действуют охлаждающе (водные растворы соды или щелочи, водные эмульсии и другие), характеризующиеся большой теплопроводностью.

2. Жидкости, обладающие большой смазывающей способностью (минеральное масло, жидкость "Аква-2", масла с добавкой дисульфиды молибдена и др.).

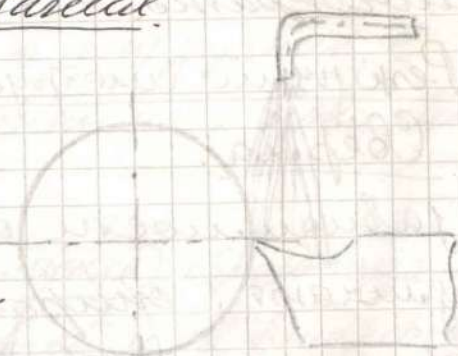
При обработке чугуна — охлаждение керосином со скинпидаром или содовой эмульсией.

В основном чугуны и другие хрупкие материалы обрабатывают без СОЖ.

Подводка СОЖ в зону резания.

1. Свободной струей:

Жидкость нагнетается из резервуара станка насосом, и через шланги или трубки направляется со шлангом подается в зону резания (на стружку и место ее загиба)



2. Всплощонаправленной струей.

Жидкость подаётся со стороны задней поверхности реза через отверстие малого Φ сона (0,2... 0,4 мм), под давлением 200... 240 МПа.

В этом способе жидкость интенсивно прошикает в зону стружкообразования, диаметр не увеличивается, отводит больше тепла, чем свободной струей.

3. В расплюснутом состоянии при помощи специальной установки. Жидкость подаётся в зону резания со скоростью до 300 м/сек, что обеспечивает интенсивный теплоотвод ~~тепла~~ от реза, заготовки и стружки. Повышается стойкость инструмента в 1,5-2 раза больше чем подача свободной струей. Испорченный СОЖ из коротка стёкла через фильтр вновь направляется в резервуар. Очистка позволяет использовать жидкость многократно.

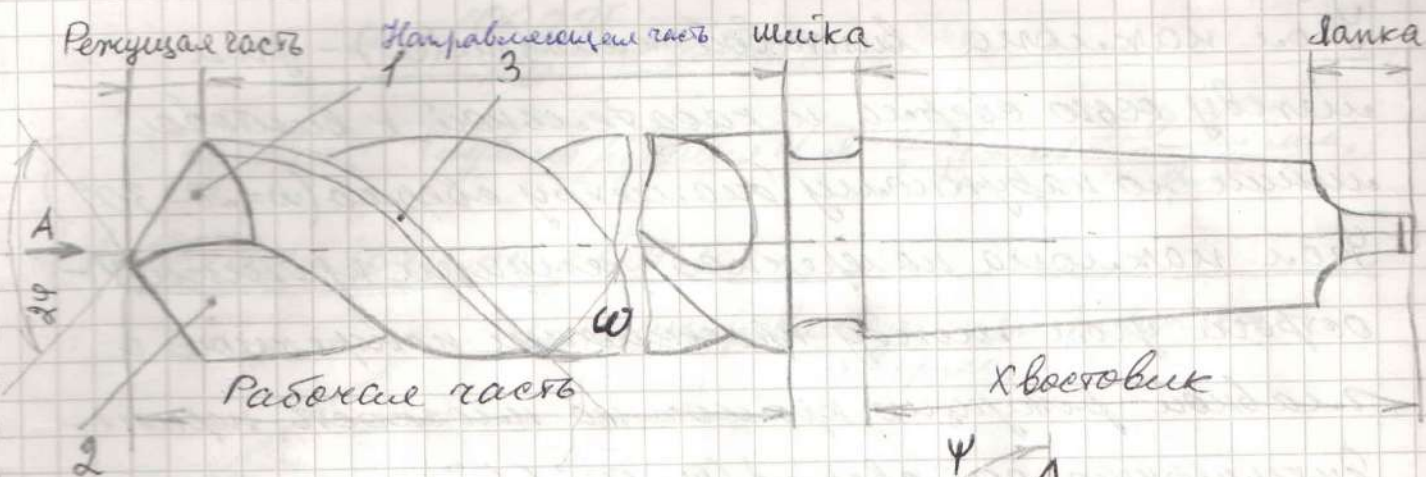
4. Резущий инструмент.

4.1. Свёрла.

В зависимости от конструкции и назначения различают: спиральные перовые, для глубокого сверления, центровочные, с пластинами из твёрдых сплавов и другие.

Наиболее распространены спиральные сверла

Свёрла Части и элементы;



1 - Задняя пов-ть

2 - Передняя пов-ть

3 - Ленточка

4 - Перемычка

5 - Резиновая крошка

6 - Канавка

2φ - угол при вершине сверла

ψ (пси) - угол наклона поперечной резиновой крошки.

ω (омега) - угол наклона винтовой канавки.

Резиновые крошки образованы пересечением передней винтовой поверхностей канавок сверла, по которым сходится стружка и попадает СОЖ в зону резания, с задними поверхностями, обращенными к поверхности резания.

Поперечная резиновая крошка (перемычка) образована пересечением обеих задних пов-ей и 2 винтовых - темные резиновые крошки образованы пересечением передней поверхностей с поверхностью ленточки.

Ленточка сверла - узкая полоска на цилиндрической пов-ти, расположенная вдоль винтовой канавки,

резанием.

Угол наклона винтовой канавки (ω) - угол между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла ($\omega = 20^\circ \div 30^\circ$)

Угол наклона поперечной режущей кромки (φ) - острый угол между проекциями поперечной и главной режущих кромок на плоскость, перпендикулярную оси сверла ($\varphi = 50^\circ \div 55^\circ$)

Угол режущей части (угол при вершине) 2φ - угол между главными режущими кромками при вершине сверла ($2\varphi = 118^\circ$).

Хвостовик служит для закрепления в шпинделе задней бабки и может быть коническим или цилиндрическим.

Лапка - удерживает сверло от проворота.

Конические хвостовики выполняются по стандарту (конус Морзе № 1, 2, 3, 4, 5 с углом уклона конуса $1^\circ 26'$), если конус хвостовика не совпадает с конусом шпинделя задней бабки, то применяются переходные втулки.

Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют при помощи сверлильного патрона.

Рабочая часть сверла изготавливается из инструментальной стали, а хвостовик - из конструкционной.

Режимы резания при сверлении.

Скорость резания при сверлении представляет собой окружную скорость сверла относительно обрабатываемой детали.

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин, где}$$

D - $\varnothing$ сверла в мм; n - число оборотов детали в

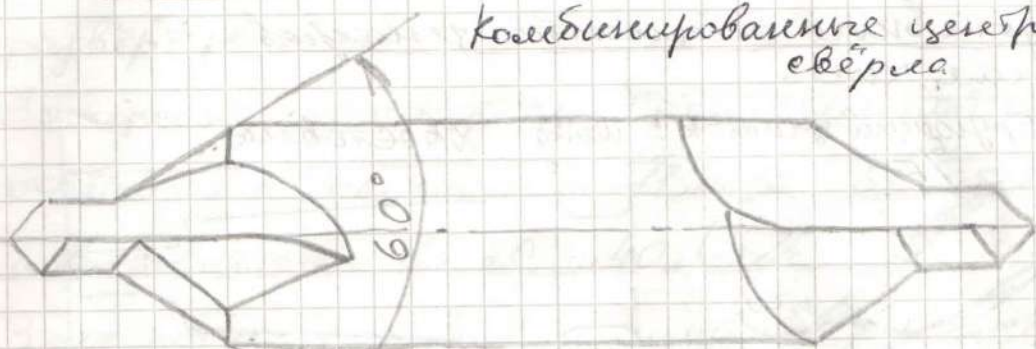
Число оборотов детали в минуту:

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

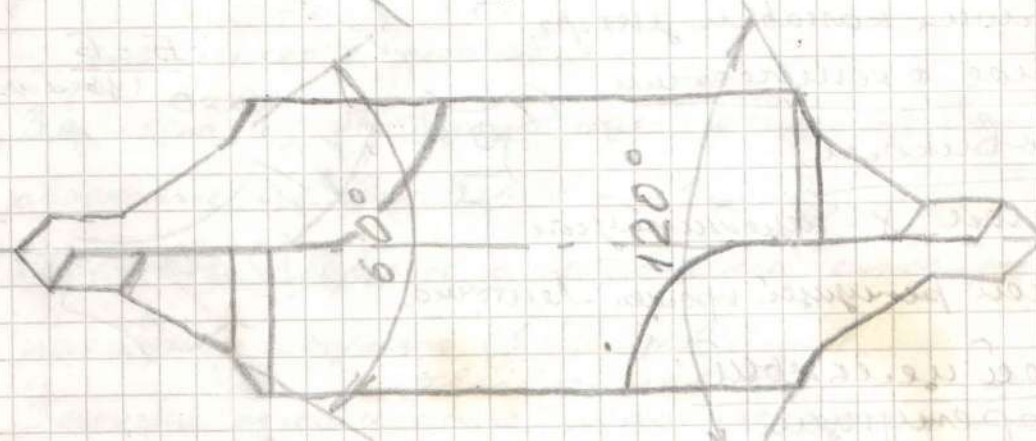
D - $\varnothing$ сверла. Глубина режущей $t_{св} = \frac{D}{2}$; $t_{расв.} = \frac{D-d}{2}$ мм.

