

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.ПОНЯТИЕ О ПРОЦЕССЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ.....</b>	<b>2</b>
1.2.ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ.....	3
<b>2.РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ.....</b>	<b>4</b>
2.1 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ .....	4
2.1.1 Инструментальные материалы .....	5
2.1.2 Классификация инструментальных материалов .....	7
2.1.3 Характеристики наиболее распространенных инструментальных материалов .....	7
2.2.ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ .....	8
2.3 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О РЕЗАНИИ .....	9
2.3.1 Поверхности на обрабатываемых заготовках.....	10
2.3.1 Режимы резания .....	11
2.4 КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЦА. ....	12
2.4.1 Геометрические параметры режущей части резца .....	14
2.4.1 Углы заточки резца .....	14
2.4.3 Назначение конструктивных параметров резцов .....	16
2.4.4 Зависимость угловых параметров резца от установки на станке.....	17
2.4.5 Измерение углов резца универсальным угломером Семенова	18
<b>2.5 ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЦОВ .....</b>	<b>19</b>
2.5.1 НАЗНАЧЕНИЕ РЕЗЦОВ .....	21
2.5.2 ДЕРЖАВОЧНЫЕ ЧАСТИ РЕЗЦОВ .....	22

## 1. Понятие о процессе формообразования

**Формообразование** — это совокупность процессов, методов, способов и приемов получения из заготовки готовой детали с заданной формой, размерами и качеством поверхностного слоя.

**Резание** — это наиболее распространенный способ (вид) формообразования. Остальные виды служат в основном для получения заготовок или полуфабрикатов (литье, прокатка, сварка, ЭХО, ЭФО, штамповка и ряд других).

В основу классификации формообразования положен энергетический принцип.

Энергетический баланс формообразования (смотри рисунок 1):

$$E_o + E_\phi = E_u + E_{\phi u} + E_{\phi n} + E_c + E_{\phi c}. \quad [1]$$

$$\text{Причем: } E_o = E_u + E_c, \quad E_\phi = E_{\phi u} + E_{\phi c} + E_{\phi n}. \quad [2]$$

где:  $E_\phi$  - энергия формообразования;  $E_o$  - энергия заготовки;  $E_{\phi n}$  - энергия формообразования потерь;  $E_{\phi u}$  - энергия формообразования изделия;  $E_{\phi c}$  - энергия формообразования стружки;  $E_u$  - энергия изделия;  $E_c$  - энергия стружки.

Коэффициент использования материала:

$$k_{um} = \frac{E_u}{E_o}, \quad k_{um} \rightarrow 1 \quad [3]$$

Коэффициент приращения энергии:

$$k_{\Delta u} = \frac{E_u}{E_u + E_{\phi u}} \quad [4]$$

Энергетический коэффициент использования формообразования:

$$k_{\Delta \phi} = \frac{E_{\phi u}}{E_\phi}, \quad k_{\Delta \phi} \rightarrow 1 \quad [5]$$

Оценка процессов формообразования происходит по этим трем показателям. Необходимое условие формообразования: энергия формообразования должна быть больше энергии связи электронов детали.

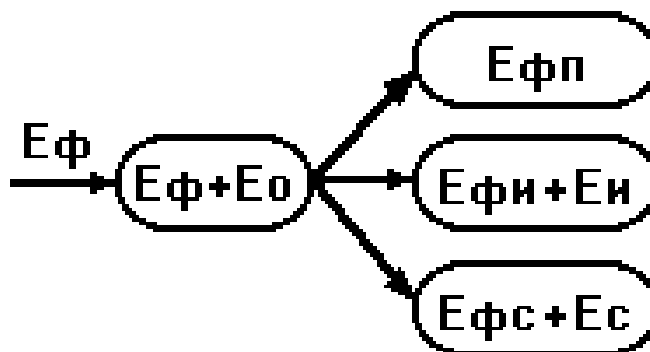


Рисунок 1 Энергетический баланс формообразования

## *1.2. Основные показатели процессов формообразования.*

- 1). Энергия, подводимая к заготовке:
  - механическая;
  - химическая;
  - электрическая;
  - магнитная или электромагнитная.
- 2). Энергия формообразования (энергия для придания окончательной формы изделию):
  - При электроэрозионной обработке — электрическая энергия;
  - При резании — механическая энергия.
- 3). Распределение энергии во времени:
  - Непрерывно;
  - В виде импульсов.
- 4). Распределение энергии в пространстве:
  - Точечная;
  - Линейная;
  - Поверхностная;
  - Объемная.
- 5). Основной процесс формообразования.
  - Пластическое деформирование — резание, обработка давлением.
  - Хрупкое разрушение — ультразвуковая обработка.
  - Плавление — литье и электроэрозионная обработка.
  - Химические процессы — ЭХО.
  - Выращивание кристаллов;
  - Взаимодействие твердых частиц и связующих — порошковая металлургия и абразивная технология.
  - Различные виды взаимодействия в электрических и магнитных полях — нанесение покрытий и т.п.
- 6). Метод формообразования.
  - Путем удаления припуска — резание, ЭХО, ЭФО, ЭМО (электромеханическая обработка).
  - Перераспределение объема материала заготовки при переходе из твердого состояния в жидкое — литье.
  - Взаимодействие по коду или генетическому признаку.
- 7). Среда формообразования (в которой происходит процесс).
  - Вакуум;
  - Воздух;
  - Инертный газ;
  - Эмульсии;
  - Жидкость;
  - Диэлектрик;
  - Суспензии;
  - Твердое тело и другие.
- 8). Давление среды:

Нормальное;  
Повышенное;  
Высокое.

9). Кинематика процесса формообразования. Один и тот же процесс формообразования может быть организован при разных формах обработки (смотри рисунок 2).

10). Состояние удаленного припуска:

Стружка различной формы и размера.

Раствор — ЭХО.

Расплав или капли жидкости при электроэрозионной обработке.

Пар при лучевой или лазерной обработке.

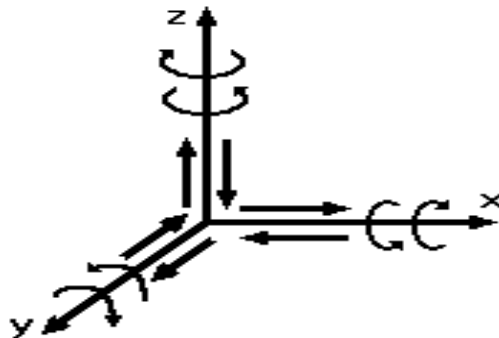


Рисунок 2 Кинематика процесса формообразования.

## 2.Резание металлов

**Резание** — как технологический способ обработки заключается в том, что с обрабатываемой заготовки срезается слой металла специально оставленный для обработки. Этот слой называется **припуском**. В ряде случаев припуск может быть достаточно большим, и он может сниматься (срезаться) за несколько проходов. В результате чего заготовка превращается в деталь.

Металл, срезаемый с заготовки, пластически деформируется, а затем отделяется от заготовки. Он приобретает определенную форму и размеры, и в таком виде его принято называть **стружкой**.

Пластическое деформирование и разрушение металлов в процессе резания протекают в особых условиях. Именно это и определяет специфику и закономерности, определяемые физикой этого процесса, которые могут быть отражены зависимостями (частными, в основном), отражающими процесс обработки резанием.

### *2.1 Краткие сведения об обрабатываемых и конструкционных материалах*

**Обрабатываемость материала резанием** — это его способность подвергаться обработке резанием (как правило, на металлорежущих станках).

Если в процессе обработки металл удаляется в виде стружки, то инструмент выполняющий эту операцию называется **режущим**.

