

# Лекция 5. Основные сведения об обрабатывающем производстве

Вопросы лекции:

[5.1. Технологический процесс и его структура](#)

[5.2. Общие сведения о резании](#)

[5.3. Инструментальные материалы](#)

[5.4. Металлорежущий инструмент](#)

[1. Резцы](#)

[2. Фрезы](#)

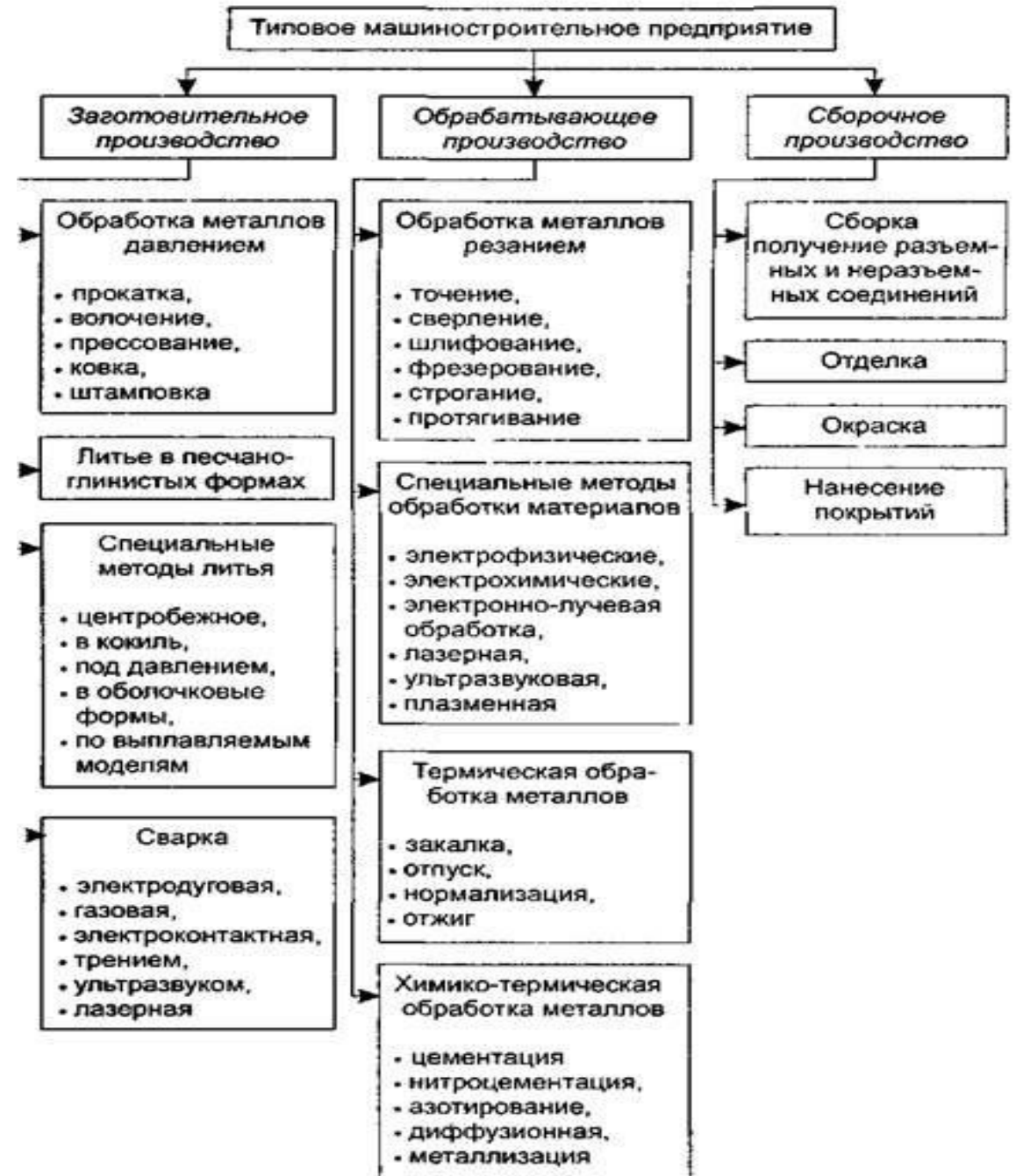
[3. Сверла, зенкеры, развертки](#)

[4. Протяжки](#)

[5. Зуборезный инструмент](#)

[6. Резьбонарезной инструмент](#)

[7. Абразивный инструмент](#)



## 5.1. Технологический процесс и его структура

**Технологический процесс** - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда.

Технологический процесс состоит из технологических операций.

**Технологическая операция** - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологическая операция может включать неоднократную установку и снятие заготовки, смену инструмента, вида обработки, приспособлений, контрольно-измерительных устройств и т. д.

*Примеры технологических операций: токарная, фрезерная, сверлильная и т.д.*

**Технологический маршрут** - последовательность технологических операций обработки или сборки изделий, записанных в порядке их выполнения.

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																2	1		
Разраб.							АЗЛК	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ	ХХХХХХ. ХХХХХХХХ	АБВГ. 10101. 11423									
Н. контр.							Ш т а к				0 <sub>1</sub>								
М 01	Круг В22 ГОСТ 2590-88/45 ГОСТ 1050-88																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ							
М 02	ХХХХХХ. ХХХХ	166	2.984	1	3.180	0,89	ХХХХХХ. ХХХХ	Круг 22 × 125			1	3,150							
А	Цвх	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КЦИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тл.з	Тшт.	
А 03	01	02	—	005	ХХХХ Отрезная				□ 25006. 01551;			ИОТ № 132-81							
Б 04	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 8АБ41А							2	ХХХХХ	ХХХ	ХХХХ	1	1	1	100	1	0,24	0,58	
О 05	Отрезать заготовку L = 125 ± 0,5																		
Т 06	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ тиски; АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ пила; □ ХХХХХХ. ХХХ шаблон																		
07																			
А 08	12	01	—	010	ХХХХ Токарная				□ 25140. 00145;			ИОТ № 101-81							
Б 09	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1К62							2	ХХХХХ	ХХХ	ХХХХ	1	1	1	100	1	0,46	1,54	
О 10	Точить поверхности с подрезкой торца, выдерживая размеры 20-0,23; 15-0,24; 40 ± 0,2; 122 ± 0,6																		
Т 11	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ резец подрезной; АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ скоба; ШЦ II - 250 - 0,05																		
12																			
А 13	12	02	—	015	ХХХХ Токарная				□ 25140. 00145;			ИОТ № 101-81							
Б 14	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ 1К62							2	ХХХХХ	ХХХ	ХХХХ	1	1	1	100	1	0,52	1,44	
О 15	Точить поверхности с подрезкой торца, выдерживая D = 22 - 0,28 и L = 120 - 0,22																		
Т 16	АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ резец подрезной; АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ скоба; АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ шаблон																		
МК																			

Пример маршрутной карты

## 5.2. Общие сведения о резании

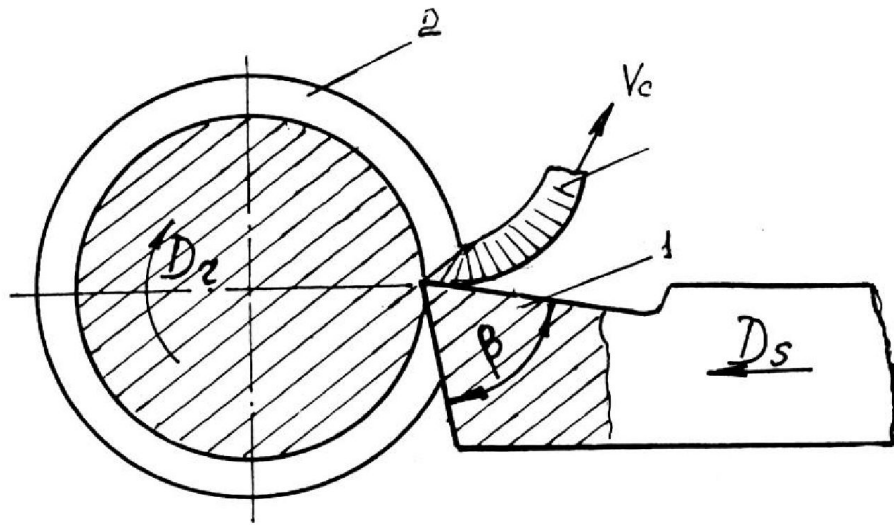
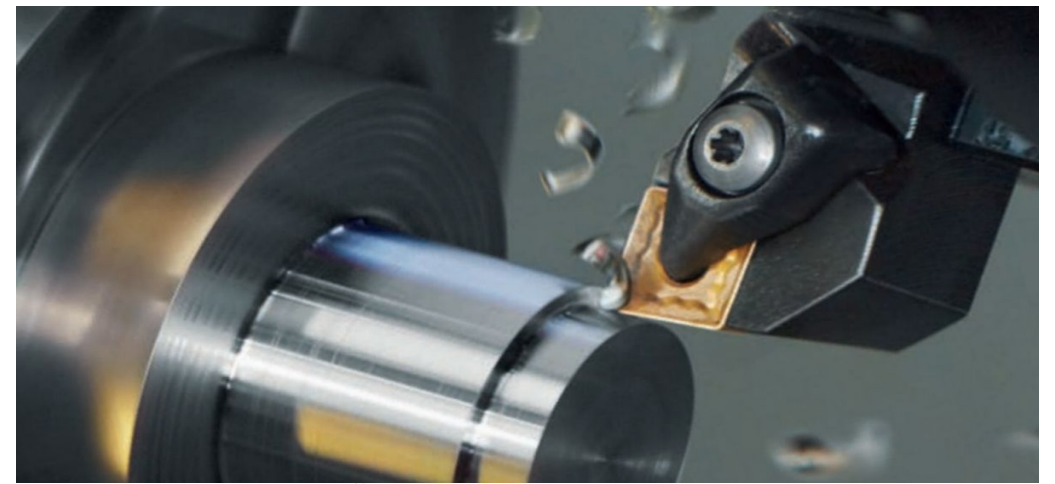
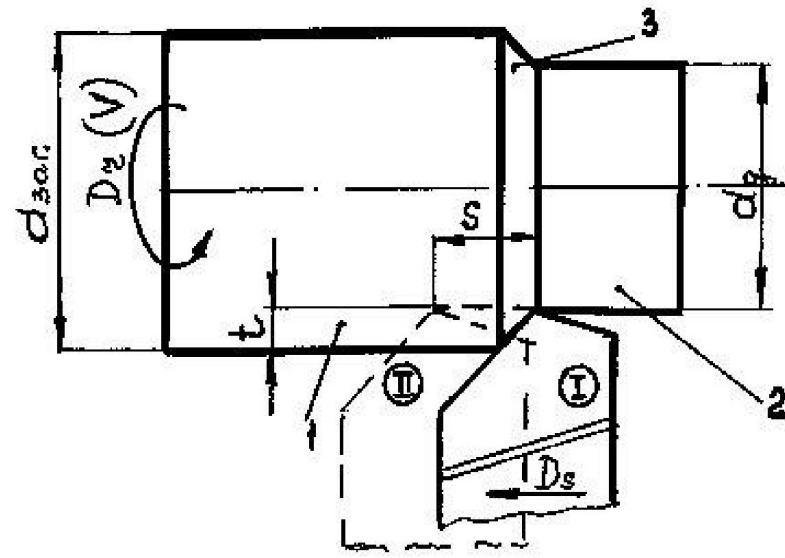