4.2. Центровочные сверла

Калиброванные центровочные сверла



Без предохранительного конуса



с предохранительным конусом.

Предохранительный конус служит для защиты основного конуса от повреждения, и даёт возможность подрезать торцы деталей.

Цилиндрическая часть центрального отверстия служит для разгрузки вершины центра (обычно заполняется смазкой). Материал центр. сверл (быстро-режущая сталь).

4.3. Зенкеры.

Зенкеры бывают насадные и цельные, предназначены для обработки цилиндрических и конических отверстий и торцев.

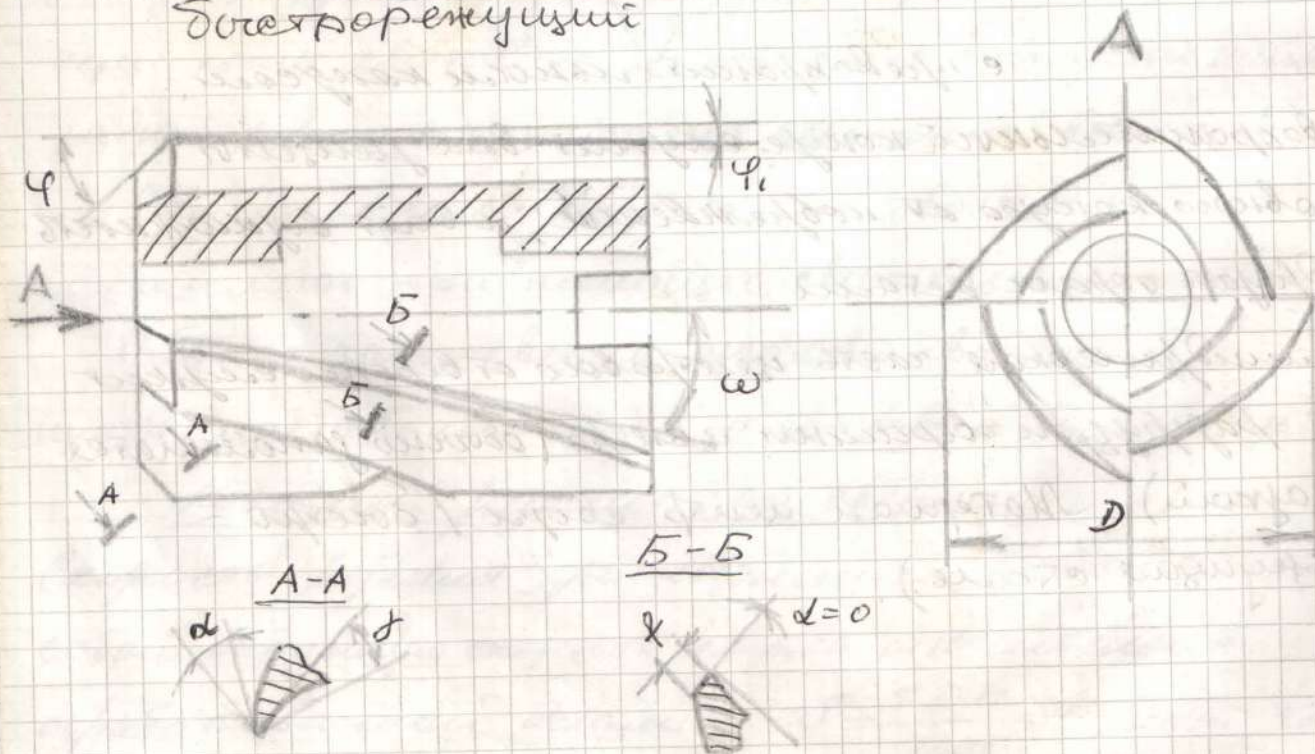
Цельные зенкеры изготавливают Φ до 52 мм.

Конструктивные элементы зенкеров



Насадной цельный:

двухсторонний



Зенкеры предназначены для обработки литых, штампованных и предварительно просверленных цилиндрических отверстий с целью улучшения чистоты поверхности и повышения их точности для подготовки их к дальнейшему развёртыванию.

Зенкеры применяют для окончательной обработки отверстий с допуском по 11 и 12 качеству и шероховатостью R_z 20 ... 40 мкм.

Зенкеры имеют 3, 4, а иногда 6 режущих зубьев, что улучшает их направление в обрабатываемом отверстии и повышает точность.

Зенкеры из быстрорежущей стали изготавливают:

хвостовые цельные $\varnothing$ 10 - 40 мм;

хвостовые сборные с вставками ножами $\varnothing$ 32 - 80 мм;

насадные сборные $\varnothing$ 40 ... 120 мм.

Зенкеры оснащенные ^{твёрдосплавными} частями:

составные хвостовые $\varnothing$ 14 - 50 мм;

насадные $\varnothing$ 32 - 80 мм;

насадные сборные $\varnothing$ 40 - 120 мм.

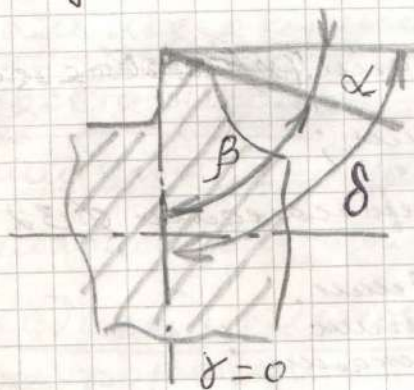
4.4 Развёртки

Развёртки предназначены для чистовой обработки отверстий, предварительно обработанных сверлением, зенкерованием и растачиванием. Отверстия получают высокой точности, правильной формы и с малой величиной микронеровностей. После обработки отверстие развёрткой точность обработки 7 и 8 качества, а шероховатость поверхности

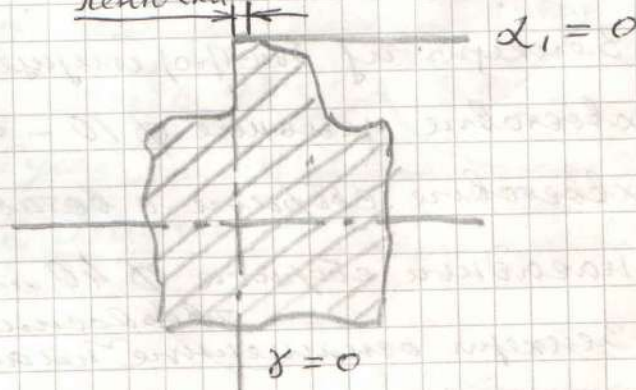
Конструктивные элементы развёртки:



A - A
(перпендикулярно части)



B - B
(по комбинированной части)
ленточка



Конструкция развёртки напоминает дискер.

Основными отличительными особенностями её является наличие большого числа зубьев (6-12) и то, что она имеет значительно меньший припуск. Припуск под развёртывание в пределах 0,15-0,30 мм на диаметр.

Для развёрток, применяемых при черновой обработке и обработке свободной поверхности металлов, угол $\delta = 5 \dots 10^\circ$, у твердосплавного переднего угла создаётся на длине фрезы $f_{\text{ф}} = 0,2 \dots 0,3$ мм (для обработки

насти передней поверхности $\delta = 0$.

Материал рубцовок: легированная инструментальная сталь, твердосплавные пластины.

4.5 Рубононарезной инструмент.

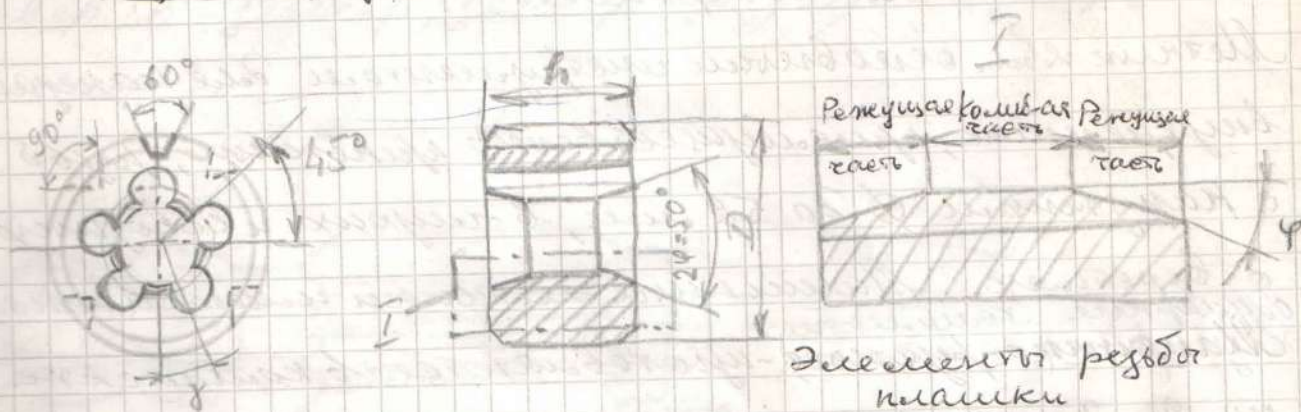
4.5.1 Пластины.