Обрабатываемость материала резанием — совокупность свойств определяемая:

- Химическим составом материала;
- Структурным состоянием;
- Механическими свойствами (упругость, пластичность);
- Склонностью к образованию стружки;
- Способностью сопротивляться резанию (косвенный признак);
- Энергетическими затратами на резание;
- Тепловыми процессами;
- Теплопроводностью материала;
- Истираемостью материала.

В настоящее время существует более 300 марок сталей (сплавов, как черных, так и цветных). Их по обрабатываемости подразделяют:

**Легкие сплавы**, как наиболее легко обрабатываемые резанием. Это сплавы на основе алюминия (различные латуни и бронзы);

**Средне обрабатываемые** стали и сплавы. К ним относятся, углеродистые стали типа: Сталь 20 ...Сталь 50, чугуны, легированные стали 40Х, 20Х, 20ХН и другие;

**Трудно обрабатываемые**. Это аустенитные стали, стали легированные хромом (13-20%), специальные сплавы с никелем (Ni) (30-70%), сплавы с ниобием.

### *2.1.1 Инструментальные материалы*

При резании на контактных поверхностях режущего инструмента возникают давления (тысячи атмосфер) и одновременно выделяется много тепла (температура резания сотни, а иногда и тысячи градусов). Также в процессе обработки происходит скольжение и трение обрабатываемого материала по контактным поверхностям режущего инструмента. Поэтому материал режущего инструмента должен обладать свойствами, создающими ему работоспособность. Качество инструментального материала оценивается физико-механическими свойствами, зависящими от структурного состояния или химического состава.

**Твердость** режущего инструмента (РИ) колеблется в пределах от 62...64 единицы и измеряется, в основном, по шкале HRC, твердомером. При твердости HRC<62 существенно возрастает изнашиваемость лезвий режущего инструмента, а при HRC>64 лезвия выкрашиваются из-за излишней хрупкости. Твердые сплавы и минералокерамика имеют твердость близкую к твердости алмаза. Металлорежущим инструментом (МРИ) из инструментальной стали с твердостью 62...64 HRC обрабатывают, в основном, все конструкционные материалы с твердостью до 30...35 HRC. Наиболее распространенная твердость конструкционных материалов — 12...20 HRC.

Конструкционные материалы с твердостью выше 35...40 HRC обрабатывают твердыми сплавами, минералокерамикой или эльбором (кубический нитрид бора), а в особых случаях алмазами (синтетическими или натуральными).

**Прочность**. Силы резания, возникающие при работе режущего инструмента, вызывают в материале лезвия и корпуса напряжения сжатия, изгиба, а иногда и кручения. Для того чтобы не произошло разрушение, инструмент должен быть достаточно прочным. Наибольшей прочностью обладают термообработанные, быстрорежущие стали, менее прочные — низколегированные и углеродистые стали.

Твердые сплавы, минералокерамика, эльбор и алмаз имеют высокие прочностные показатели при сжатии, но при растяжении они в 4-5 раз меньше. Поэтому при проектировании режущего инструмента необходимо, чтобы лезвие имело напряжения сжатия, а не изгибов.

**Теплостойкость**. В процессе резания непрерывно выделяется тепловая энергия эквивалентная механической работе затраченной на резание. В инструментальных материалах, из которых изготовлено лезвие и прилегающие к лезвию части корпуса инструмента, создается тепловое поле с максимальной температурой на контактных поверхностях инструмента. Под **теплостойкостью** понимают способность инструментального материала сохранять при нагреве свою структуру и свойства, необходимые для резания.

Теплостойкость характеризуется температурой, при которой материал сохраняет определенную установленную ранее твердость (температура красно стойкости). Для разных марок инструментальных материалов, в зависимости от структурного и фазового состава, эта температура колеблется от 200...1000 °С.

**Теплопроводность** — это способность отводить тепло. Присутствие кобальта (Co) в быстрорежущих сталях и твердых сплавах существенно увеличивает теплопроводность. Для быстрорежущих сталей (БРС) таким же свойством обладает молибден (Mo). А ванадий (V) и вольфрам (W) снижают теплопроводность.

**Износостойкость** — способность инструментального материала сопротивляться разрушению истиранием. Причиной потери режущих свойств у всех инструментов является износ, то есть диспергирование и унос части инструментального материала составляющего лезвие инструмента, и, следовательно, нарушение исходной формы и геометрических параметров режущего инструмента.

**Износ** — сложный недостаточно изученный процесс, зависящий от множества факторов. Важнейшие из них: нормальное давление; скорость взаимного скольжения инструментального материала (ИМ) и обрабатываемого материала (ОМ); температура в зоне резания. Износостойкость количественно выражается работой силы трения затраченной на превращение единицы массы инструментального материала в продукт износа

$$R = \frac{A}{\Delta M} \left[ \frac{H \cdot M}{\text{мг}} \right], \quad [6]$$

где:  $A$  — работа силы трения;  $\Delta M = cL^m$  — масса диспергированного материала;  $L$  — путь скольжения;  $c, m$  — коэффициенты, зависящие от свойств материала.

### 2.1.2 Классификация инструментальных материалов

Углеродистые стали. ГОСТ 1425-74, марки: У10А, У12А,  $\theta_c = 220^\circ\text{C}$ .

Легированные инструментальные стали. ГОСТ 12265-72, марки: ХВГ, ХВ5, 9ХС,  $\theta_c = 250^\circ\text{C}$ .

Быстрорежущие стали (с содержанием вольфрама (W) — обозначается Р). ГОСТ 19265-73,  $\theta_c = 550 - 580^\circ\text{C}$ . Марки:

С максимальным количеством вольфрама: Р18, Р18Ф2, Р14Ф4 и другие.

Со средним количеством вольфрама: Р9Ф5, Р9К5, Р9К5Ф5 и другие.

С низким содержанием вольфрама: Р6М5.

Твердые сплавы.  $\theta_c \approx 900^\circ\text{C}$ .

Однокарбидные: ВК8, ВК6 и другие.

Двухкарбидные: Т15К6 (в нем: карбида титана (Ti) — 15%, Кобальта (Co) — 6%, а остальное — карбид вольфрама (W)) и другие.

Трехкарбидные: ТТК и другие.

Минералокерамика. Марка: ЦМ332,  $\theta_c \approx 125^\circ\text{C}$ .

Алмазы (натуральные и синтетические).  $\theta_c = 850 - 1000^\circ\text{C}$ .

Эльбор (кубанит, буразол, кубический нитрит бора).  $\theta_c = 1200^\circ\text{C}$ .

### 2.1.3 Характеристики наиболее распространенных инструментальных материалов

На рисунке 3 показана зависимость, износостойкости быстрорежущей стали от твердости.

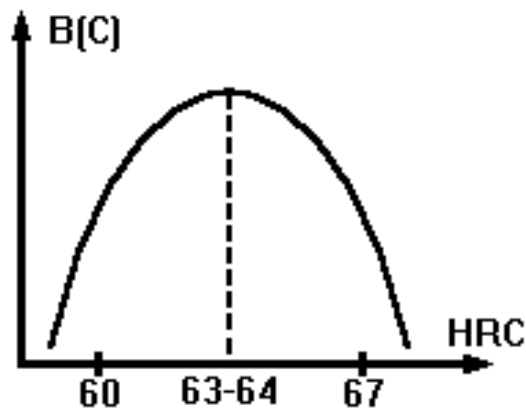


Рисунок 3 Зависимость износостойкости быстрорежущей стали от твердости

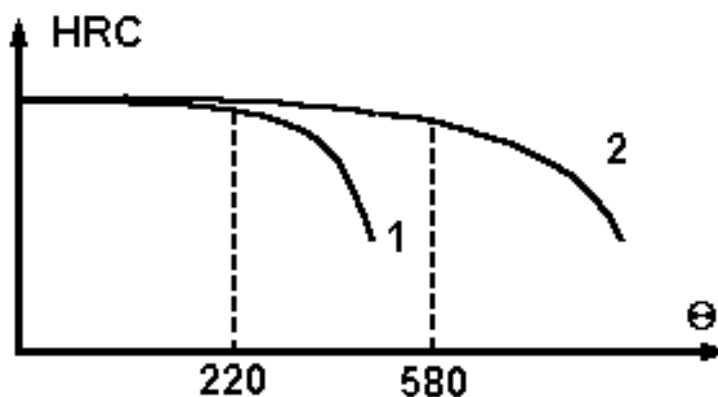


Рисунок 4 Зависимость твердости быстрорежущей (2) и инструментальной (1) сталей от температуры в зоне резания

На рисунке 4 изображена зависимость твердости быстрорежущей (2) и инструментальной (1) сталей от температуры в зоне резания.