Схема резания инструментом:

- 1 – лезвие инструмента;
- 2 – обрабатываемая заготовка;
- $\beta$  – угол заострения лезвия



Поверхности обработки:

- 1 – обрабатываемая;
- 2 – обработанная;
- 3 – поверхность резания

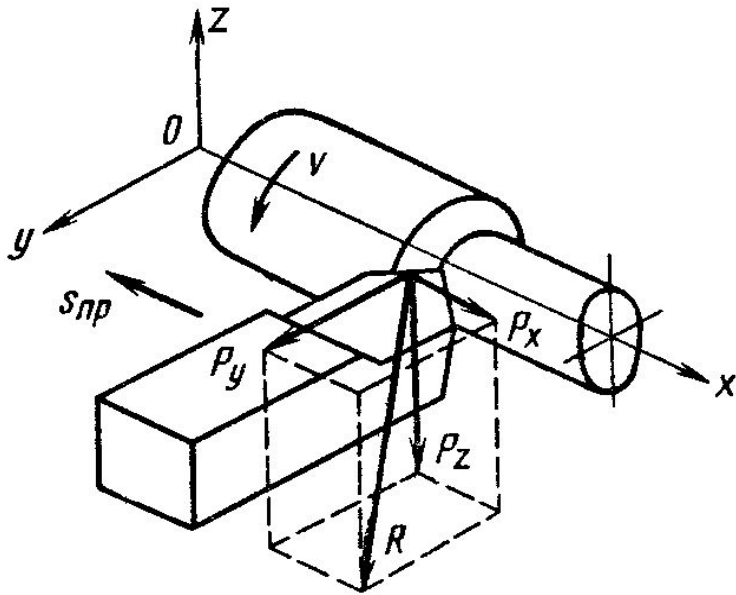
Скорость резания  $V$ , м/мин,

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм;

$n$  – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

**Подача  $S$** , мм/об – перемещение режущей кромки инструмента относительно обработанной поверхности в направлении движения подачи за один оборот заготовки.



Составляющие силы

Составляющие результирующей силы  $R$  :  
тангенциальная  $P_z$  (сила резания), осевая  $P_x$   
(сила подачи) и радиальная  $P_y$ .

$$P_x = (0,1 \dots 0,25) P_z,$$

$$P_y = (0,25 \dots 0,5) P_z$$

## 5.3. Инструментальные материалы

Необходимые свойства инструментальных материалов:

- твердость (должна быть выше твердости обрабатываемого материала),
- вязкость (необходима для сопротивления инструмента при пульсирующих ударных и изгибающих нагрузках),
- теплопроводность (способность отводить тепло от зоны резания в тело инструмента),
- теплостойкость (способность сохранять свои свойства при высоких температурах),
- прочность (способность материала сопротивляться разрушению при воздействии нагрузок),
- износостойкость (способность рабочих поверхностей инструмента сопротивляться поверхностному изнашиванию в первую очередь в результате трения).

Основными инструментальными материалами являются: быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, синтетические сверхтвердые материалы.

Далее приводятся 4 слайда по маркировке и применению инструментальных материалов (повторение Первой части лекций).

Методы и характер обработки		Марка инструментального материала при обработке					
		Углеродистой и легированной стали	Закалённой стали	Титана и сплавов на его основе	Чугуна	Цветных металлов и их сплавов	Неметаллическ их материалов
Черновое точение по корке	Прерывистое резание с ударами	T5K10 T5K12 BK8	-	BK8	BK8 BK4	BK4 BK6 BK8	-
	Непрерывное резание	T5K10 BK4 BK8	-	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4 BK6	BK4
Чистовое, получистовое точение	Прерывистое	T15K6 T5K10 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK4	BK4 BK6	BK3 BK4	BK3 BK4
	Непрерывное	T30K4 BK6 BK3	T30K4 T15K6 BK6	BK4	BK3	BK3	BK3
Отрезание и точение канавок		T15K6 T5K10 P18	BK4	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4	BK3 BK4
Нарезание резьбы		T15K6 BK4 P18 9XC	BK4	BK4	BK3 BK4 9XC P6M5	BK4 BK6 9XC Y12A	P6M5 BK3 XBГ Y12A

Фрезерование	Черновое	P6M5 T5K10	-	BK4 BK8	P6M5 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4
	чистовое	P6M5 T15K6 T14K8	T30K4 T15K6 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	P6M5 BK6 9XC P18	P6M5 P18 BK6 BK4	BK3
Сверление и рассверливание	глубоких (L>10D)	T5K12 BK8 T15K6	-	-	BK8	P6M5 BK4 BK6	P6M5 BK3 BK4
	неглубоких (L<10D)	T5K12 BK8 P6M5	-	BK6 BK8	P6M5 BK6 9XC	P6M5 BK4 BK6	P6M5 BK3 BK4
Зенкерование	черновое	T5K10 BK8 P6M5	-	BK4 BK8	P6M5 BK6 9XC	BK4 BK6 P6M5	P6M5 BK4 BK6
	чистовое	BK8 T15K6	T15K6 T30K4 BK4	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4 BK6	BK3 BK4 BK6	BK3 BK4
Предварительное и окончательное развёртывание		P6M5 T30K4 T15K6 BK8 BK6 XBГ	T30K4 T15K6 BK8 BK4	BK4	P6M5 BK3 BK6 BK8 XBГ	P6M5 BK4 XBГ	P6M5 BK3 BK4 XBГ



# Примеры маркировки твердых сплавов

Маркировка	Хим.состав	Примечание
<b>T5K10</b>	5% карбида титана, 10% кобальта, 75%, то есть до 90% карбида вольфрама, 10% примеси и газы	Твердый сплав вольфрамовой группы
<b>T5K12</b>	5% карбида титана, 12% кобальта, 73% карбида вольфрама, 10% примеси и газы	Твердый сплав вольфрамовой группы
<b>BK8</b>	8% кобальта 92% карбида вольфрама, В малых количествах (0,3-0,6%) могут присутствовать железо, углерод, кислород	Твердый сплав вольфрамовой группы
<b>BK10</b>	соотношение 90/10	Начали производить в СССР в 1920-е годы, народное название – «Победит».

# Примеры маркировки инструментальных сталей

Маркировка	Хим.состав	Примечание
Р6М5	6% вольфрама, 5% молибдена, основное содержание – железо, около 10% ванадий, около 10% стронций, меньше 1 % углерод, по столько же кремний, магний, никель, сера, фосфор	Быстрорежущая сталь (легированная), «Р» – означает быстрорежущая от англ. rapid – «быстрый»,
9ХС	0,9% углерода, 1,5% хрома, 1,5% кремния, основная часть железо (94%)	Легированная инструментальная сталь
ХВГ	1,5% хром, 1,5% вольфрам, 1,5% марганец, основная часть железо (94%) до 1% углерод, по столько же кремний, никель, сера, медь, фосфор	Легированная инструментальная сталь
У12А	1,2% углерода, основная часть железо (94%) до 0,3 % кремния, столько же марганца	Углеродистая инструментальная сталь. «А» означает, что сталь относится к категории высококачественной по сравнению с У12.