Применяют для нарезания наружной резьбы на винтах, болтах, шпильках (ϕ от 1 до 52 мм) крупно или на токарных станках.

Крупные пластины (ГОСТ 9740-41) для нарезания метрических, дюймовых ($d = 1/4 \dots 2''$) трубных ($d = 1/8 \dots 2''$)

Пластина представляет собой кольцо, изготовленное из инструментальной стали. В зависимости от ее размеров проделано 3-8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении образуются режущие зубья.

Рубононарезная пластина

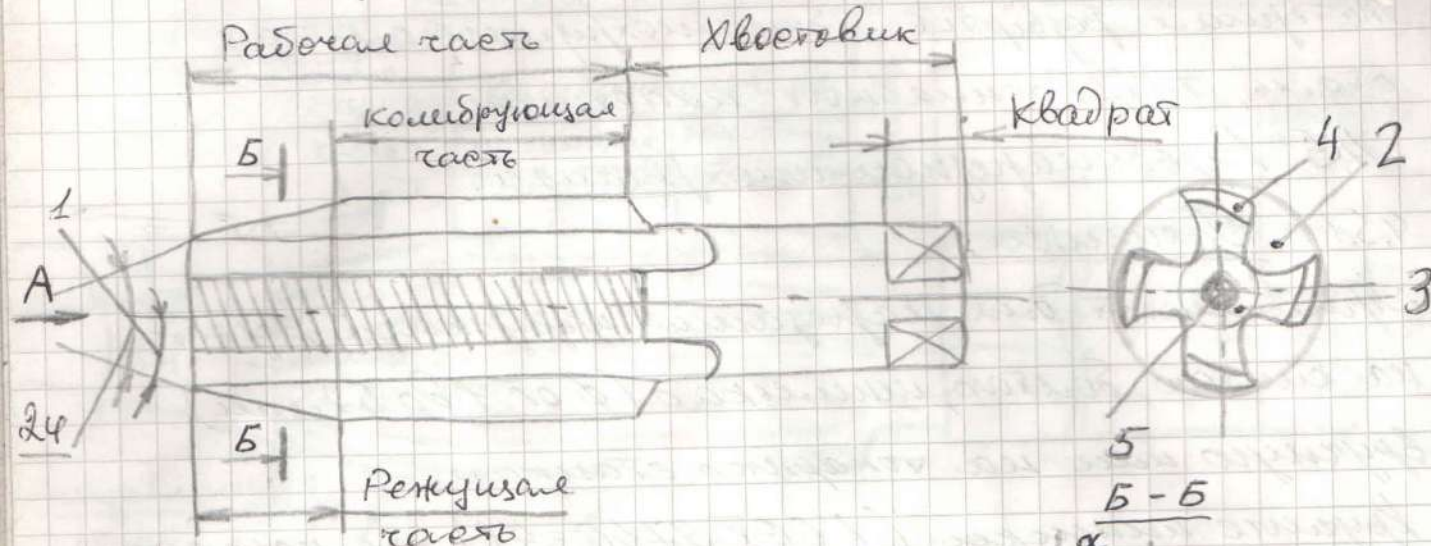


Вид пластины в плане.

4.5.2 Метчики

Метчик представляет собой винт того же диаметра, шара и угла продольные резьбы, что и нарезаемая или резьба. Изготавливается из инструментальной стали и имеет продольные стружечные канавки.

Конструктивные элементы метчика:



1 - угол наклона режущей части;

2 - канавка;

3 - сердцевина;

4 - режущее перо;

5 - центровое отверстие;

6 - передняя поверхность;

7 - режущая кромка;

8 - заточенная поверхность.

1 - задний угол;

8 - передний угол.

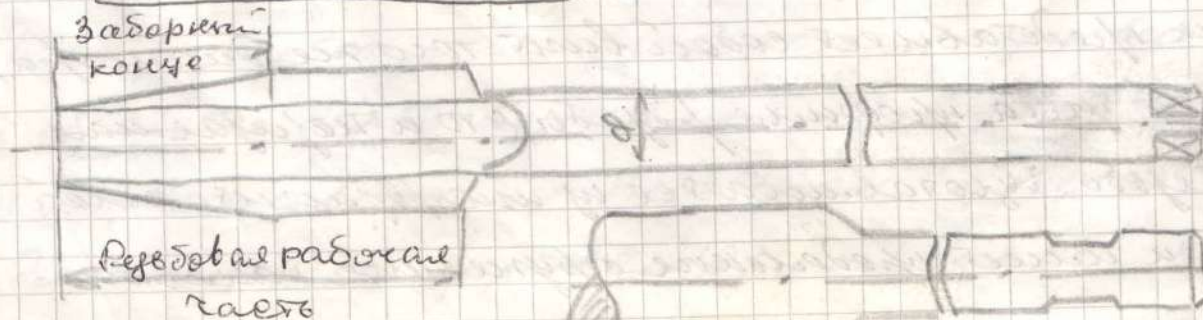
Метчик явл. основным инструментом для нарезания внутренних, преимущественно крепёжных, резьб с наружным $\varnothing$ до 52 мм, в глухих и сквозных отверстиях. Машинные метчики имеют 2 исполнения: односторонние, комплектные

односторонние, комплектные - изготавливаются в комплекте из 2-3 штук: черновой; полуфинишной, финишной.

5-6-для сквозного отв-ия,

3 - для глухих

Заточенный метчик:



Заготовки метки изготавливают с короткими, длинными и промежуточными хвостовиками.

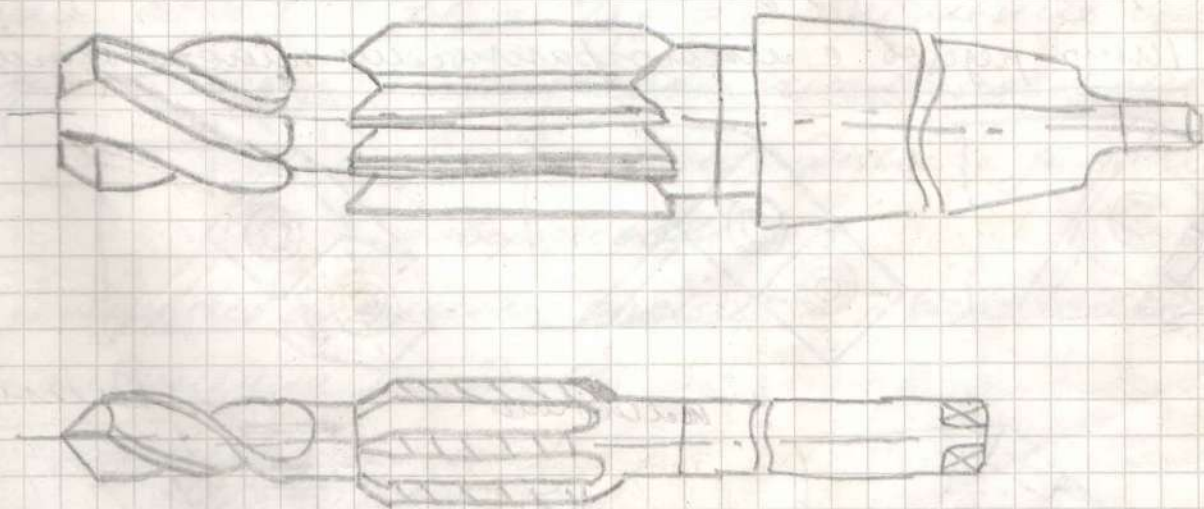
Длина рабочей части 11-12 витков.

Метки изготавливают из инструментальной стали и с вставками из пластинки твёрдого сплава и целого твёрдосплавки.

На каждой метке обозначена марка стали и размер резьбы.

4.6. Комбинированные инструменты.

Это инструменты для выполнения нескольких операций (переходов). Предназначены либо для однородной обработки односторонними инструментами отличающиеся только размерами (ступенчатые зенкеры, сверла), либо для обработки инструментами разных типов (сверло-зенкер, зенкер-развёртка, сверло-метчик).