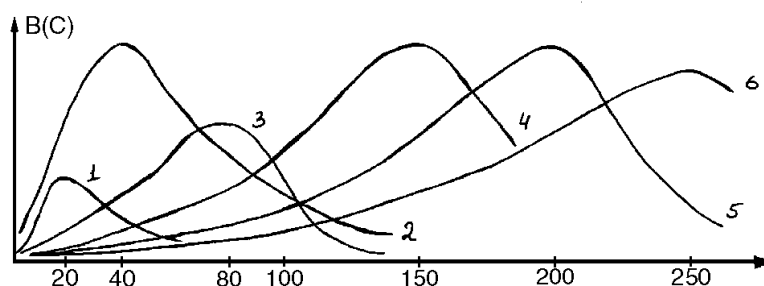


Рисунок 5 Зависимость износостойкости некоторых инструментальных сталей от скорости резания

На рисунке 5 показаны зависимости износостойкости некоторых инструментальных сталей от скорости резания. На рисунке учитываются:

- У10А — углеродистая сталь;
- Р6М5 — быстрорежущая сталь с низким содержанием вольфрама;
- Т5К10 — двухкарбидный твердый сплав;
- Т15К6 — двухкарбидный твердый сплав;
- Т30К4 — двухкарбидный твердый сплав;
- Т60К6 — двухкарбидный твердый сплав.

## 2.2. Параметры, характеризующие процесс резания

1). **Производительность** — отношение количества произведенных деталей к единице времени. Обозначение

$$Q = \left[ \frac{\text{штук}}{\text{ед.врем.}} \right] \quad [7]$$

2). **Энергоемкость** — отношение работы затраченной на производство к единице веса продукции. Обозначение



$$\mathcal{E} = \left[ \frac{\text{работа}}{\text{ед.веса.прод.}} \right] \quad [8]$$

Некоторые значения энергоемкости для распространенных видов обработки:

При резании  $\mathcal{E}=1$ ;

При литье  $\mathcal{E}=5$ ;

При штамповке  $\mathcal{E}=8 \dots 10$ ;

При ЭФО, ЭХО  $\mathcal{E}=100$ .

3). **Точность обработки** — характеризуется качеством, достигаемым при обработке. При резании достигается наиболее высокая точность обработки. Так, например:

При лезвийной обработке до 6 качества;

При абразивной обработке до 4 качества;

При тонком алмазном точении до 0,3 мкм.

4). **Шероховатость** обработанной поверхности. Измеряется в единицах  $R_a, R_z$ .

При лезвийной обработке  $R_a = 1$ ;

При абразивной обработке  $R_a \rightarrow 0$ ;

При тонком алмазном точении до 0,04 мкм.

5). **Глубина поврежденного слоя** — слоя, в котором в результате обработки резанием изменилась структура. Например, возникли повышенные напряжения, которые отрицательно сказываются на эксплуатационных характеристиках обработанной детали (время жизни уменьшилось в 3...5 раз). При грубой обработке глубина поврежденного слоя может быть 0.01...0.1 мкм, а при тонкой абразивной — его можно свести к нулю.

### 2.3 Основные понятия о резании

Пусть с заготовки нужно удалить припуск толщиной  $a$ , для чего нужно устранить физические связи по плоскости 1-2-3-4 (смотри рисунок 6). Если для формообразования детали используется метод резания, то в качестве режущего инструмента применяется **резец**. Резец: перемещаясь равномерно в направлении  $D_r$  со скоростью  $V$ , срезает припуск в виде стружки размером

$$p = V \cdot L \cdot a \quad [9]$$

и при этом совершается работа равная произведению  $A = P_z \cdot L$ , где  $L$  — путь резания;  $P_z$  — сила резания.

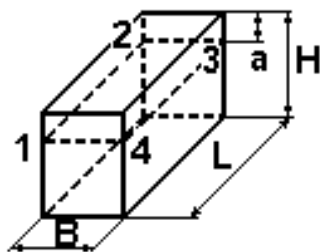


Рисунок 6 Схема заготовки

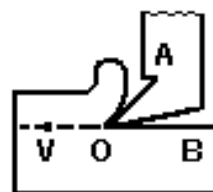


Рисунок 7 Схема режущего клина

Эта работа может быть совершена только в том случае, если со стороны резца и заготовки будет приложена необходимая сила резания  $P_z$ . Этой же величине работы будет равно количество энергии, затраченное на снятие данного припуска. В случае если величина припуска будет очень большой, то его разделяют на несколько проходов режущего инструмента.

Основа любого режущего инструмента — режущий клин АОВ с углом заострения  $\beta$  (смотри рисунок 7). Клин имеет переднюю поверхность ОА, контактирующую непосредственно со стружкой, и заднюю поверхность, обращенную к заготовке. Пересечение передней и задней поверхностей режущего инструмента образует главную режущую кромку.

### 2.3.1 Поверхности на обрабатываемых заготовках

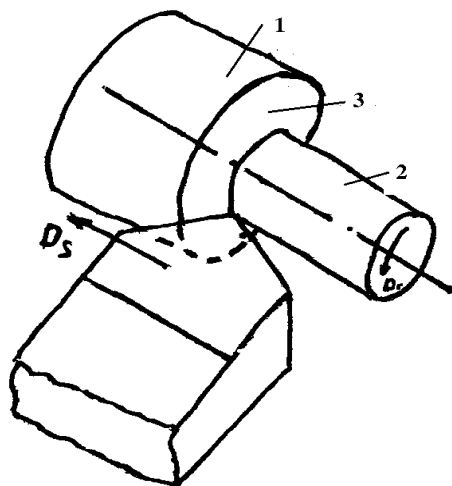


Рисунок 8 Поверхности резанья при точении

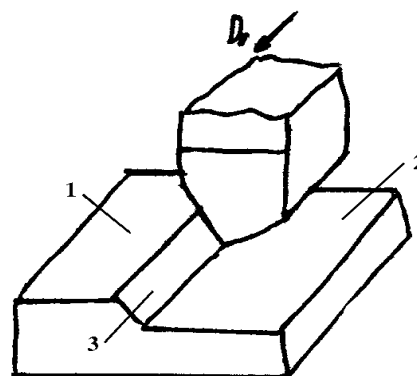


Рисунок 9 Поверхности резанья при строгании

На заготовке выделяют следующие поверхности:

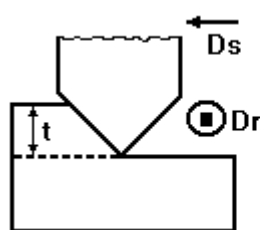
- 1 — обрабатываемая поверхность (смотри рисунок 8 и рисунок 9);
- 2 — обработанная поверхность;
- 3 — поверхность резания (существует временно, во время резания, между поверхностями 1 и 2).