## 5.4. Металлорежущий инструмент

№ под- группы	Тип инструмента	Краткая характеристика инструмента	Область применения
1	2	3	4
I	Резцы общего назначения	Однолезвийный инстру- мент для токарных, стро- гальных, долбежных и других металлорежущих станков	Обработка поверхно- стей различной фор- мы на токарных, строгальных, долбежных и других станках
II	Фрезы	Многолезвийный инст- румент, выполненный в виде тела вращения с зу- бьями на образующей или торцовой поверхнос- ти	Обработка различ- ных по форме наруж- ных поверхностей (плоскостей, пазов, уступов и т.п.)
III	Сверла, зенкеры, развертки	Многолезвийные инструменты с числом зубьев $Z = 2 \dots 8$	Получение отверстий в сплошном материа- ле, для увеличения диаметра ранее полу- ченного отверстия, снятия фасок. Развер- тки применяются для окончательной обра- ботки отверстий по 7-му качеству точ- ности

1	2	3	4
IV	Протяжки и прошивки	Многозубые инструмен- ты, последующие зубья которых выше предыду- щих на определенную высоту. Работа резания зубьями осуществляется последовательно	Обработка различ- ных по форме наруж- ных и внутренних поверхностей (пло- скостей, пазов, усту- пов и т.п.)
V	Зуборезный инструмент	Одно-и многозубый ин- струмент, работающий как методом обката, так и копирования	Нарезание зубьев зу- бчатых колес, шпи- цев и других слож- ных профилей на деталях
VI	Резьбонарез- ной инструмент	Многолезвийный инстру- мент для обработки реза- нием и инструмент, рабо- тающий методом пласти- ческой деформации	Образование наруж- ных и внутренних поверхностей дета- лей всех видов резьб
VII	Абразивный инструмент	Инструмент, рабочие по- верхности которого со- держат большое число режущих зерен из раз- личного рода абразивно- го материала	Чистовая обработка наружных и внут- ренних поверхностей деталей после обра- ботки лезвийным инструментом
VIII	Ручной инструмент	Инструмент, которым работают вручную, без использования станка	Обработка поверх- ностей напильника- ми, рубка зубилами и т.п.

# Квалитет

**Квалитет** (от лат. qualitas - качество) является мерой точности. С увеличением значения квалитета точность параметра изготовленной детали снижается, а допуск увеличивается.

Квалитеты от 1-го до 4-го используют для изготовления калибров и контркалибров.

Квалитеты от 5-го до 12-го применяют для изготовления деталей, образующих сопряжения, то есть поверхности составных частей изделия находятся в определенном соприкосновении или между ними имеется зазор, заданные конструкторской документацией. *Например, гладкие цилиндрические соединения (вал-штулка).*

Квалитеты от 13-го до 17-го используют для параметров деталей, не образующих сопряжений и не оказывающих определяющего влияния. *Например, наружные поверхности, не соприкасающиеся с другими при относительном движении.*

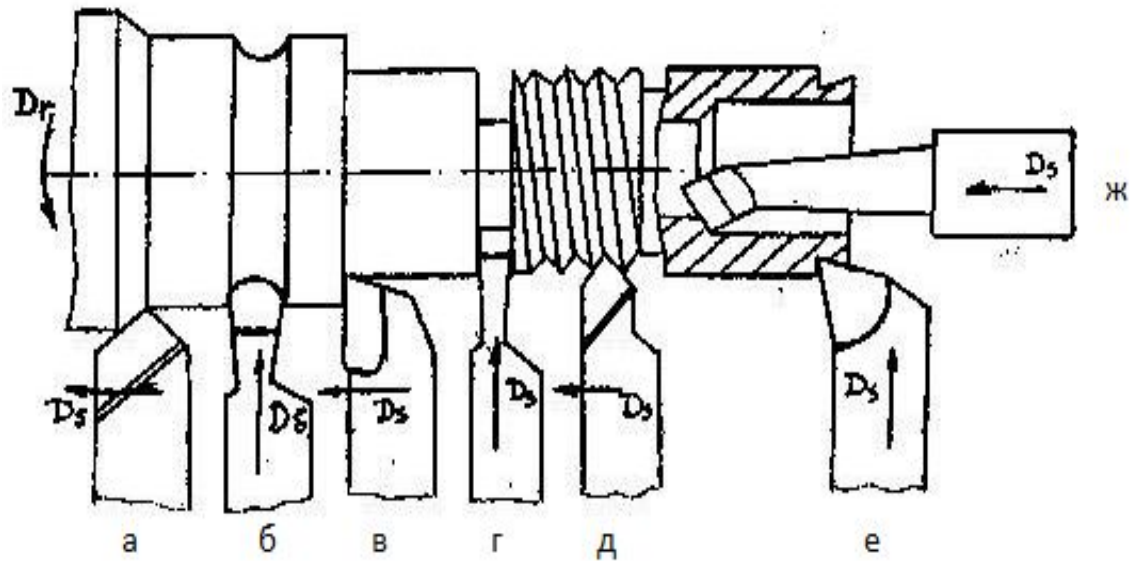
**Допуск** – разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров, задается на геометрические размеры деталей, массу, физические, химические, механические свойства.

Линейные размеры, углы, качество поверхности, свойства материала, технические характеристики указываются:

1. в виде числового значения допуска;
2. в виде двух предельных отклонений между которыми находится действительный размер ( $\varnothing 30_{-0,11}^{+0,31}$ ,  $50^{+0,2}$ ,  $60^\circ \pm 3'$ );
3. сочетанием букв (буквы) *основного отклонения* и номера *квалитета* ( $\varnothing 40H7$ ,  $20k6$ ,  $36JS7$ );
4. в виде наибольшего и наименьшего предельных значений;
5. знаком «больше или равно» ( $\geq$ ) или «меньше или равно» ( $\leq$ );
6. процентом.

# 1.Резцы

По виду выполняемой работы различают резцы: **проходные** – для обработки цилиндрической поверхности с движением подачи вдоль оси заготовки (а,в), **галтельные** – для обработки фасонных канавок (б), **отрезные** - для обработки прямых канавок и для отрезки детали (г), **подрезные** - для обточки торцевых поверхностей с использованием поперечной подачи (е), **резьбовые** – для нарезания метрической резьбы с углом при вершине равном  $60^{\circ}$ , что соответствует углу профиля резьбы (д), **расточные** – для обработки внутренних поверхностей вращения (ж).

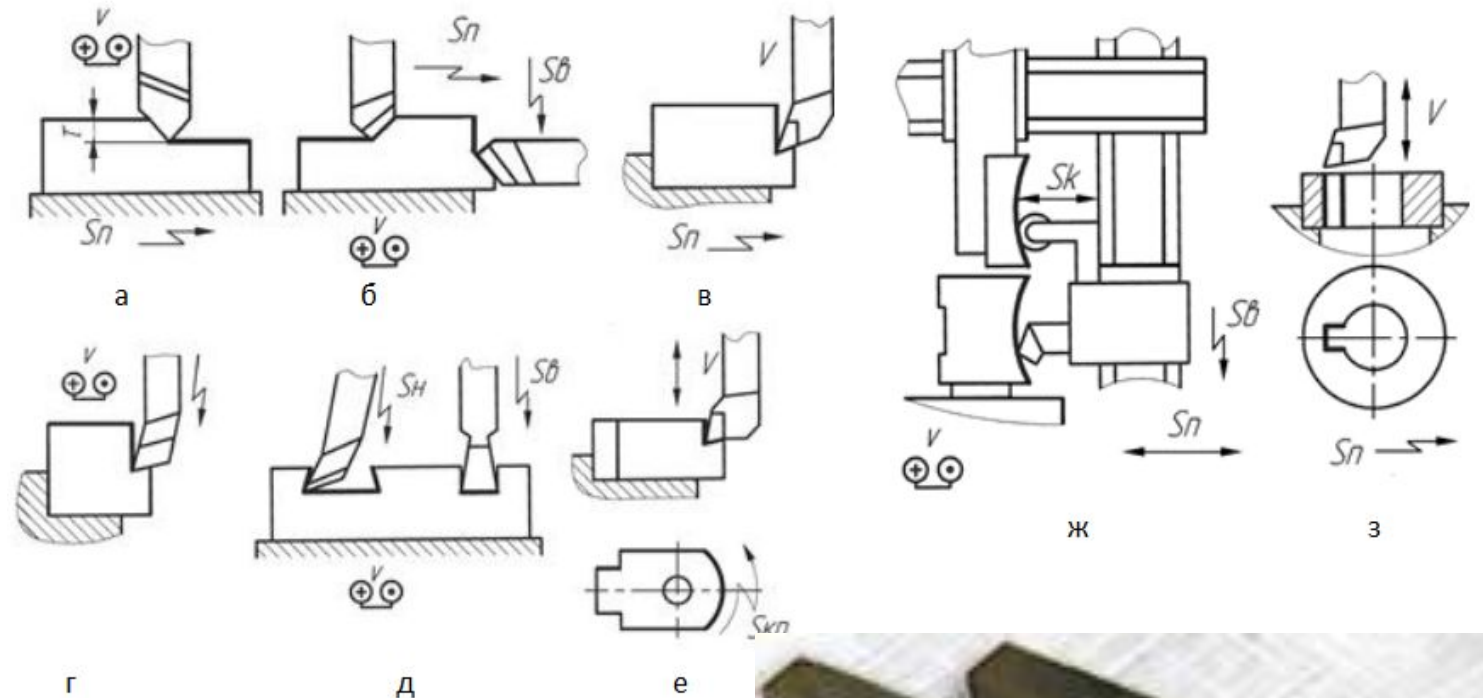


# Строгание

Строгание - резание однолезвийным инструментом (резцом), находящимся в периодическом контакте с обрабатываемым материалом.