При применении односторонних инструментов имеем дело с параллельной обработкой,

а при применении разнотипных инструментов - условия последовательной обработки.

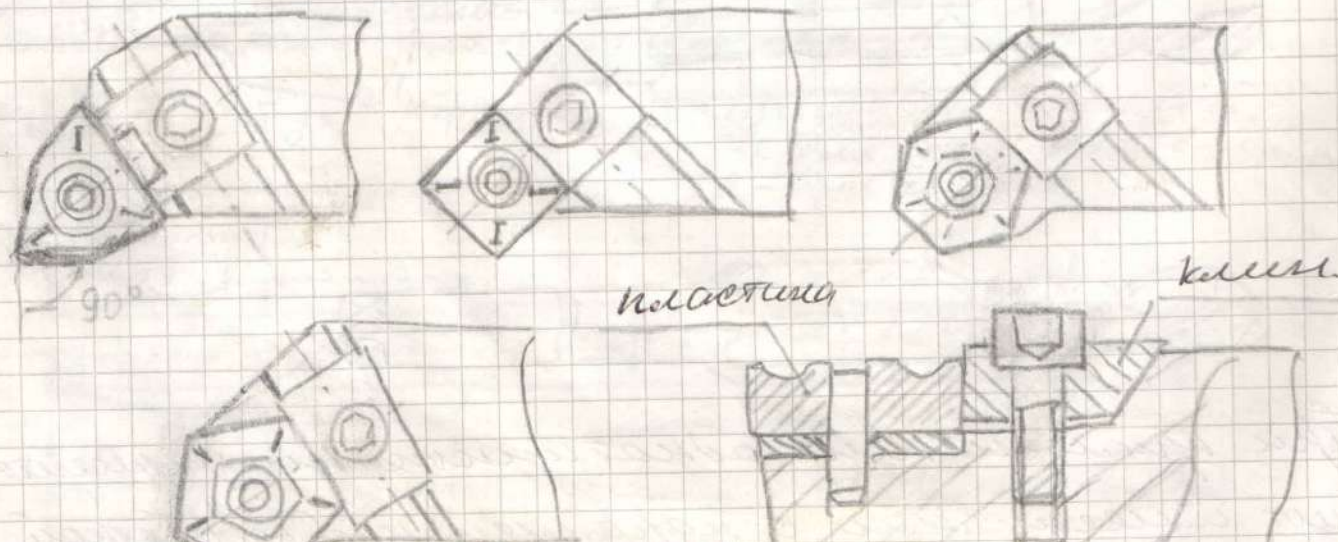
Инструменты работающие по последовательной схеме обеспечивают меньшее отклонение взаимно - располагающихся поверхностей и более высокую производительность. Эти инструменты могут быть цельными и сборными.

Конструктивная сложность и высокая стоимость делают возможным ~~и~~ рациональное использование комбинированных инструментов только в массовом и серийном производстве.

4.8 Резцы с многогранным перемещаемым твердосплавным пластинами

Резцы с многогранными перемещаемыми твердосплавными пластинами находят широкое применение, потому, что они имеют ряд преимуществ перед резцами стандартной конструкции.

Типы резцов с многогранными пластинами:



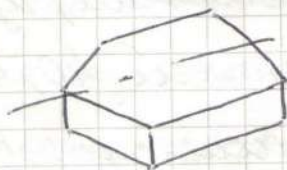
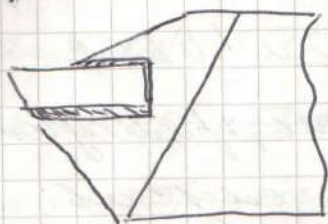
✓ Твердосплавные пластины приеобиваются к державкам пайкой. В качестве припоя применяется электролитическая красная медь и сплав - латунь (марка Л68). Слой припоя 0,1 мм.

Крепление алмаза и зловбора

1. пайкой

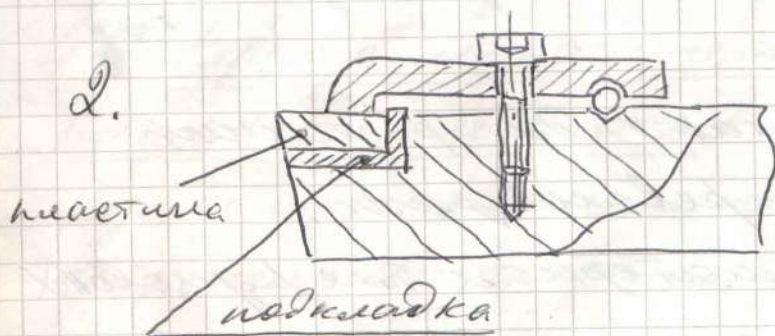
2. механическим способом.

1.



Алмазная пластина впаивается в державку медью припоем.

2.



Крепление алмазной пластины механическим способом.

Заточка резцов.

Форму и геометрические параметры устанавли-
вают в зависимости от типа, назначения
резца и свойств обрабатываемого материала.

Затачивают первоначально по передней
поверхности δ .

Затем по задней главной α

Затем по задней вспомогательной α_1

Затем подправляют вершины.

5. Контрольно измерительные инструменты.

По характеру использования в производственном процессе все средства измерения могут быть разбиты на три основные группы: мерот, измерительные приборы и измерительные и калибры.

Мерами называют устройства, воспроизводящие либо единичку измерения, либо её кратное или дробное значение. К ним относятся штриховые масштабные линейки, транспортиры, плоско-параллельные мероты длины (в виде призматических параллелипипедов - плиток), угловые мероты (угловые плитки и угольники).

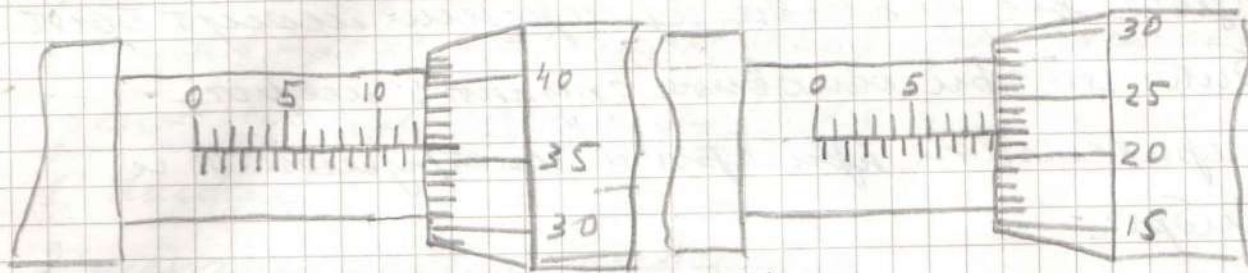
Измерительными приборами и измерительными называют устройства, с помощью которых измеряются размеры различных деталей.

По величине на универсальные и специальные.

Универсальные: штангенциркули и угломер, микрометрические измерители (микрометр), рычажно-механические приборы (индикатор), оптико-механические приборы (микрокоп).

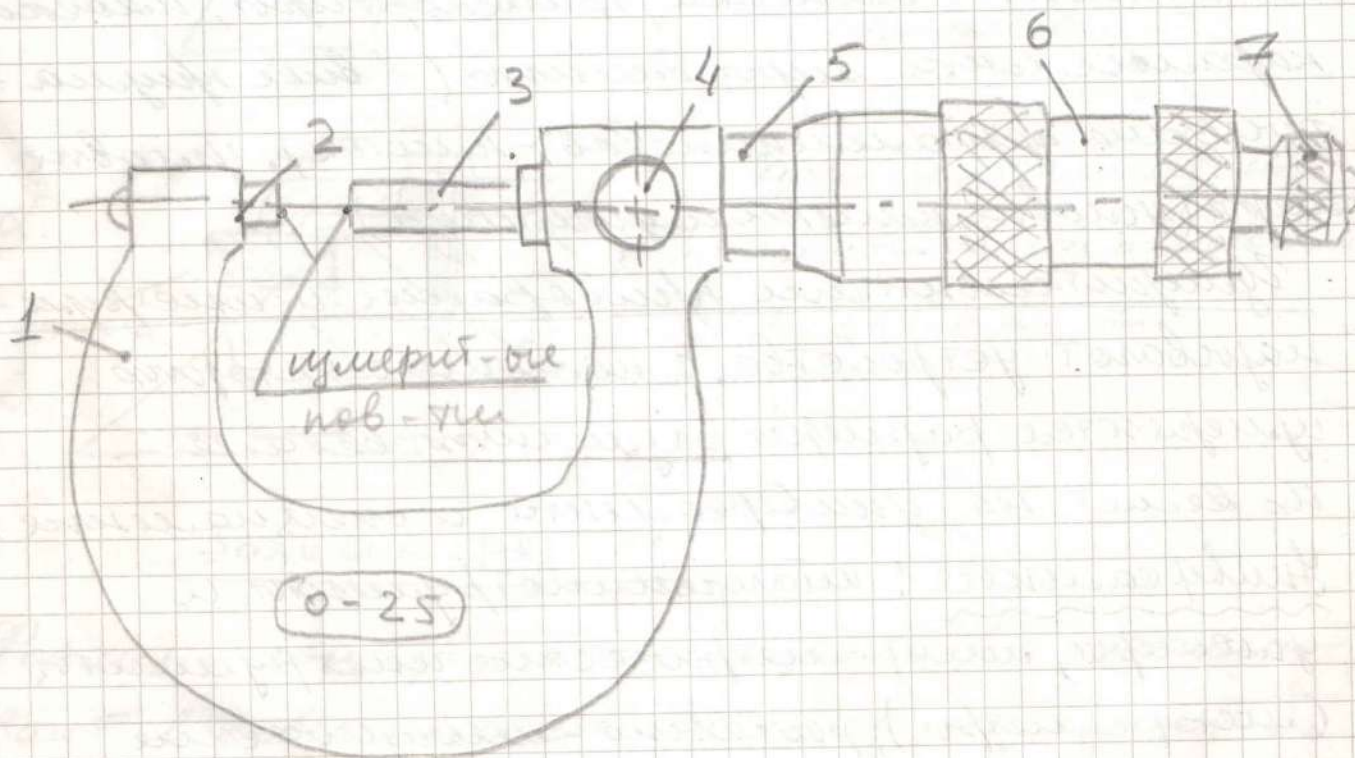
Специальные - измерительные приборы и измерители, которые предназначены для определения величин или деталей только одного типа размера.