### 2.3.1 Режимы резания

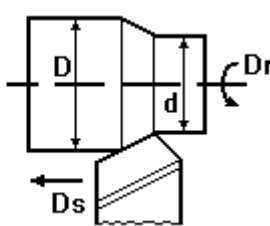
**Режимы резания** — совокупность понятий, глубины резания, скорости резания и подачи. Как правило, им соответствуют значения стойкости режущего инструмента, которые непосредственно связаны с параметрами режима резания.

**Глубина резания** — глубина внедрения режущего лезвия в материал заготовки  $t$  [мм]. В большинстве случаев, она определяется как кратчайшее расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями.

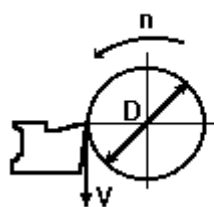
Различают **главное движение резания**  $D_r$ , которое производится с наибольшей скоростью, и **вспомогательное движение подачи**  $D_s$ , которое необходимо для распространения движения резания по всей обрабатываемой поверхности (смотри рисунок 10).



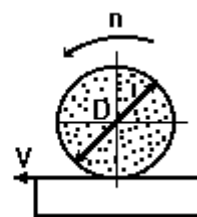
а)



б)



а)



б)

Рисунок 10 Движения резания  
а-при строгании, б-при точении

Рисунок 11 Схема главного движения резания  
а- при точении; б- при абразивной обработке

**Скоростью резания** называют главное движение резания, так как оно определяет направление и скорость деформации в обрабатываемом материале.

Скорость резания может сообщаться как заготовке, так и режущему инструменту. Измеряется:

$$V \left[ \frac{м}{мин} \right] \text{ при лезвийной обработке;}$$

$$V \left[ \frac{м}{сек} \right] \text{ при абразивной обработке.}$$

Если главное движение резания — вращательное, то скорость резания равна линейной скорости относительного движения заготовки и режущего инструмента (смотри рисунок 11а).

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \left[ \frac{м}{мин} \right] \quad [10]$$

При абразивной обработке

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} \left[ \frac{м}{сек} \right], \quad [12]$$

где  $D$  — диаметр;  $n$  — число оборотов (смотри рисунок 11б).

**Подача** ( $t$ ) — расстояние, пройденное режущей кромкой инструмента в направлении вспомогательного движения  $D_s$  за время цикла главного движения резания. Иногда используется понятие скорости подачи. Подача,

как и скорость резания, может сообщаться как заготовке, так и режущему инструменту.

Различают:

подачу на оборот  $S_o \left[ \frac{\text{мм}}{\text{об}} \right]$ ;

минутную подачу  $S_M \left[ \frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right]$ ;

подачу на зуб  $S_z \left[ \frac{\text{мм}}{\text{зуб}} \right]$  — для протяжек и других многозубых агрегатов;

подачу на двойной ход  $S \left[ \frac{\text{мм}}{\text{дв.ход}} \right]$  и другие виды.

**Стойкость** — время жизненного цикла инструмента. Измеряется в минутах, и сильно зависит от подачи  $S$ , скорости резания  $V$  и глубины резания  $t$ .

#### 2.4 Конструктивные элементы реза.

Режущий инструмент состоит стержня (державки) -  $l_2$ , служащей для закрепления его в резцедержателе станка, и рабочей части (головки) -  $l_1$  (смотри рисунок 12).

Рабочая часть имеет переднюю и одну или несколько задних поверхностей (смотри рисунок 13). **Передняя поверхность** - обращена по ходу относительного рабочего движения в сторону срезаемого слоя на обрабатываемой заготовке. По ней всегда сходит стружка. **Задняя поверхность** обращена в сторону поверхности резания (обработанной поверхности).

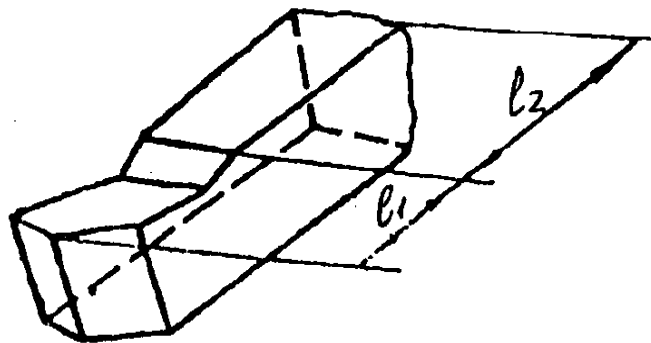


Рис.12 Части токарного прямого проходного реза

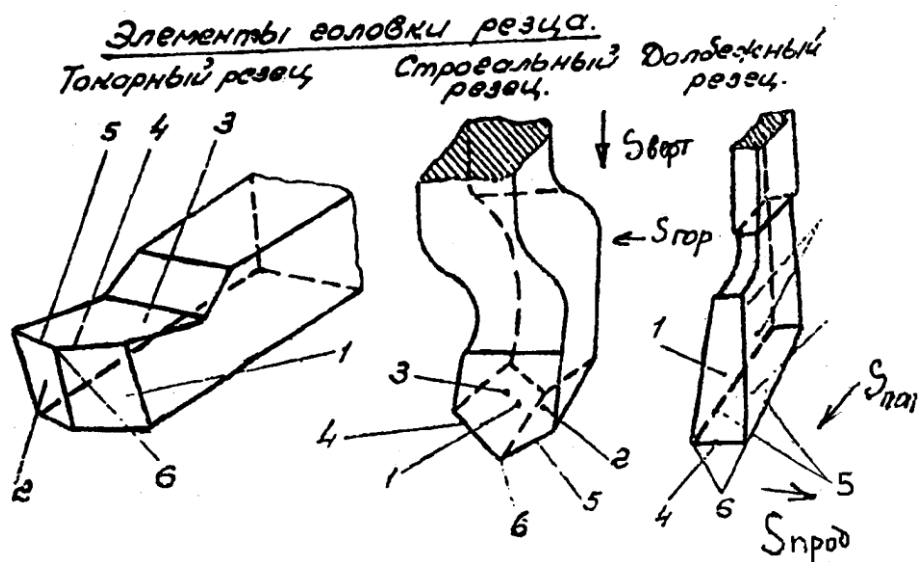


Рисунок 13 Элементы головки резца 1 — главная задняя поверхность; 2 — вспомогательная задняя поверхность; 3 — передняя поверхность; 4 — главное режущее лезвие; 5 — вспомогательное режущее лезвие; 6 — вершина резца.

Передняя и задняя поверхности ограничивают материальное тело каждого элемента рабочей части режущего инструмента (смотри рисунок 14). Положение передней и задней поверхностей режущих кромок координировано относительно корпуса режущего инструмента системой угловых размеров называемых геометрическими параметрами режущего инструмента.

Плоскость, на которой лежит резец, называется **основной плоскостью**  $P_0$ . Через  $l_1$  обозначим рабочую или режущую часть инструмента, а через  $l_2$  — державку или присоединительную часть (смотри рисунок 12).