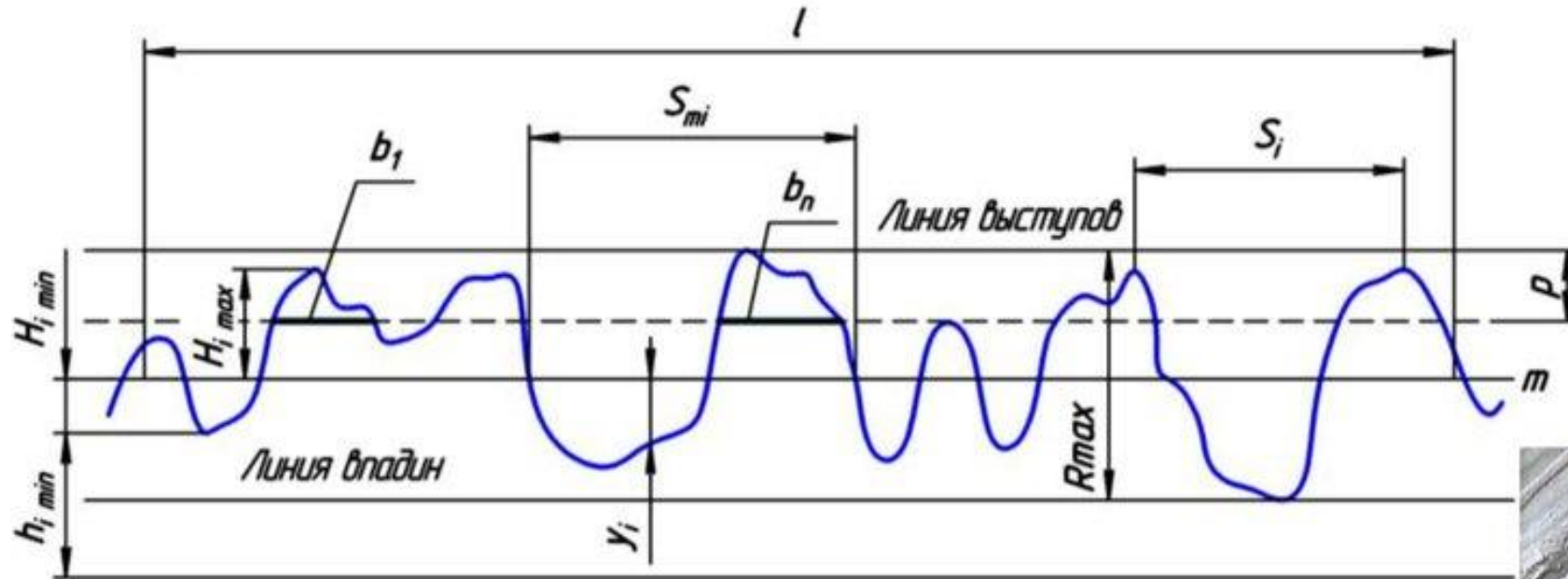
*При продольном строгании обрабатываемая заготовка совершает прямолинейное поступательное движение резания, а движение подачи – инструмент.*

*При обработке поперечным строганием главное движение резания совершает инструмент, а движение подачи – обрабатываемая заготовка.*



# Шероховатость поверхности

*Шероховатость* – совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделяется на базовой длине.



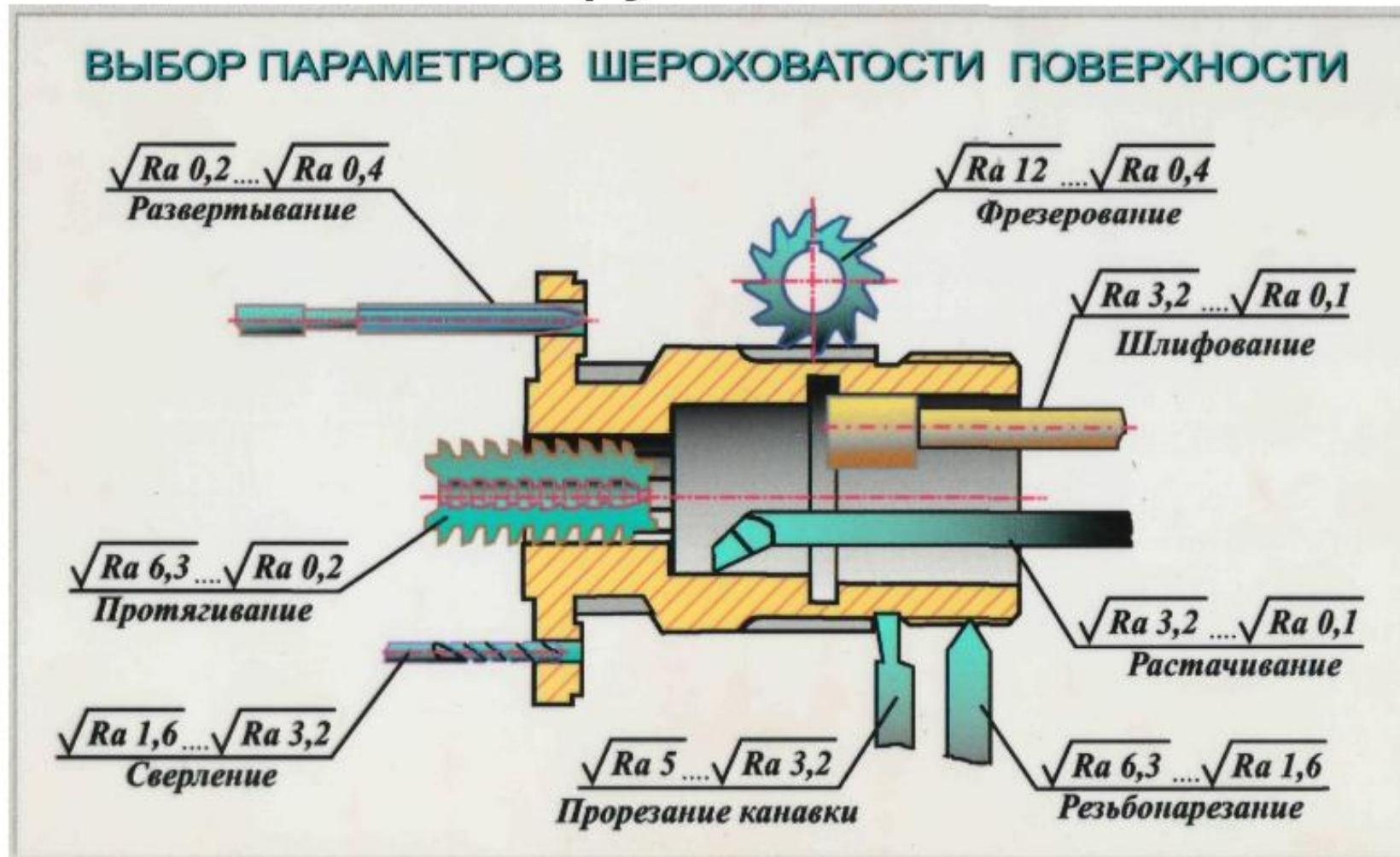
$l$  — базовая длина;  
 $m$  — средняя линия профиля;  
 $S_{mi}$  — средний шаг неровностей профиля;  
 $S_i$  — средний шаг местных выступов профиля;  
 $R_{max}$  — наибольшая высота профиля;  
 $y_i$  — отклонения профиля от линии  $m$ ;  
 $p$  — уровень сечения профиля;  
 $b_n$  — длина отрезков, отсекаемых на уровне  $p$ .

$H_{i max}$  — отклонение пяти наибольших максимумов профиля;  
 $H_{i min}$  — отклонение пяти наибольших минимумов профиля;  
 $h_{i max}$  — расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;  
 $h_{i min}$  — расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль





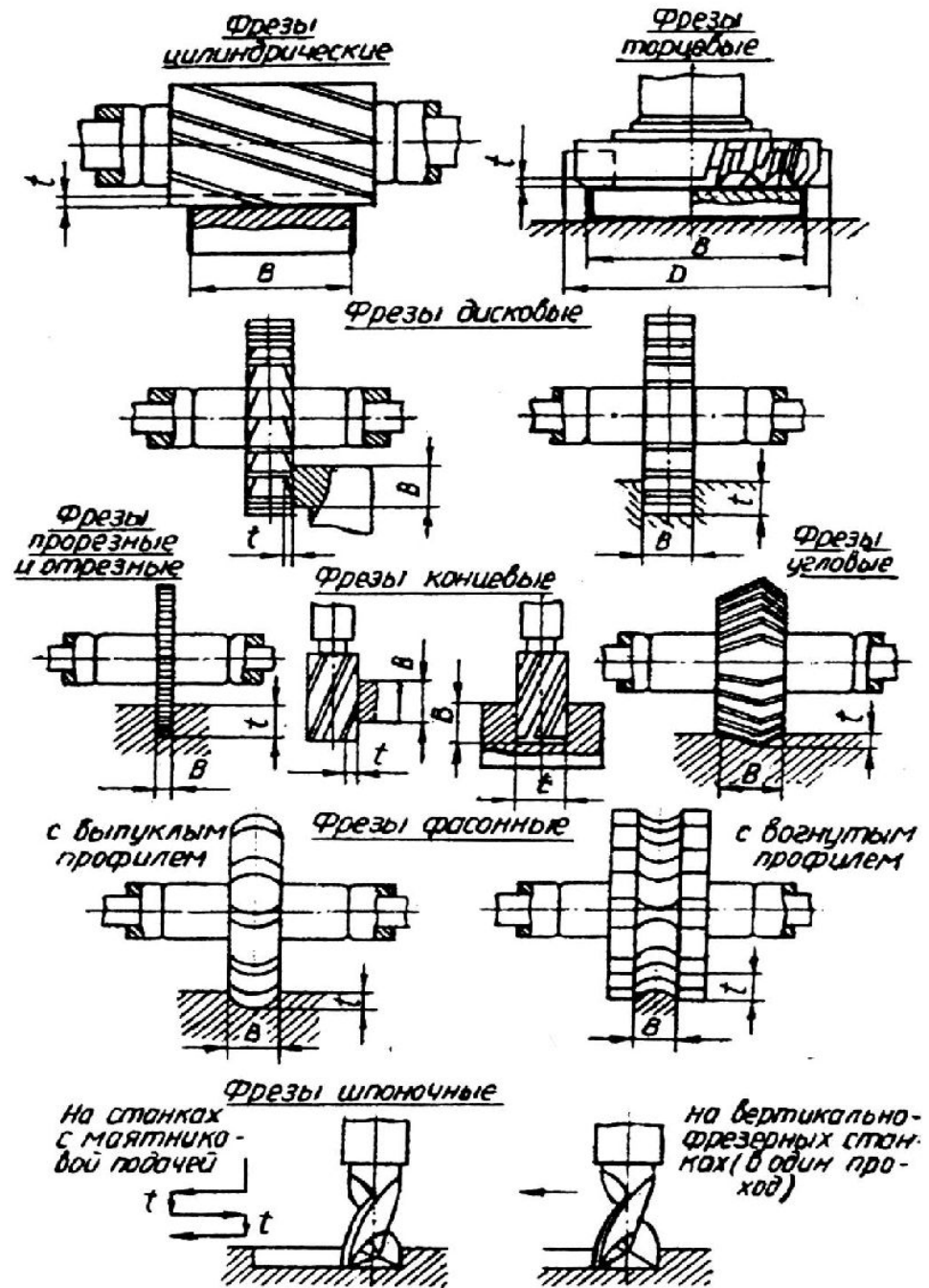
# Примерная шероховатость поверхностей, получаемая при обработке различными инструментами.