Примеры отсчета по микрометрической головке.



а) 12,36 мм

б) 9,72 мм



1 - скоба

2 - шток

3 - микрометрический винт

4 - стопор

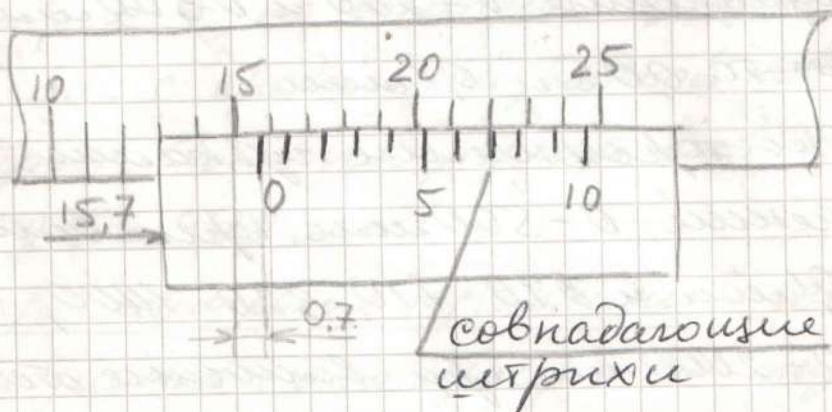
5 - втулка-соединитель

6 - барабан

7 - трещетка

5, Штангенциркули. К ним относятся измерительные инструменты, отличительной особенностью которых является наличие штанна и отсчётного приспособления. На штанне нанесена основная целковая шкала с интервалом деления 1 мм. — действительное измерение размеров деталей. Для повышения точности отсчёта по основной шкале штангенциркули снабжены отсчётным приспособлением — конической.

Пример отсчёта по шкале конуса.



Конечный результат измерения получается в виде суммы двух величин: целой (целых миллиметров) и дробной (долей миллиметра) частей. Целая определяется положением нулевого штриха конической линейки, дробная часть определяется штрихом конуса, совпадающим с каким-либо штрихом основной шкалы.

Для нашего примера величина отсчёта конуса равна $1:10 = 0,1$ мм. Тогда дробная часть $0,1 \cdot 7 = 0,7$ мм (совпадает 7 штрих шкалы).

К группе станкенинструментов относятся:
станкенициркули, станкениглубиномер и
станкенирейсмас.

Станкенициркуль — универсальный
измерительный инструмент, предназначенный
для измерения наружных, внутренних диаметров,
длины, толщины, глубины и т.д.

Типы — ЦМЗ-1 с двусторонним расположением
губок. Предел измерения 0-125 мм, величина
отсчёта 0,1 мм.

ЦМЗ-2 — с двусторонним расположением
губок. Предел измерения 0-200 и 0-300 мм,
величина отсчёта 0,05 и 0,1 мм.

ЦМЗ-3 — с односторонними губками.
Предел измерения 0-500 мм при величине
отсчёта 0,05 и 0,1 мм. и 240-710, 320-1000,
500-1400, 800-2000 мм при величине отсчёта
0,1 мм.

Станкениглубиномер — для измерения
глубины выточек, канавок, углов и т.д.

Предел измерения 200, 300 и 500 мм с величиной
отсчёта по ^шконусу 0,05 и 0,1 мм.

Станкенирейсмас — для измерения высот
и выполнения разметочных работ.

5.2 Микрометрические инструменты

Величина измеренного размера у этих
инструментов определяется суммой показаний
основной шкалы и шкалы барабана

Показание основной шкалы определяется количеством целых миллиметров, нанесённых на неё продольной линией, и половиной миллиметров, расположенных выше этой линии. См рис (а, б).

На основной шкале виден отсчёт 12,0 (рис а), с продольной шкалой стержня совпадает 36-й штрих дополнительной шкалы барабана.

При величине отсчёта 0,01 мм дробная часть размера составляет $0,01 \cdot 36 = 0,36$ мм.

Фактический измеренный размер равен $12,0 + 0,36 = 12,36$.

На рис б, по основной шкале виден отсчёт 9,5 мм, с продольной шкалой совпадает 22-й штрих. Фактический размер составляет $9,5 + 0,22 = 9,72$ мм.

Микрометрические нутромеры (истихмасе) предназначены для измерения внутренних размеров деталей с точностью 0,01 мм.

Микрометрические глубиномеры применяются для измерения глубины отверстий, углубов, выточек и т.д.

Индикаторы.

Предназначены для проверки на точность углов токарного станка, установки предварительно обработанных деталей, проверки биения, овальности, конусности цилиндрических поверхностей и т.п. В сочетании с нутромерами, глубиномерами и другими измерительными они используются для измерения внутренних и наружных размеров, параллельности

Индикаторы бывают часового и рычажного типа. Наиболее широко применяются индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 и 0,001 мм.

Конструкция индикатора часового типа

(Рис. 5.2)



Основан на применении зубчатого зацепления преобразующего поступательное движение стержня во вращательное движение стрелки.

- 1 - корпус
- 2 - стопорный винт
- 3 - циферблат
- 4 - обод
- 5 - большая стрелка
- 6 - малая стрелка
- 7 - штырь
катушки

8 - стержень

9 - измерительный
наконечник

10 - измерительный
шарик

11 - головка

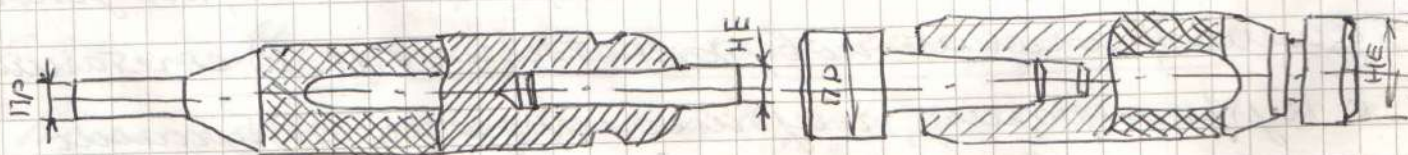
При измерении индикатор крепят за штырь 7.

Калибры

Бесшкальные контрольные измерительные.

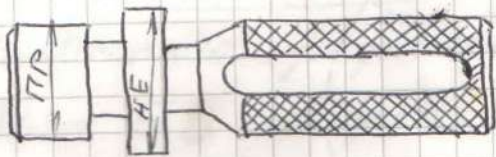
Предельные калибры имеют наибольший и наименьший предельные размеры. Поэтому имеют 2 размера: проходной Пр и непроходной НЕ. Наиболее часто встречаются калибр-пробки см. (рис 5.3)

Рис. 5.3 Калибр-пробки для контроля отверстий.