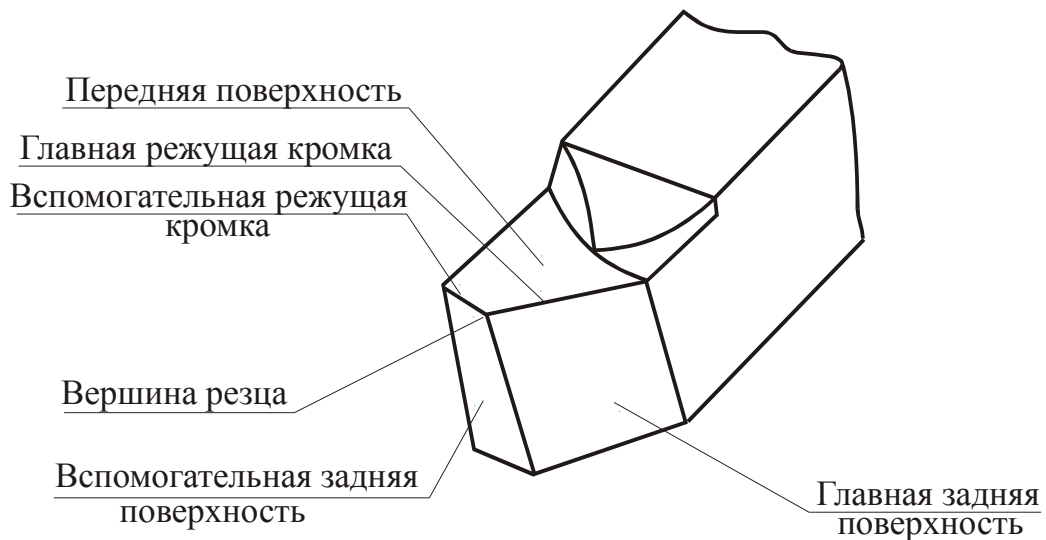


Рисунок 14 Поверхности головки резца

Главная режущая кромка любого режущего инструмента — линия пересечения передней и главной задней поверхностей инструмента.

Вспомогательная режущая кромка любого режущего инструмента — линия пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей инструмента.

Главная режущая кромка, она выполняет основную работу по снятию припусков.

#### 2.4.1 Геометрические параметры режущей части резца

Будем рассматривать их в статической инструментальной системе координат (смотри рисунок 15). Ось  $X$  направим по статической подаче резца (3), ось  $Y$  — по оси державки резца(4), ось  $Z$  — перпендикулярно основной плоскости резца. Плоскость  $XY$  параллельна  $P_0$ , начало системы координат совпадает с вершиной резца.

**Главная секущая плоскость(плоскость резанья** (1) проходит в проекции главной режущей кромки на основную плоскость  $P_0$ , перпендикулярно этой плоскости.

**Вспомогательная секущая плоскость**) (2) проходит перпендикулярно проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость  $P_0$ , перпендикулярно этой плоскости.

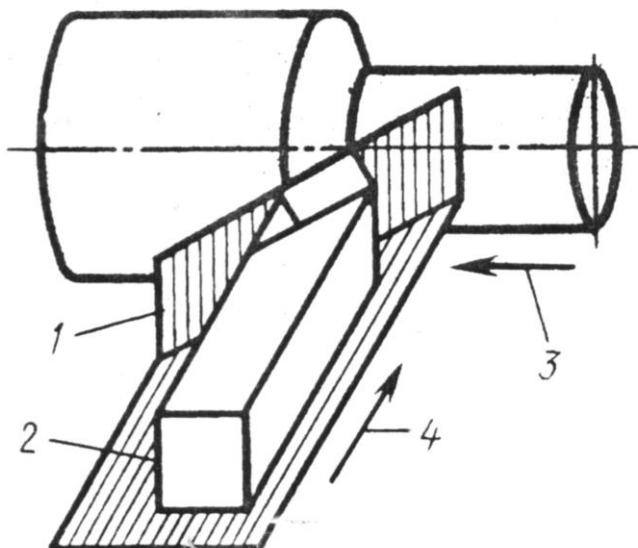


Рисунок15 Плоскости резца

#### 2.4.1 Углы заточки резца

Углы резца определяют взаимное расположение поверхностей его режущей части, а также остроту режущего клина, форму поперечного сечения срезаемого слоя.

**Главный угол в плане** (угол  $\phi$ ) — определяется в основной плоскости  $P_0$  между направлением подачи  $S_{пр}$  и проекцией главной режущей кромки на основную плоскость (смотри рисунок 16).

**Вспомогательный угол в плане** (угол  $\phi_1$ ) — определяется в основной плоскости  $P_0$  между направлением, обратным направлению подачи  $D_s$ , и проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость (смотри рисунок 16).

**Угол при вершине** (угол  $\varepsilon$ ) - определяется в основной плоскости  $P_0$  между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость

Сумма углов резца в плане равна  $180^\circ$

$$\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180 \quad [13]$$

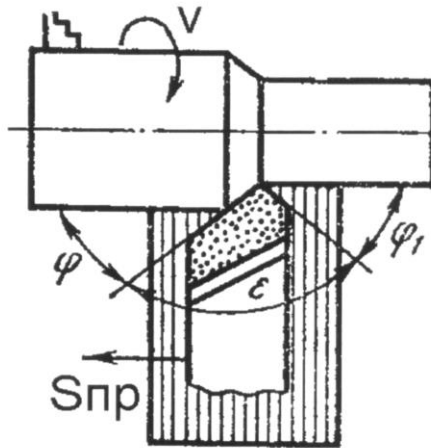


Рисунок 16 Углы резца в плане

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости «А», которая проходит перпендикулярно к проекции главного режущего лезвия на основную плоскость (смотри рисунок 17, а).

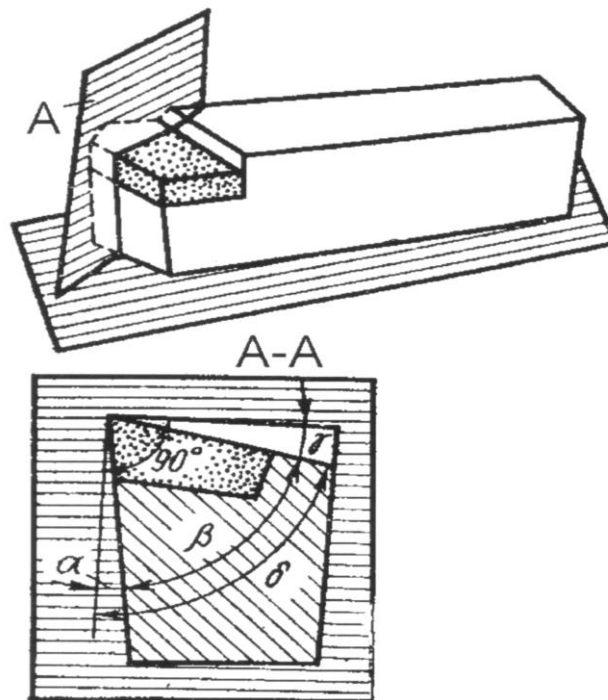


Рисунок 17 Углы резца в главной секущей плоскости.

**Главным передним углом**  $\gamma$  называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проходящую через главное режущее лезвие. Его назначение - уменьшить усилие деформации срезаемого слоя металла (смотри рисунок 17).

**Главным задним углом**  $\alpha$  называется угол между касательной к главной задней поверхности и плоскостью резания. Этот угол служит для уменьшения трения между главной задней поверхностью резца и поверхностью резания (смотри рисунок 17).

**Углом резания**  $\delta$  называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания (смотри рисунок 17).

**Углом наклона главной режущей кромки**  $\lambda$  (смотри рисунок 18 ) называется угол, заключенный между режущим лезвием и линией, проведенной через вершину резца, параллельно основной плоскости. Величина этого угла влияет на направление схода стружки с передней поверхности резца

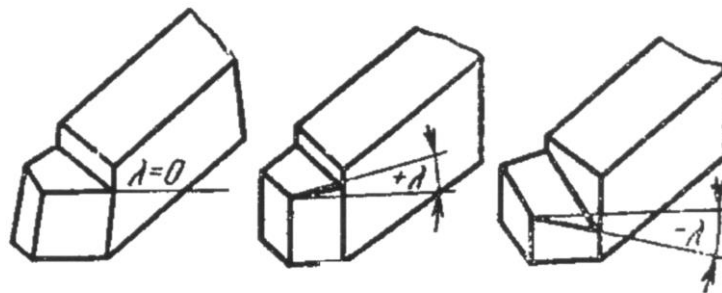


Рисунок 18 Угол наклона главной режущей кромки

Если поверхности резца криволинейные, то углы измеряются между соответствующими касательными к рассматриваемым поверхностям в точке режущего лезвия.