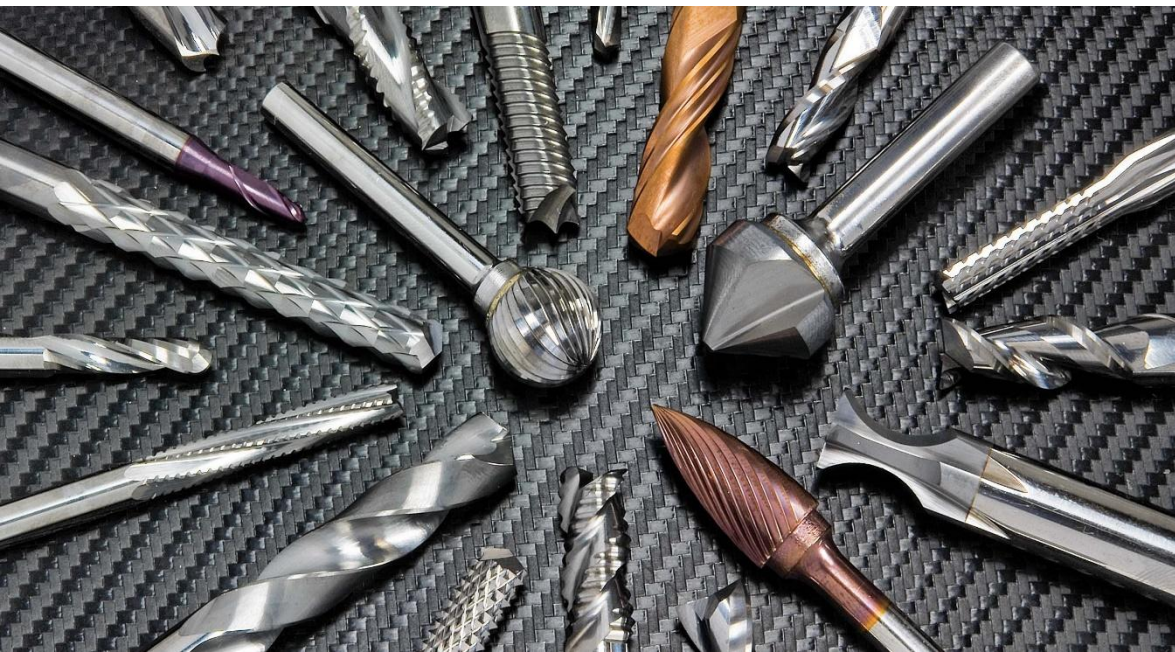
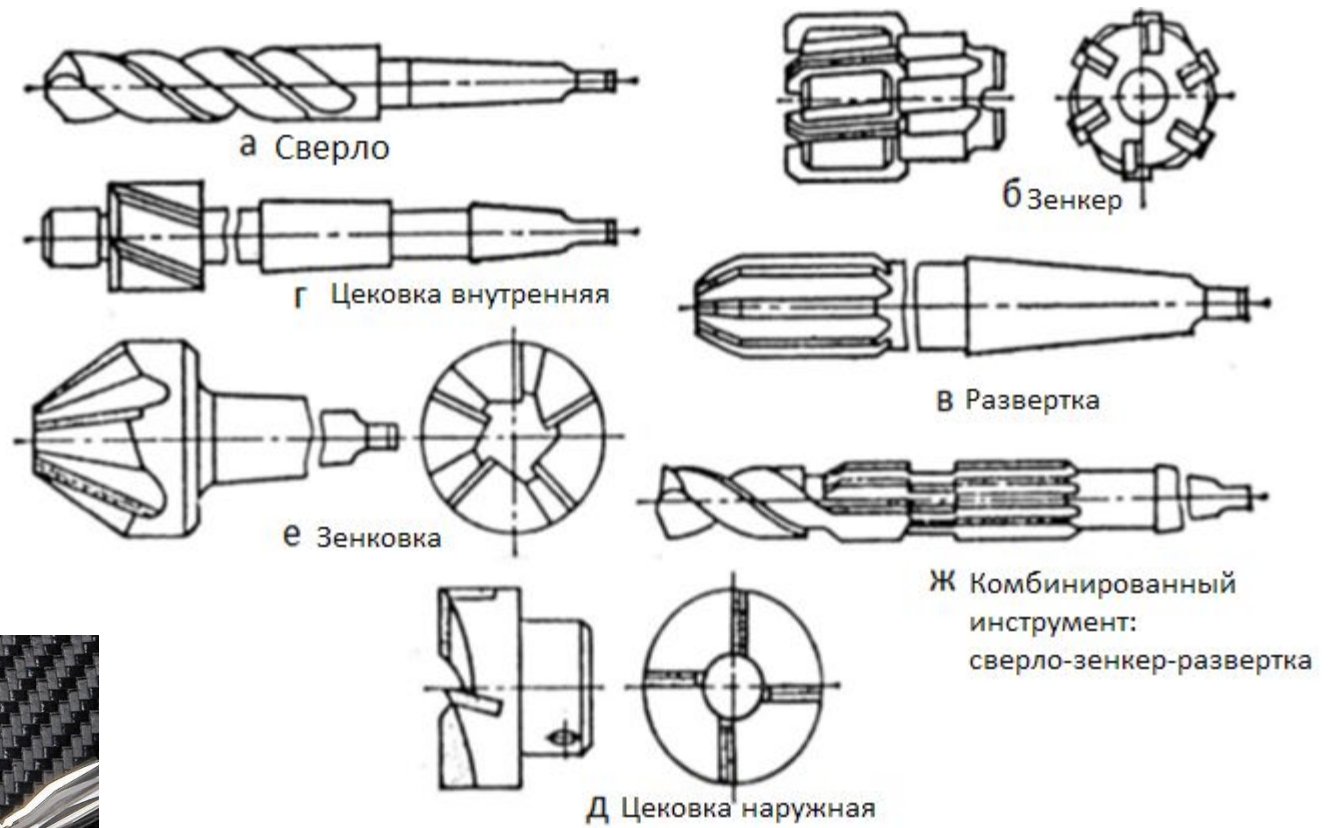
Обрабатываемые поверхности	Методы обработки		Параметры шероховатости													
			Rz					Ra							Rz	
			320	160	80	40	20	2,5	1,25	0,63	0,32	0,160	0,080	0,040	0,100	
Наружные цилиндрические поверхности	Обтачивание	Предварительное	+	+	+	+										
		Чистовое			+	+	+	+	+							
		Тонкое							+	+	+	+				
	Шлифование	Предварительное						+	+	+						
		Чистовое								+	+					
		Тонкое									+	+				
	Притирка	Грубая								+	+					
		Средняя									+	+				
		Тонкая										+	+	+	+	
	Отделка абразивным полотном									+	+	+	+			
Обкатывание роликом										+	+	+				
Шлифование Суперфиниширование											+	+	+	+		
Внутренние цилиндрические поверхности	Растачивание	Предварительное	+	+	+	+										
		Чистовое				+	+	+	+							
		Тонкое							+	+	+					
	Сверление				+	+	+									
	Зенкерование	Черновое (по корке)				+	+	+								
		Чистовое				+	+	+	+							
	Развертывание	Нормальное							+	+						
		Точное									+	+				
		Тонкое										+	+			
	Протягивание							+	+	+	+					
Внутреннее шлифование	Предварительное							+	+							
	Чистовое									+	+	+				

## 2. Фрезы

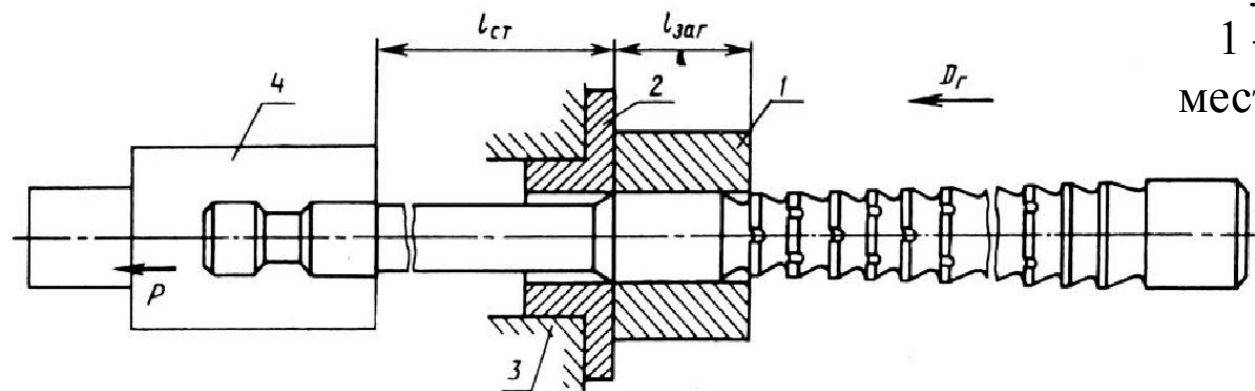
По конструктивно-целевому признаку фрезы делят на цилиндрические, торцовые, концевые, дисковые, отрезные, фасонные, шпоночные и другие.