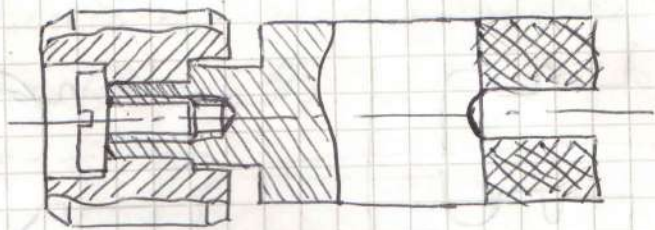


а) со вставками из проволоки $\varnothing$ от 1 до 3 мм

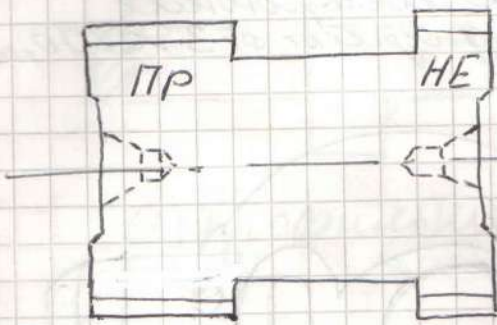
б) двухсторонние с коническими хвостовиками



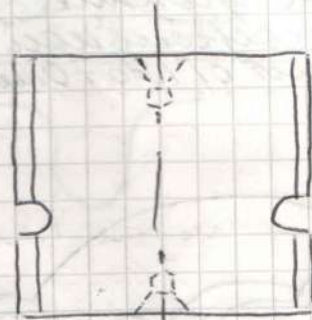
в) односторонняя пробка



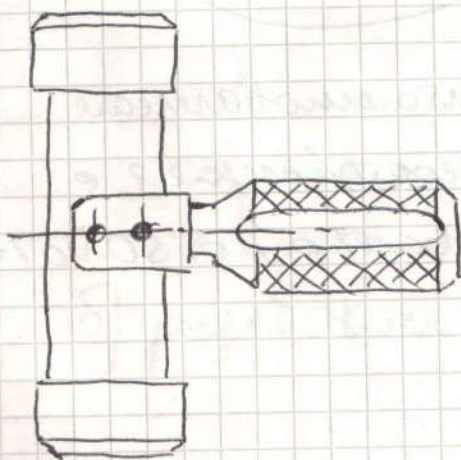
г) насадные пробки $\varnothing$ от 30 до 100 мм.



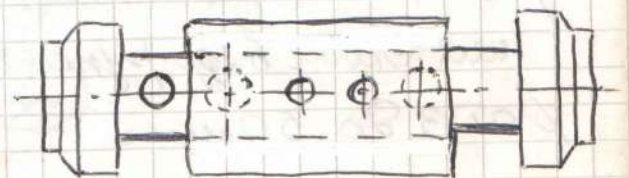
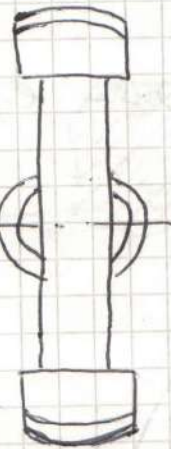
д) неполные пробки - двусторонние $\varnothing$ от 18 до 100 мм.



е) неполные односторонние $\varnothing$ от 50 до 300 мм.



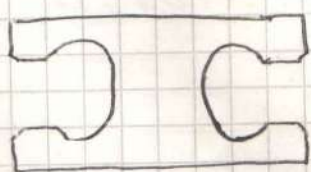
ж) неполные односторонние пробки с рукояткой $\varnothing$ от 50 до 150 мм.



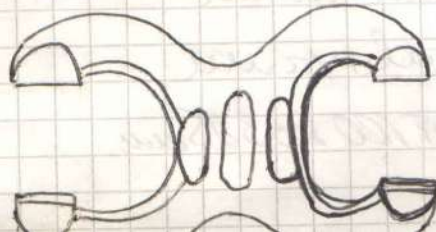
з) накладки $\varnothing$ от 50 до 360 мм.

Камебр - скобы для кантовых валов также имеют радиобразные конструкции.

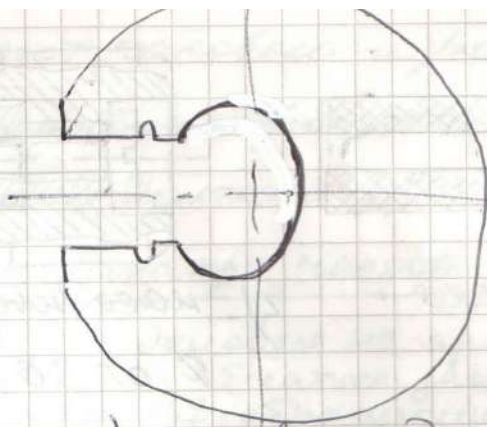
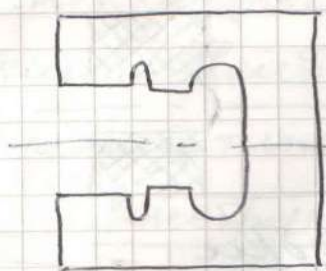
Рис 5.4. Камебры - скобы для валов



а) двусторонние

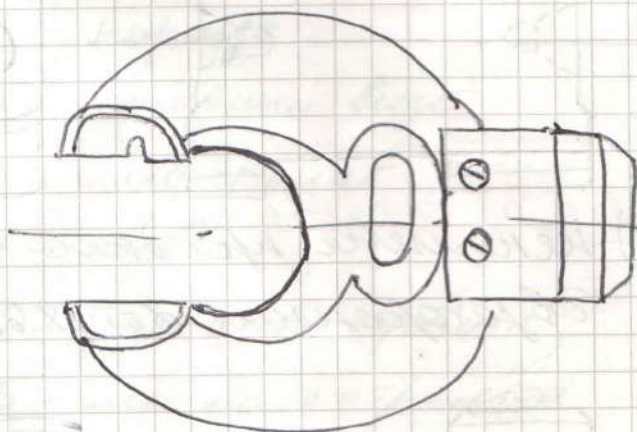
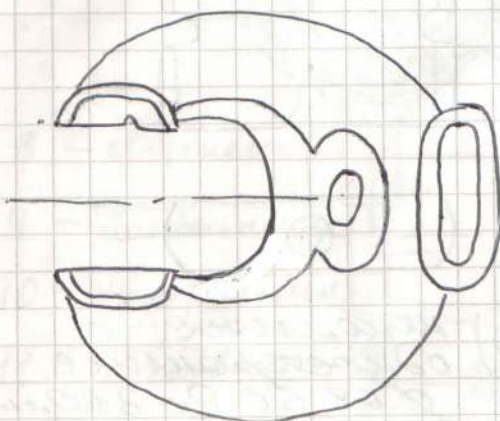


б) устанавливаемые $\varnothing$ от 3 до 100 мм.



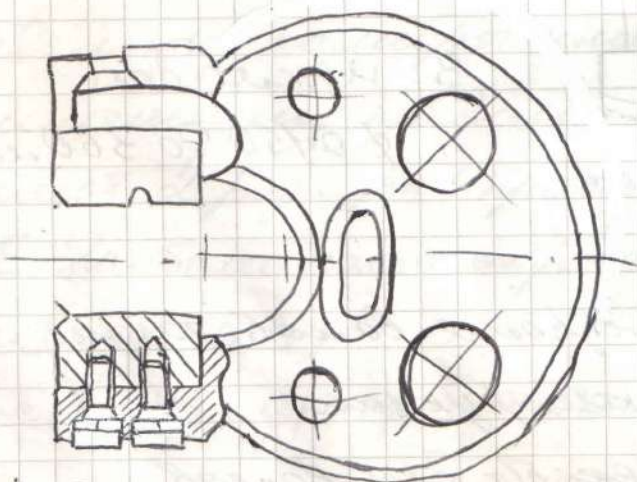
в) листовые
односторонние
прямоугольной
формы от 1 до 70 мм

г) листовые односторонние
круглой формы от 3 до 100 мм



д) штампованные односторон-
няя скоба без ручки
от 3 до 50 мм

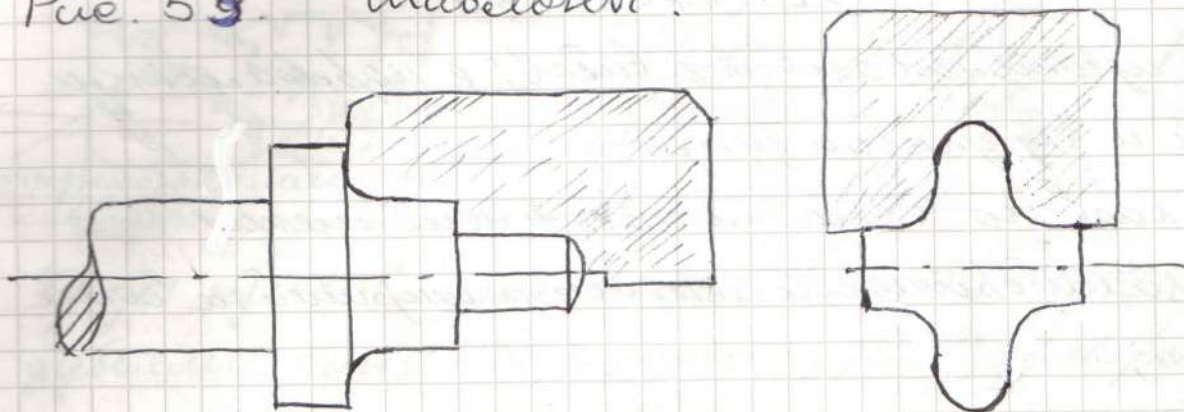
е) штампованные
односторонние с
ручкой от 50 до 170 мм