На режущем лезвии всегда предусматривают радиус скругления режущей кромки  $r$  для снижения механических и силовых нагрузок на вершине резца.

### 2.4.3 Назначение конструктивных параметров резцов

Углы  $\alpha$  и  $\gamma$  определяют основные физические процессы, происходящие в зоне резания. Передний угол  $\gamma$  оказывает решающее влияние на степень деформации срезаемого припуска. Задний угол  $\alpha$  влияет на процесс трения в зоне обработки, а их совместное значение определяет величину угла заострения  $\beta$ , который определяет прочность режущего клина.

Углы  $\phi$  и  $\phi_1$  определяют параметры срезаемого слоя. Угол  $\phi$  влияет на распределение нагрузки на главном режущем лезвии. А угол  $\phi_1$  влияет на трение об обрабатываемую поверхность.



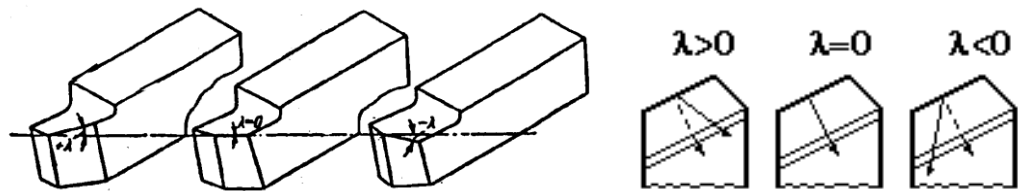


Рисунок 19 Сход стружки при различных углах  $\lambda$ .

Угол  $\lambda$  оказывает влияние на направление сбега стружки. При  $\lambda > 0$  стружка сходит в противоположном движению подачи направлении. При  $\lambda < 0$  стружка сходит в направлении движения подачи. А при  $\lambda = 0$  стружка сходит в перпендикулярном движению подачи направлении (смотри рисунок 19).

#### 2.4.4 Зависимость угловых параметров реза от установки на станке

Все угловые параметры реза указанные на чертеже сохраняют своё значение в тех случаях, когда:

Вершина реза установлена на высоте оси вращения заготовки;

Когда геометрическая ось реза перпендикулярна оси вращения заготовки;

Вектор скорости подачи направлен вдоль оси вращения заготовки.

Любые, случайные или преднамеренные, отклонения в установке режущего инструмента приводят к изменению реальных угловых параметров, это равнозначно замене данного реза на резец с иной геометрией режущей части.

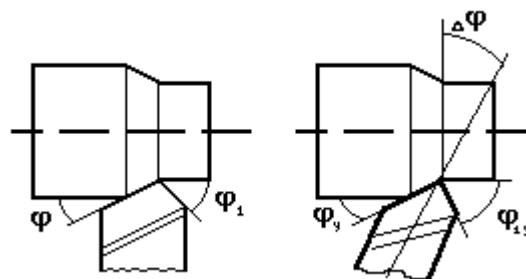


Рисунок 20 Поворот реза

При повороте реза по часовой стрелке на угол  $\Delta\varphi$  (смотри рисунок 20), угол  $\varphi$  уменьшится, а угол  $\varphi_1$  увеличится на величину угла поворота.

$$\varphi_y = \varphi - \Delta\varphi, \quad \varphi_{1y} = \varphi_1 + \Delta\varphi, \quad [14]$$

Тогда  $a = S \cdot \sin \varphi_y$  и  $b = \frac{t}{\sin \varphi_y}$  Срезаемый слой сильно будет меняться.

Длина активной режущей кромки увеличится. При повороте против часовой стрелки — все наоборот.

Смещение реза выше (ниже) оси заготовки может привести к тому, что  $\alpha$  может принять нулевые или отрицательные значения, что приведет к сильному трению по задней поверхности и прекращению процесса резания.

### 2.4.5 Измерение углов резца универсальным угломером Семенова

Универсальный угломер Семенова относится к типу приборов, работающих контактным методом с отсчетом результатов измерений по градусной шкале и нониусу. Угломер (смотри рисунок 21) предназначается для всевозможных измерений наружных и внутренних углов, а также высот. В основном он используется для измерения переднего, заднего, главного и вспомогательного углов в плане. На секторе (основании) 1 нанесена основная градусная шкала 2. По сектору перемещается пластина 3 с нониусом, на которой с помощью державки 4 закрепляется угольник 5, связанный со съемной лекальной линейкой 6.

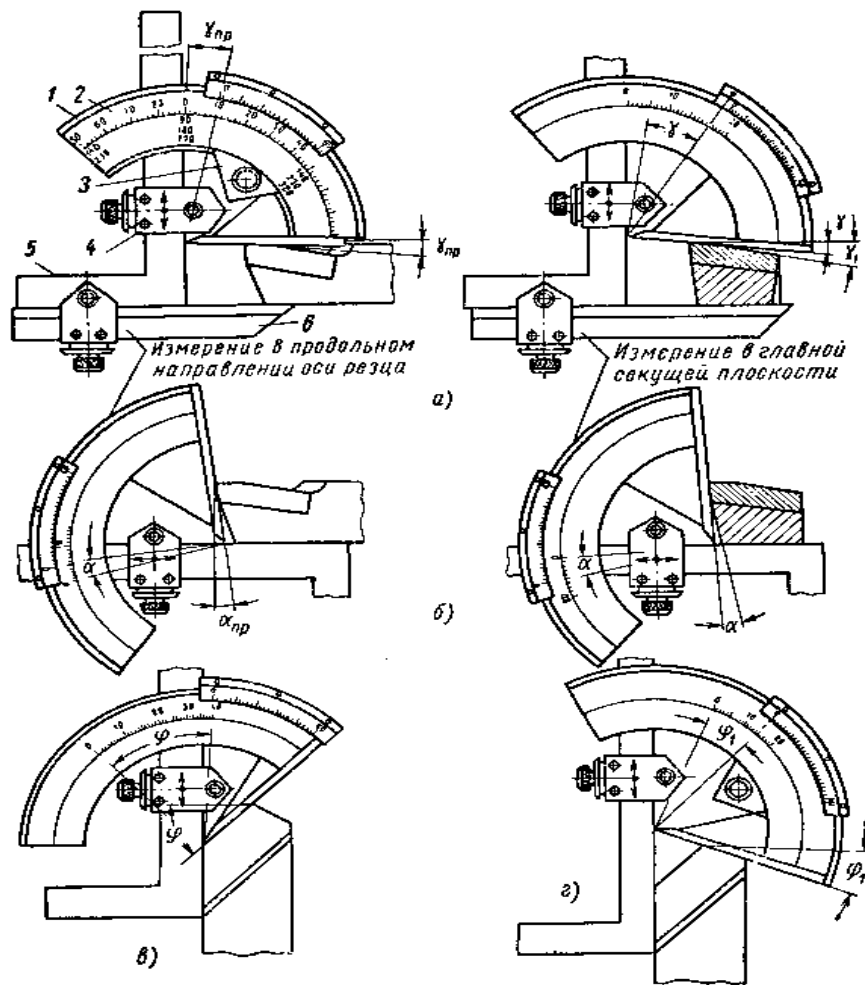


Рисунок 21 . Универсальный угломер Семенова, применяемый для измерения:

а — переднего угла; б — заднего угла; в и г — главного и вспомогательного углов в плане; 1 — сектор (основание); 2 — основная градусная шкала; 3 — пластина с нониусом; 4 — державка; 5 — угольник; 6 — лекальная съемная линейка

Основная шкала угломера градуирована в пределах  $0—130^\circ$ , но путем различных перестановок измерительных деталей достигается измерение углов в пределах  $0—320^\circ$ . Точность отсчета по нониусу составляет  $2—5'$ , по градусной шкале  $10—30'$ .