### 3. Сверла, зенкеры, развертки

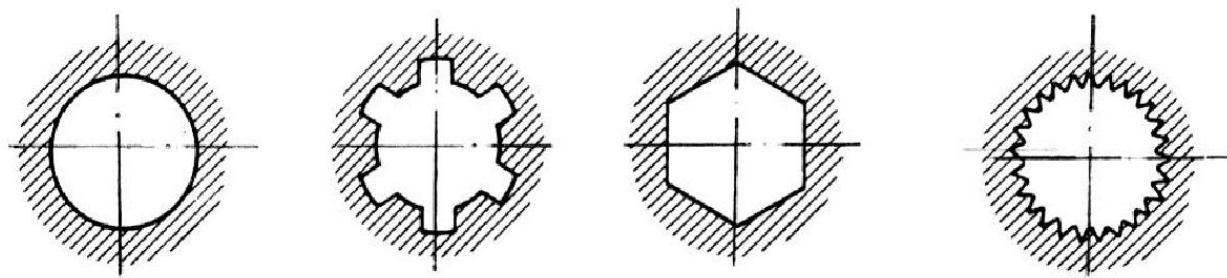


## 4. Протяжки

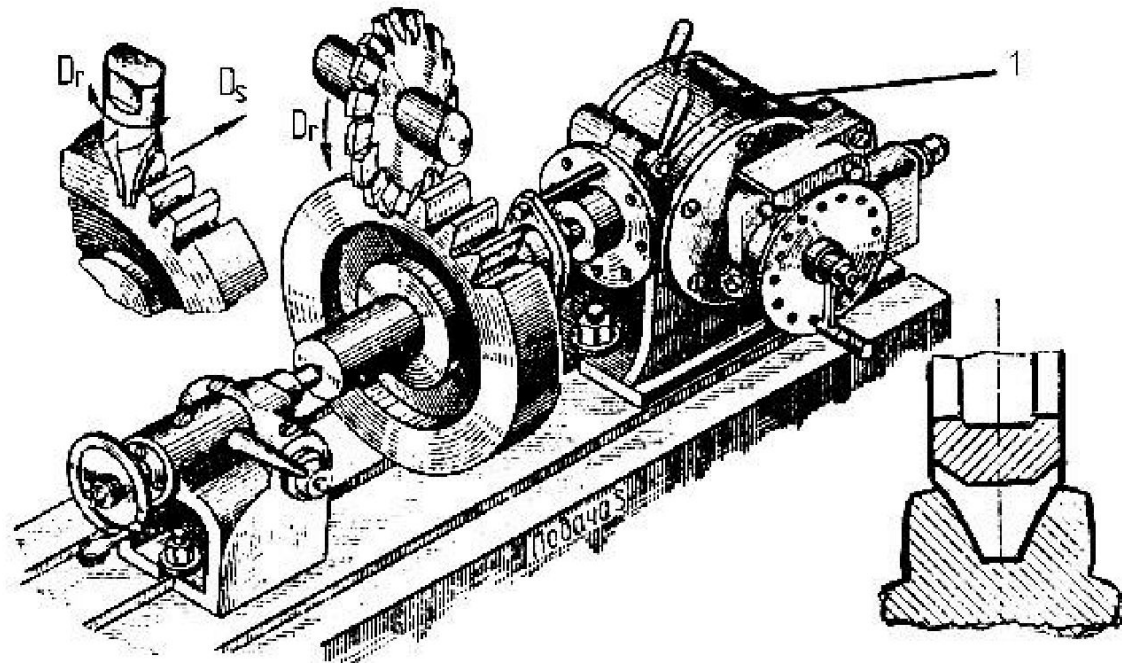


Внутренняя протяжка и формы протянутых отверстий:

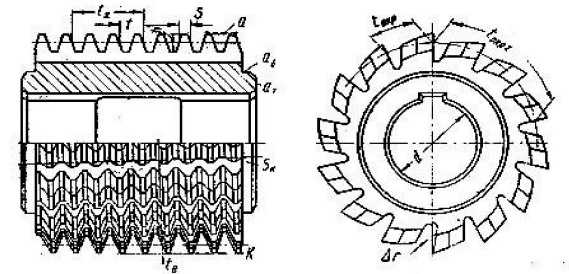
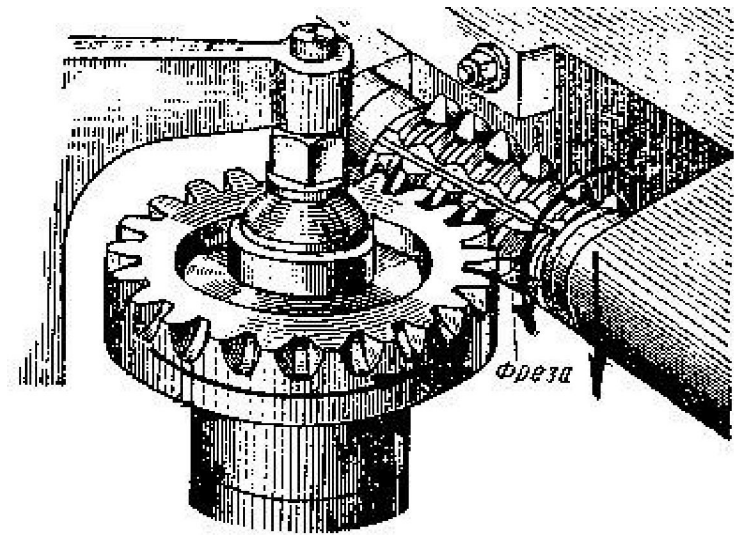
1 – заготовка; 2 – установочное приспособление; 3 – место для закрепления приспособления на станке; 4 – тянущий механизм станка



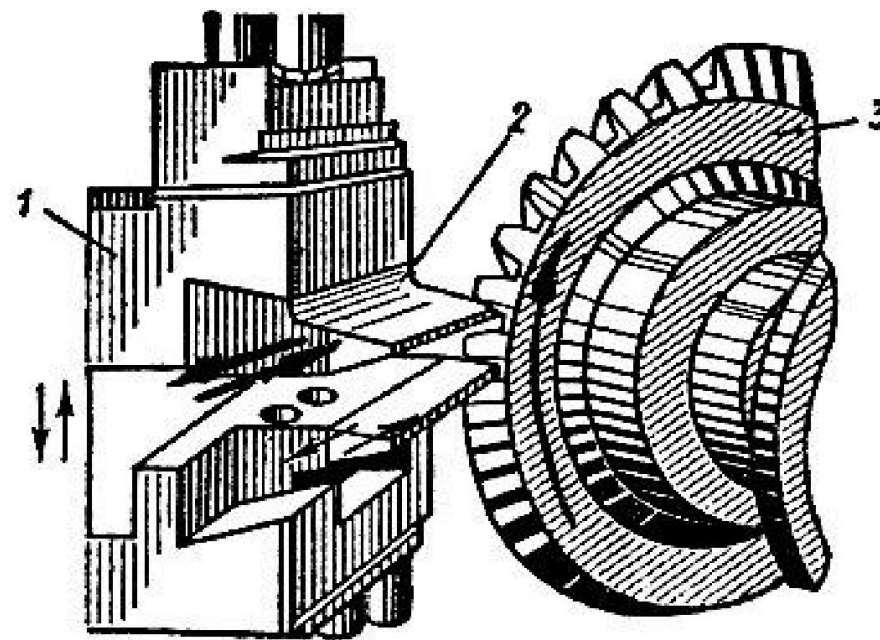
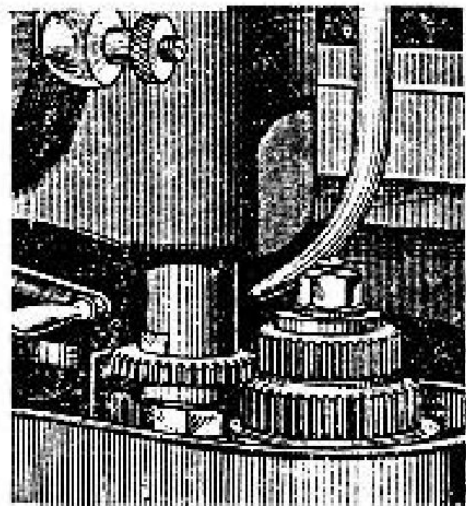
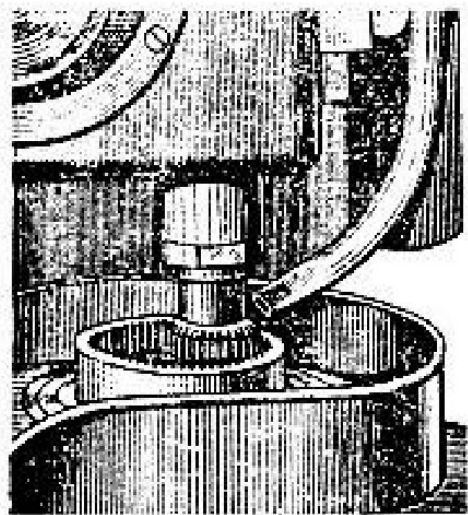
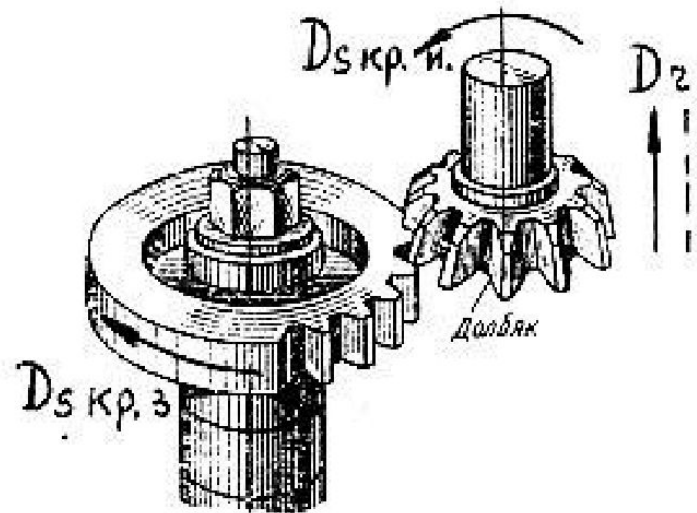
## 5. Зуборезный инструмент