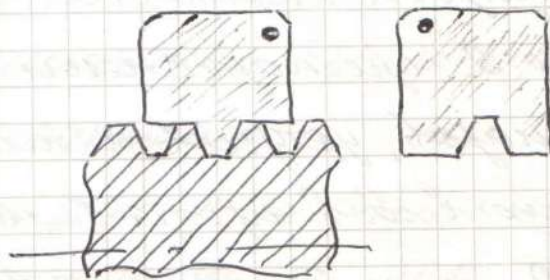
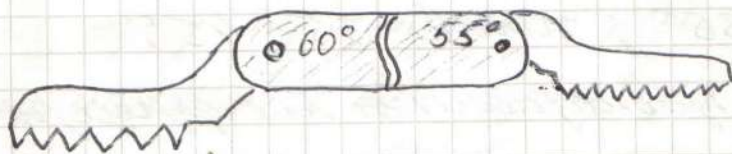
ж) односторонний метал
скоба со вставками
избками от 100 до 325 мм

Шаблон - применяется для проверки
сложных профилей, см (рис 5.5).

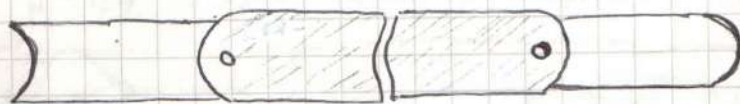
Рис. 5.5. Шаблон:



а) профильные



б) резьбовые



в) радиусные

Тема: 6 Фрезы.

Фрезы концевые и бокофрезующие стали
ГОСТ 17024-82

Фрезы изготавливают 2-х типов: с нормальными зубами и скрученными зубами.

Фрезы каждого типа имеют 2 исполнения:

А - с цилиндрической лепточкой шириной не более 0,05 мм;

Б - заточенные наостро.

Угол наклона стружечного канавки фрез:

тип 1 - 30-35°; тип 2 - 35-45°

Фреза типа 1 предназначена для фрезерования паров, углов и плоскостей деталей.

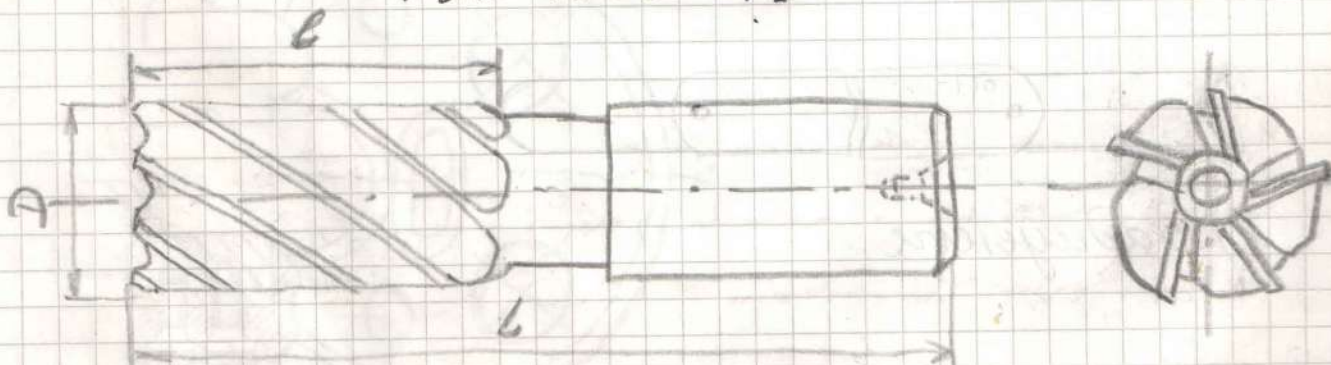
Фреза типа 2 предназначена для фрезерования глубоких паров, углов и плоскостей в деталях.

Фрезы обоих видов изготавливают праворульными.

Фреза Ø 12 мм и более изготавливается сварной.

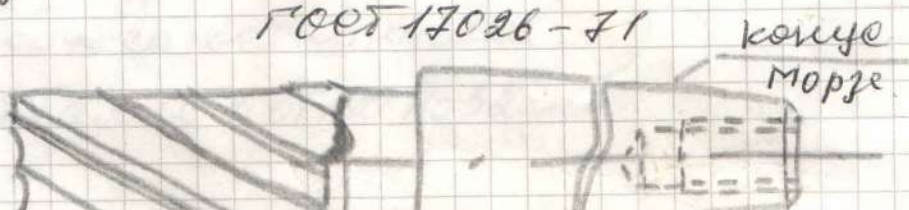
Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком.

ГОСТ 17025-71

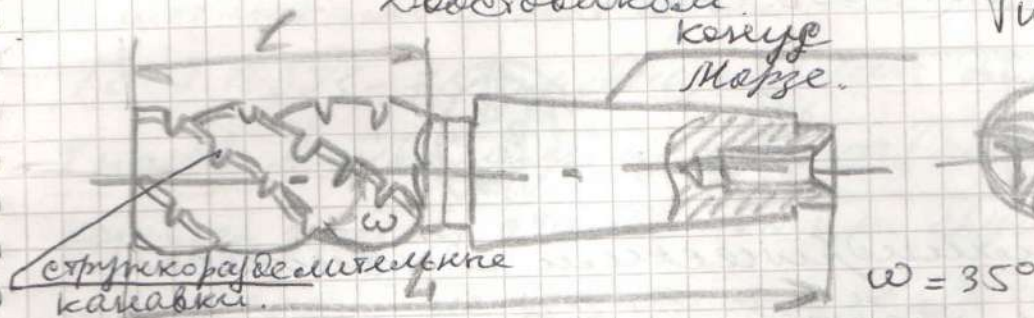


Фреза концевая с коническим хвостовиком.

ГОСТ 17026-71



Прези концевне одирочне сконескине



Тип I

Тип II



Прези изготвенојат 2x типов: Тип I со торзовани зубејми, Тип II - без торзовани зубејми; праворетнујми со направиенијми висотниј стружкоафесилејне канавак; правни - для прези со торзовани зубејми и левојми - для прези без торзовани зубејми.

Прези предназначујатся для чернового фрезерования откровен широким пов-ей, имеющим болевие припухки по механическуо обработку.

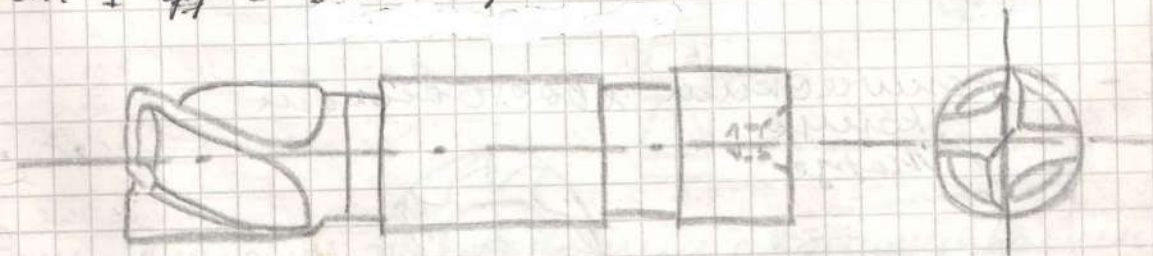
Прези изготвенојате сваренијми.

Рабочае часть из быстротујмиј стали, хвостовик из конструкционей: стали 40, 45, 50, 40H

Прези циноскени (быстротујмиј).

ГОСТ 9140-78.

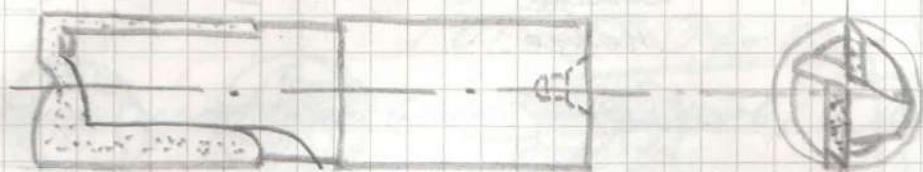
Тип I-~~ф~~ с цилиндрическим хвостовиком.



Тип II - с конескине хвостовиком ГОСТ 9140-78

Шпоночные, осевые и твёрдые сплавы.