Метод измерения сводится к установке измеряемых поверхностей между подвижной линейкой сектора 1 и подвижной лекальной линейкой 6

таким образом, чтобы образовался необходимый контакт, т. е. невидимый или видимый равномерный просвет. Рисунок 21, а—г иллюстрирует метод и последовательность измерения углов токарного проходного правого резца.

## 2.5 Основные типы резцов

Наименование резца согласно условно принятой классификации можно установить по следующим признакам:

1. По станку, на котором выполняется работа:

- Токарные;
- Долбежные;
- Строгальные;
- Затыловочные;
- Автоматные.

2. По виду выполняемой работы:

2.1. Точение (смотри рисунок 21,а):

- Проходные (смотри рисунок 21,а, позиции 1,2,6);
- Упорные (смотри рисунок 21,а, позиция 3);
- Подрезные (смотри рисунок 21,а, позиция 7,4);
- Отрезные (смотри рисунок 21,а, позиция 8);
- Прорезные (смотри рисунок 21,а, позиция 5);
- Резьбовые (смотри рисунок 21,а, позиция 9);
- Фасонные (смотри рисунок 21,а, позиция 10 и 11).

2.2. Растачивание:

- Проходные — можно сделать отверстие;
- Подрезные резцы — можно сделать уступ.

2.3. Строгание:

- Проходные;
- Подрезные.

2.4. Долбяки:

- Проходные двух сторонние;
- Прорезные.

3. По направлению подачи (смотри рисунок 21,б):

- Правые;
- Левые.

4. По конструкции рабочей части и ее положению относительно крепежной части:

- Прямой (смотри рисунок 21,а, позиция 1);
- Отогнутый (смотри рисунок 21,а, позиция 2);
- Изогнутый (положительные и отрицательные) (смотри рисунок 21,а, позиция 4);
- Оттянутые (симметричные вправо и влево) (смотри рисунок 21,а, позиция 8).

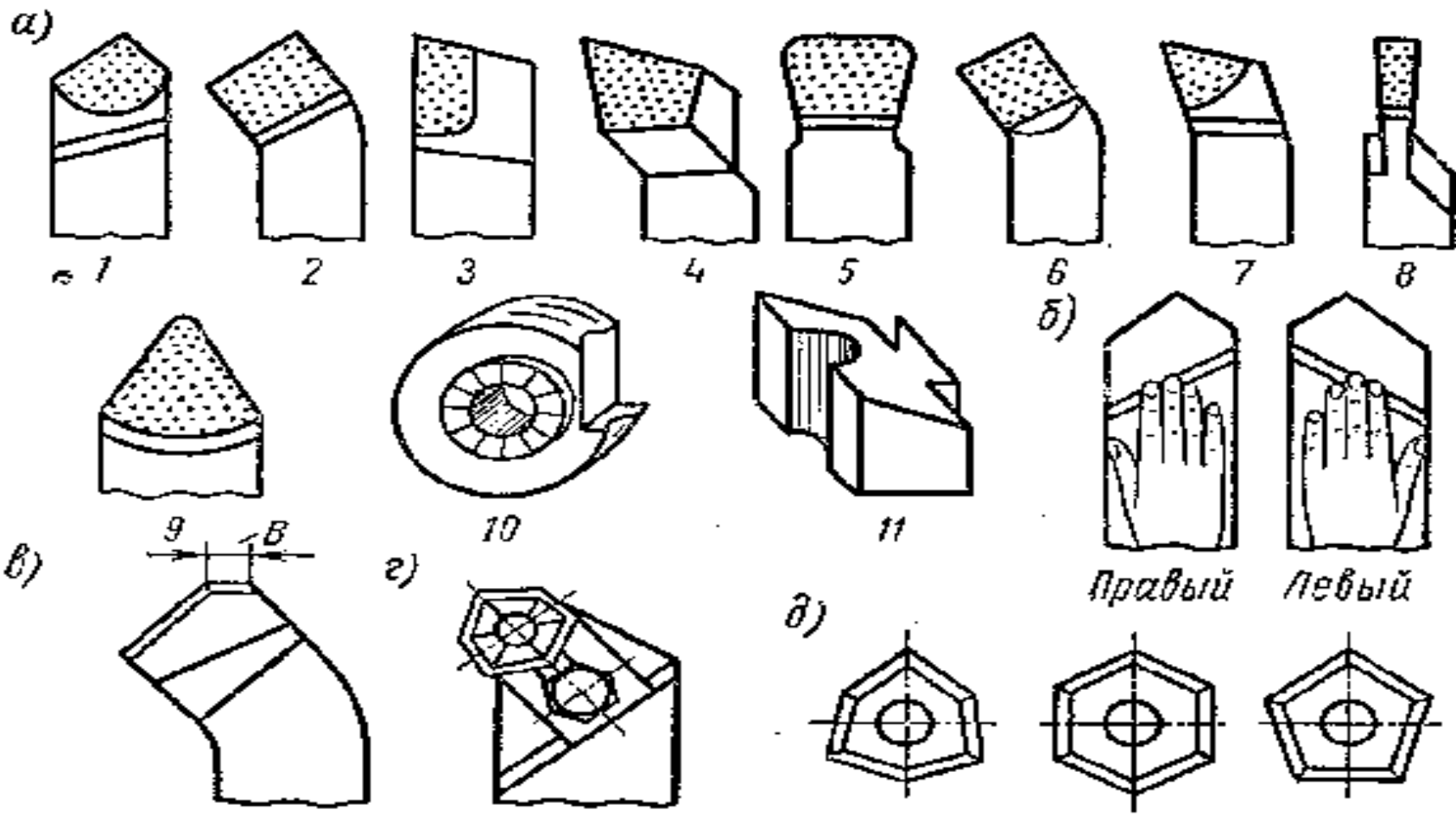


Рисунок 21 Типы токарных резцов

5. По форме главной режущей кромки:
- Прямолинейные;
  - Криволинейные.
6. По форме передней поверхности:
- Плоская;
  - Плоская с фаской;
  - Криволинейная;
  - Криволинейная с фаской.
7. По способу изготовления:
- Цельный;
  - Составной;
  - Приваренный встык рабочей частью;
  - Режущей пластиной;
  - Сборный с механическим креплением режущей пластины.
8. По материалам режущей части:
- Быстрорежущая сталь;
  - Твердый сплав;
  - Минерало-керамика;
  - Эльбор
  - Алмаз.
9. По поперечному сечению крепёжной части:
- Квадратные;
  - Прямоугольные;
  - Круглые.

### **2.5.1 Назначение резцов**

Различают черновые (обдирочные) и чистовые *проходные резцы*. Первые используют для черновой обработки деталей, когда нужно снять толстый слой металла. Эти резцы бывают правые, левые, прямые (смотри рисунок 22,а), отогнутые. Чистовые проходные резцы (смотри рисунок 22,б), имеющие значительно больший радиус закругления при вершине, чем обдирочные, применяют для окончательной обработки изделий.

Черновыми и чистовыми *подрезными резцами* (смотри рисунок 22,в) обрабатывают торцовые поверхности заготовок или уступы при поперечной подаче.