Обработка впадины зуба фасонной зуборезной фрезой методом копирования: а – пальцевой фрезой; б, в – дисковой фрезой; 1 – делительная головка



Червячная фреза и схема нарезания червячной фрезой



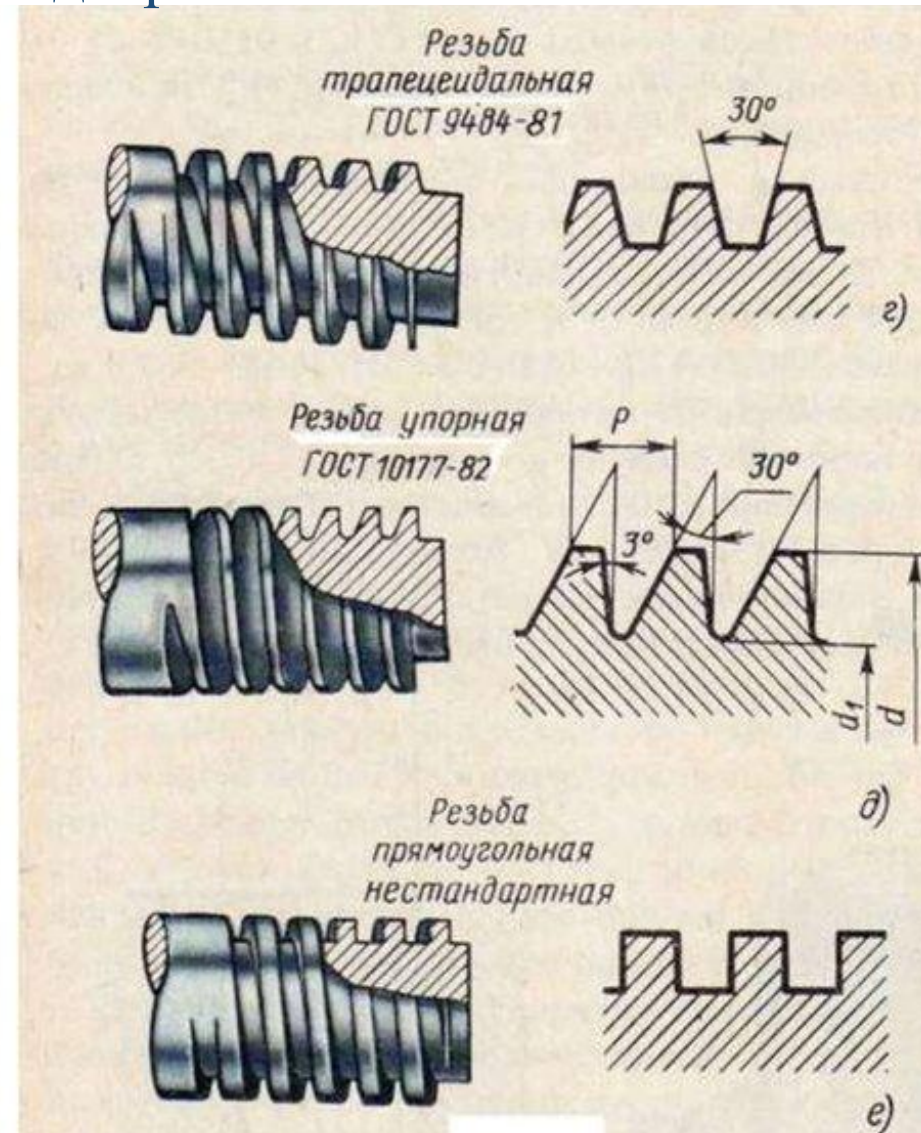
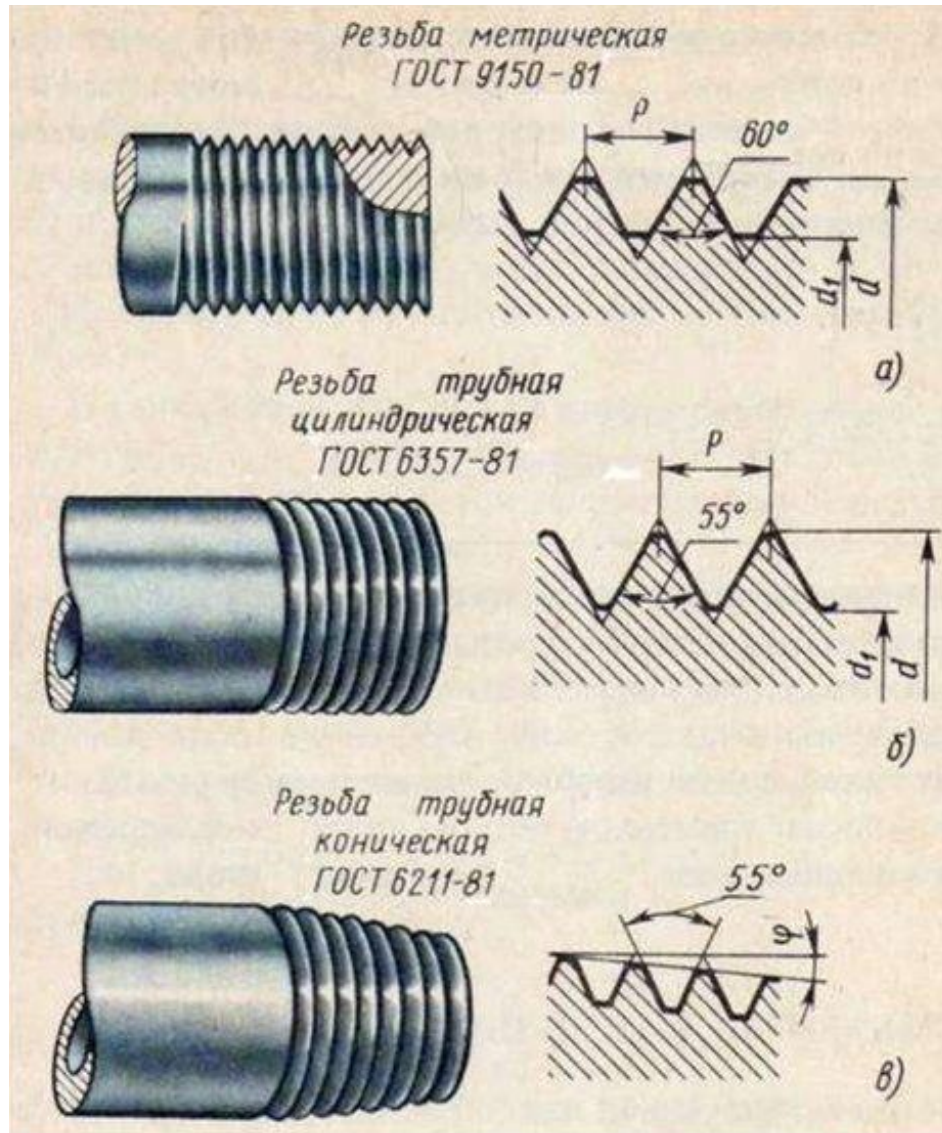
Нарезание прямозубых  
конических колес:

- 1 – люлька станка;
- 2 – зубострогальные резцы;
- 3 – нарезаемое колесо

Зуборезный долбяк и схемы нарезания зубьев

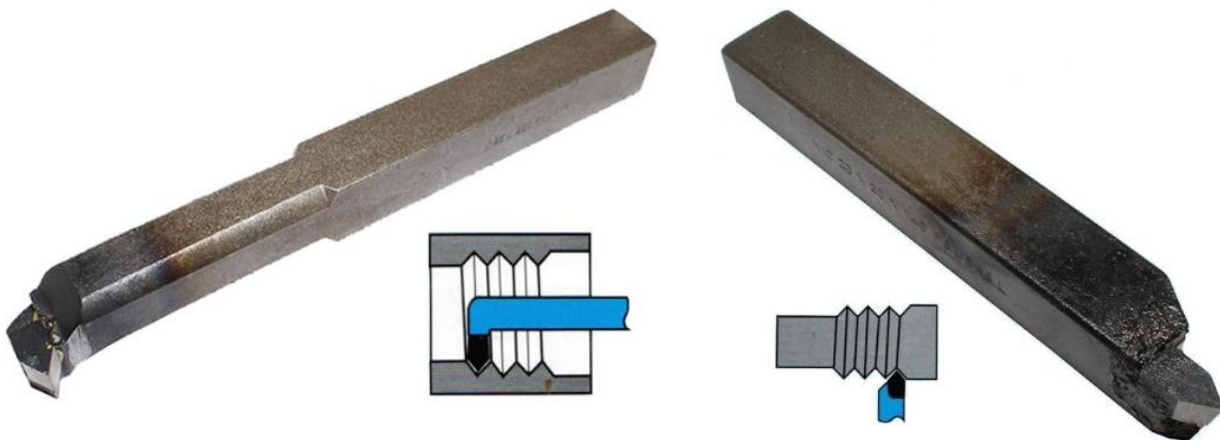
## 6. Резьбонарезной инструмент

### Основные виды резьб

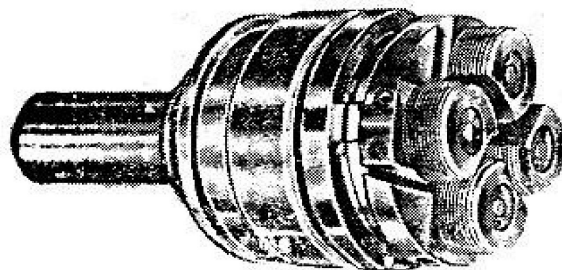




## 6. Резьбонарезной инструмент



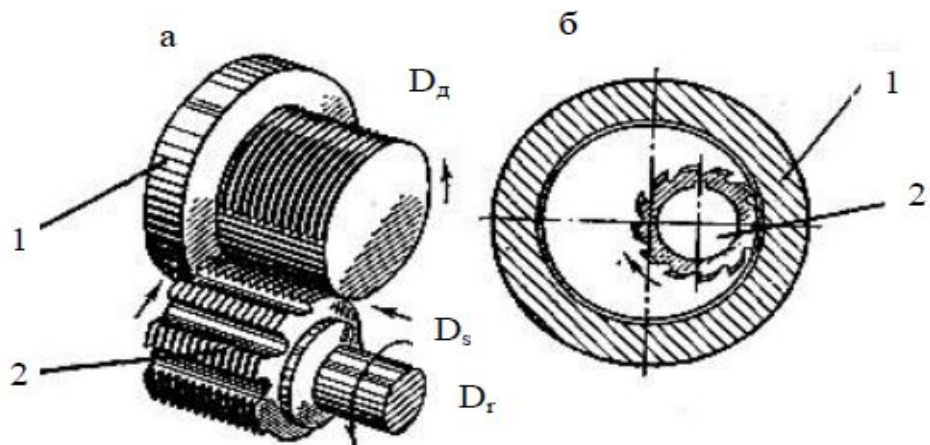
Резьбовые резцы для наружной и внутренней резьбы



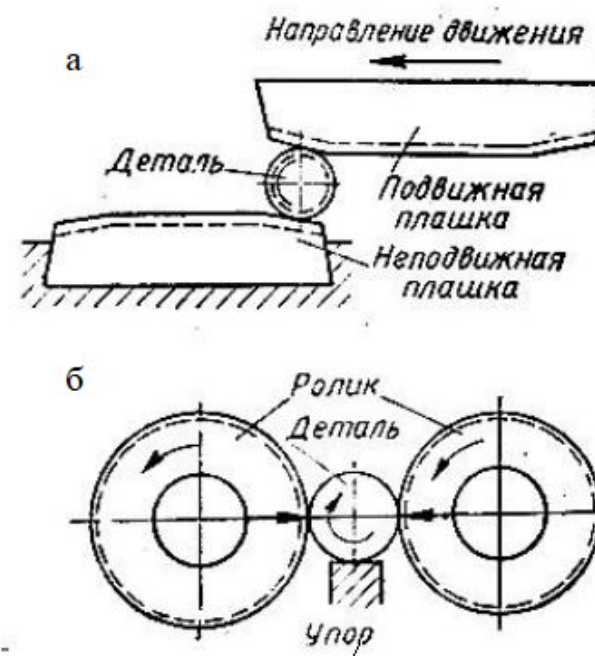
Резьбовая головка с круглыми гребенками



Метчики и плашки



Нарезание резьбы гребенчатой фрезой:  
 а – наружной; б – внутренней; 1 – деталь; 2 – фреза



Схемы накатывания резьбы плашками (а)  
 и роликами (б)

## Шлифовальные круги

### 7. АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

К абразивному инструменту относят инструмент, рабочие поверхности которого содержат большое число режущих зерен из различного рода абразивного материала. В настоящее время чаще всего применяют электрокорунд, карбид кремния, синтетический алмаз и эльбор.










Используя абразивный материал и связку, производят абразивный инструмент, который в зависимости от формы можно разбить на четыре группы: шлифовальные круги, головки, сегменты и бруски.

Виды кругов	Эскиз	Обозначение типов
Плоские: прямого профиля		ПП
с двусторонним коническим профилем		2П
45°-ного конического профиля		3П
с малым углом конического профиля до 30°		4П
с выточкой		ПВ
с конической выточкой		ПВК
с двусторонней выточкой		ПВД
Чашки: цилиндрические		ЧЦ
конические		ЧК

## Шлифовальные головки

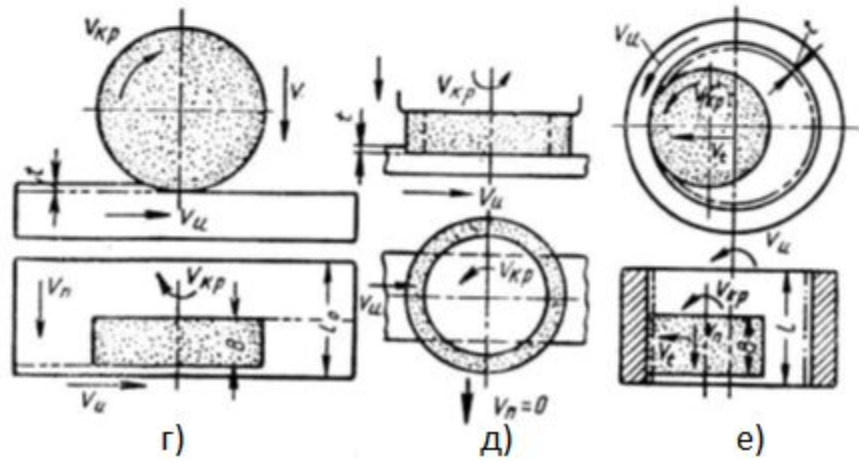
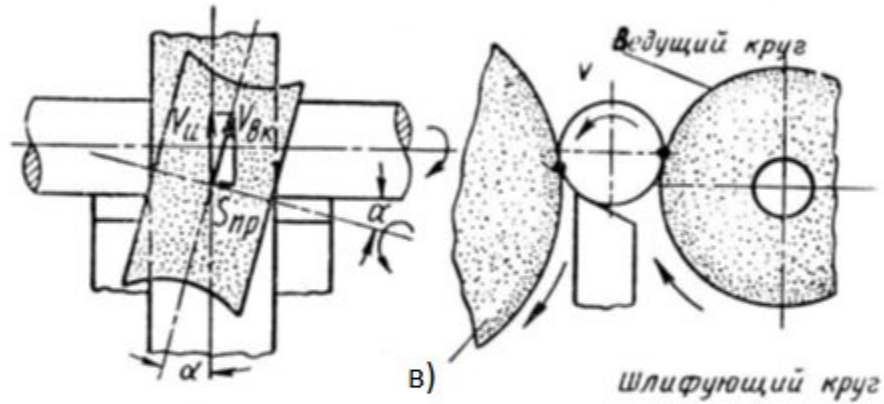
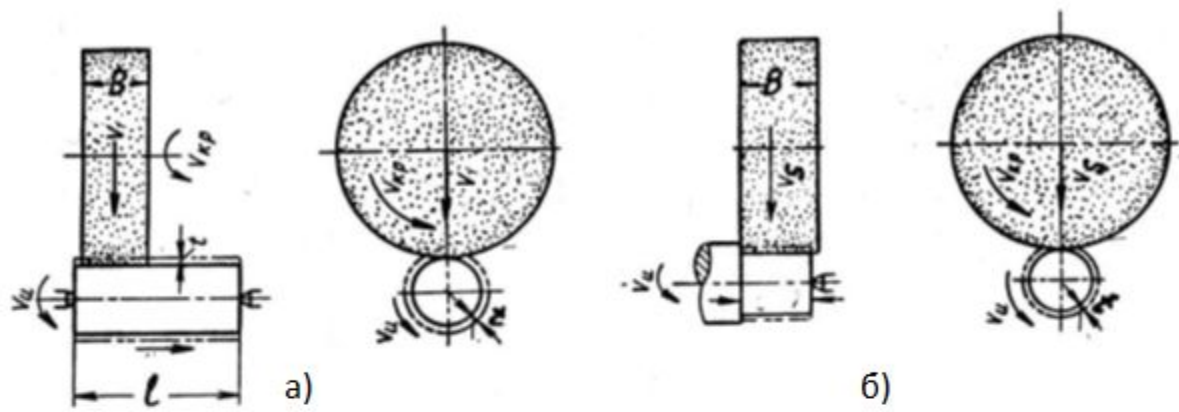
Виды головок	Формы сечений	Обозначение типов
Цилиндрические		AW
Угловые		DW
Конические: с углом конуса 60° с закругленной вершиной		EW60°
		KW
Сводчатые		F-1W
Шаровые		F-2W
Шаровые с цилиндрической поверхностью		FW

## Шлифовальные сегменты

Виды сегментов	Эскиз	Обозначение типов	Виды сегментов	Эскиз	Обозначение типов
Плоские		СП	Трапециевидные		5С
Выпукло-вогнутые		1С			6С
Вогнуто-выпуклые		2С			7С
Выпукло-плоские		3С	Специальные		8С
Плоско-выпуклые		4С			

## Шлифовальные бруски

Наименование брусков	Эскиз	Обозначение типов	Наименование брусков	Эскиз	Обозначение типов
Квадратные		Б Кв	Круглые		БКр
Плоские		БП	Полукруглые		БПкр
Треугольные		БТ	Плоские для хонингования (специальные)		БХ



Схемы резания при шлифовании:  
 а – наружное с поперечной и продольной подачами;  
 б – наружное с поперечной подачей;  
 в – бесцентровое наружное на проход;  
 г – плоское периферией круга;  
 д – плоское торцом круга;  
 е – круглое внутреннее