ГОСТ 6396-78



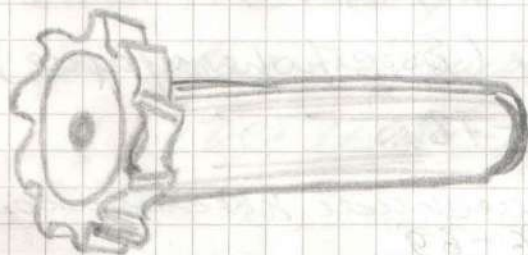
Бывают с цилиндрическим и коническим хвостовиками, предназначены для скоростного фрезерования шпоночных пазов, а т. ж. мерных радиусных выемок и продольных канавок в сталом и чугуном деталях.

Шпоночные конические твёрдосплавные с цилиндрическим. ГОСТ 16463-80. хвостовиком.

Предназначены для обработки шпоночных пазов в труднообрабатываемых материалах.

Применяют быстрорежущей стали для обра-ки сталомных Т-образных пазов ГОСТ 7063-72

Тип 1 - с цилиндрическим хвостовиком.

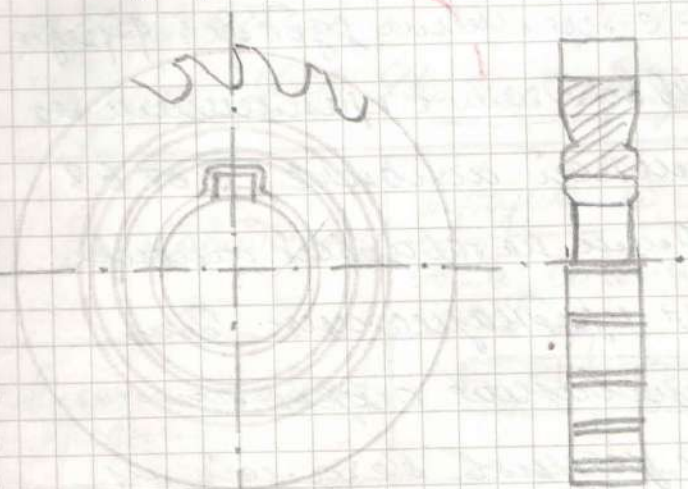


Тип 2 - с коническим хвостовиком.

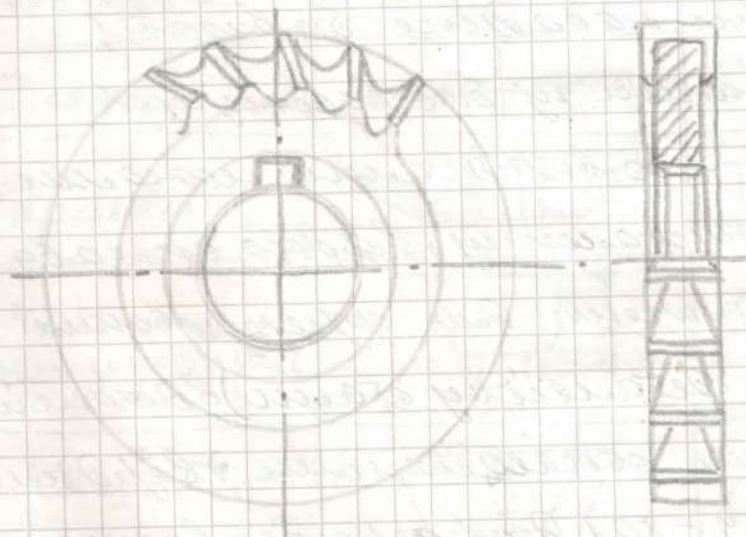


Для обработки чпунов и сталей.

Прези с напаянними твёрдосплавными
пластинками для обработки Т-образных пазов
ГОСТ 10673-75, предназначен для обработки
пазов в изделиях из чугуна (пластинки марка ВК8)
корпуса прези из стали 40Х или других легирован-
ных сталей, не уступающих по прочности стали 40Х.
Прези дисковые пазовые. ГОСТ 3964-69.



Прези дисковые трёхсторонние ГОСТ 3755-78.



Прези дисковые трёхсторонние с радионаправленными
зубцами ГОСТ 9474-73.

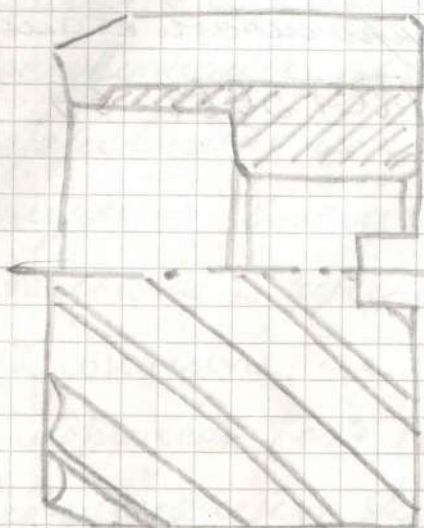
Прези трёхсторонние со вставными напаянными из быстрорежущей стали ГОСТ 1669-78.

Прези дисковые трёхсторонние со вставными напаянными,

Фрезы предназначены для фрезерования точных пазов и прорезей в сталей и чугунов деталей.

Фрезы торцовые насадные из быстрорежущей стали ГОСТ 9304-69.

3



Фрезы изготавливаются 2-х типов:

Тип 1 - с мелкими зубами: фрезы ϕ от 40 до 50 мм с креплением на продольной шпильке; ϕ от 63 до 100 мм на торцовой шпильке.

Фрезы предназначены для фрезерования открытых поверхностей и невысоких выступов деталей из сталей и чугуна и др. материалов.

Так же фрезы торцовые насадные бывают:

- со вставными ножами из быстрорежущей стали ГОСТ 1092-80;
- со вставными ножами осецированными пластинками из твердого сплава ГОСТ 9473-80 (предназначены для фрезерования открытых плоскостей и невысоких выступов деталей);
- со вставными ножами, осецированными твердым сплавом ГОСТ 24359-80 (для фрезерования открытых плоскостей деталей).

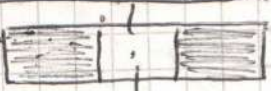
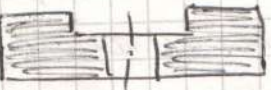
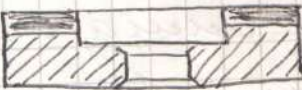
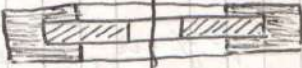
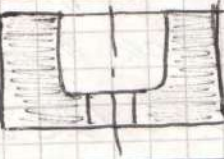
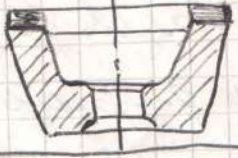
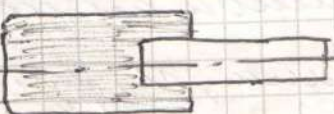
Тема 7 Абразивная шлифовка.

Абразивные методы обработки занимают важное место в современной технологии машиностроения. Она широко применяется в авиационной и

производстве, радиотехнике, часовой промышленности и других отраслей.

Обработка руками большой группы современных материалов (твёрдые сплавы, керамика, ферриты, сплавы, германий, кремний и др.), а также чистовая обработка турбомашинных сплавов и других труднообрабатываемых материалов возможна только абразивным и алмазным инструментом.

Таблица 7.1. Виды абразивного инструмента.

Разновидности	Абразивный		Алмазный	
	Эскиз сечения	Обозначение	Эскиз сечения	Обозначение
Плоские прямого профиля		ПП		АПП
Плоские с выточкой		ПВ		АПВ
Диски		Д		АДК
Тарелки		Т		АТ
Чашки цилиндрические		ЧЦ		—
Чашки конические		ЧК		АЧК
Головки цилиндрические		ГЦ		АГЦ
Бруски шлифовальные		БХ		АБХ

7.2. Маркировка абразивных инструментов
При маркировке абразивных инструментов в определённом порядке указываются все его характеристики: материал абразивных зёрен, зернистость, твёрдость, вид связки, номер структуры, класс инструмента, форма и размер круга, рекомендуемая окружная скорость.

Например: ЭХ40С2 К5А; 17П200х16х32; 35 м/с;
электрокорунд хромированный, зернистость N40,
твёрдость С2, связка керамическая, структура N5
класс А, круг формы 17П, наружный $\varnothing$ 200 мм,
ширина 16 мм, $\varnothing$ отверстия 32 мм, окружная
скорость не более 35 м/сек.

При маркировке алмазных кругов указывается марка алмазов и зернистость, их концентрация, тип связки, форма и размер круга, номер круга, завод-изготовитель.

Например: АСВ 125/100 100% М1, АПП150х10х
х 3х32, N10275 ТЗАИ – алмаз синтетический
марки АСВ, микропорошок с размером зёрен
основной фракции от 100 до 125 мкм, концентра-
ция алмазов 100%, связка металлическая марка
М1, круг формы АПП с наружным $\varnothing$ 150 мм,
шириной 10 мм, толщиной алмазного слоя
3 мм, $\varnothing$ отверстия 32 мм, N круга 10275,

Томшинский завод алмазного инструмента.

7.3. Абразивные материалы