*Отрезные резцы* (смотри рисунок 22,г) служат для разделения заготовок на части и выточки кольцевых канавок.

*Расточными резцами* (смотри рисунок 22,д) обрабатывают сквозные и глухие отверстия; длина этих резцов всегда должна быть больше длины обрабатываемого отверстия.

*Резьбовые резцы* (смотри рисунок 22,е) по расположению головки относительно тела резца для нарезания наружной резьбы выполняют прямыми, а для внутренней — отогнутыми. Угол при вершине должен соответствовать профилю резьбы.

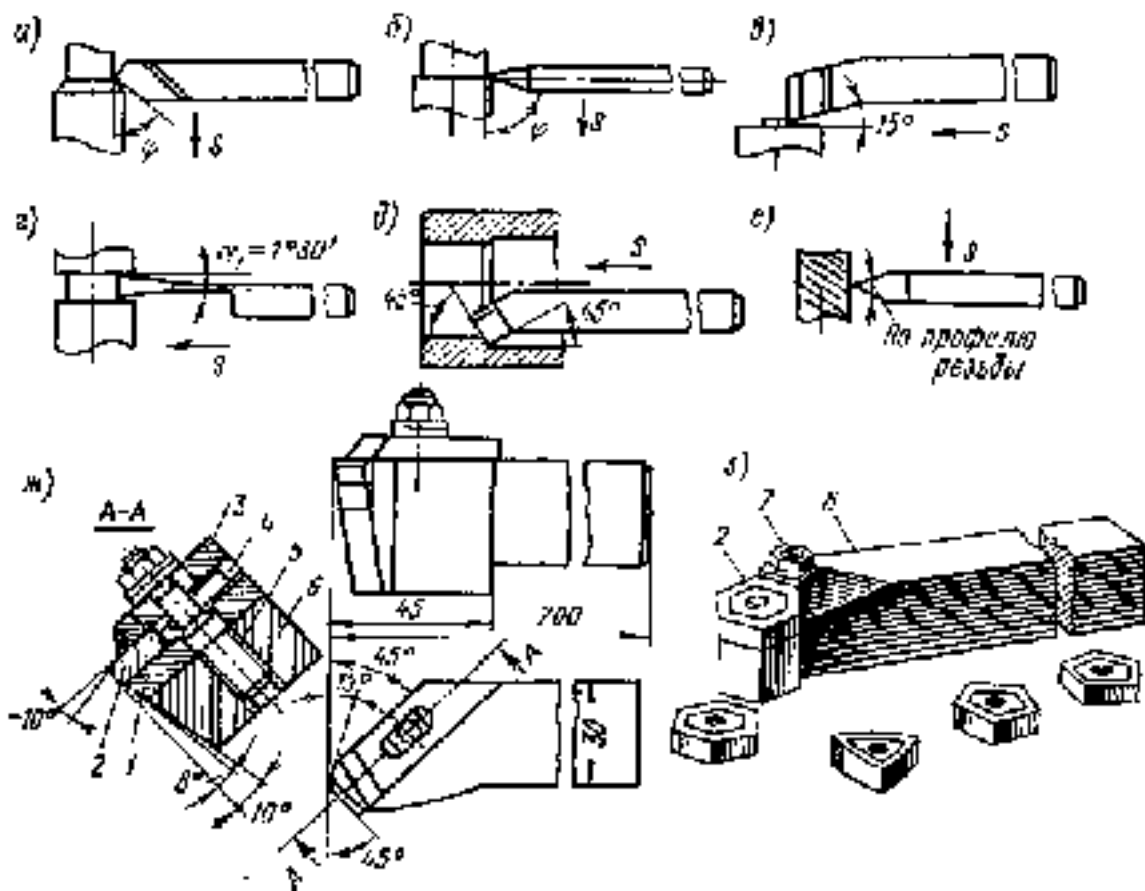


Рисунок 22 Классификация токарных резцов по назначению

*Фасонные резцы* предназначены для чистовой обработки фасонных поверхностей. Форма главной режущей кромки резца должна строго соответствовать форме чистовой поверхности детали.

При токарных работах часто применяют *специальные резцы*, у которых изменена геометрическая форма с целью повышения их стойкости. Такие резцы предложены новаторами производства.

### 2.5.2 Державочные части резцов

Характеризуются формой и размером поперечного сечения, материалом, твердостью. Бывают прямоугольного, квадратного и круглого сечения.  $B \times H = 16 \times 10 \dots 63 \times 40$  мм;  $a = 4 \dots 63$  мм;  $d = 8 \dots 50$  мм. Материалы: Сталь 40, Сталь 50, 40Х, 45Х, 48, У10.

Соединение рабочей части с корпусом: 1 — цельный резец; 2 — рабочая часть цельная; 3 — припаянная (приваренная для БРС) пластина твердого сплава. 4 — с механическим креплением. Составные конструкции резцов делают с целью экономии инструментального материала.

Токарные резцы обычно изготовляют из быстрорежущей стали (Р9, Р18, Р18Ф2 и др.), реже из легированной (9ХФ и ХВ5). У составных резцов

режущая часть выполнена из твердосплавных металлочерамических и минералочерамических пластинок, а тело резца — из углеродистой стали.

Твердые металлочерамические сплавы марок ВК (карбид вольфрама с кобальтом) применяют для точения, главным образом, чугуна, цветных металлов и их сплавов, а также жаропрочных и нержавеющей сталей; сплавы марок ТК (на основе карбидов титана и вольфрама) используют обычно для точения пластичных металлов.

Для токарных резцов при черновом точении стали применяют пластинки металлочерамических твердых сплавов марок Т5КЮ, Т15К6, Т14К8, Т5К12В, а также ВК8 и ВК6М; для черновой обработки чугуна — ВК6, ВК8, ВК6М, а также Т3ОК4, Т5КЮ, Т14К8, Т15К6 и др. Для полустачного и чистого точения стали применяют твердосплавные пластинки марки ВК6М. При чистовой обработке чугуна применяют пластинки марок ВК2, ВК3, ВК6, ВК8, а также пластинки из минералочерамического материала марки ЦМ-332.

Для тонкого точения используют алмазные резцы с напаянными алмазами или с механическим их креплением.

Пластинки из твердых металлочерамических сплавов соединяют с державкой резца пайкой, а из металлочерамической керамики закрепляют при помощи различных механических приспособлений. На рисунке 22,ж показано крепление такой пластинки на проходном резце. Пластика 2 прижимается накладным стружколомом 3 через подкладку 1 к державке 6 резца. Для надежного фиксирования положения пластинки служит упор 4. Стружколом крепят к державке шпилькой 5.

Резец с механическим креплением многогранных (многолезвийных), неперетачиваемых металлочерамических пластинок показан на рисунке 22,з. При помощи механического крепления 7 пластика 2 крепится к державке 6 резца. Эти резцы обычно предназначены для наружного обтачивания изделий: они имеют главные углы в плане  $\varphi = 45; 60; 75$  и  $90^\circ$ . Главный задний угол  $\alpha$  получают за счет соответствующей установки пластинки на державке резца.

Многолезвийные пластинки изготовляют трех-, четырех-, пяти и шестигранными с диаметром описанной окружности 14—26 мм и рабочей высотой 16—30 мм из вольфрамкобальтовых, титано-вольфрамкобальтовых и минералочерамических сплавов. Такие резцы надежны в работе и позволяют осуществлять подачу в диапазоне 0,3—0,8 мм. Благодаря углублению (выкружке) на передней поверхности стружка хорошо завивается и дробится. Резцы с многолезвийными пластинками позволяют последовательно использовать для резания металла без переточки все грани пластинки. Срок их службы по сравнению с напаянными резцами увеличивается на 25—200%.