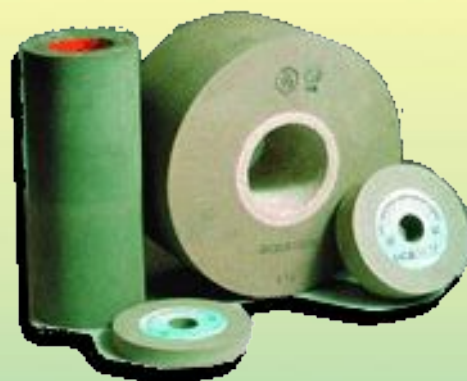
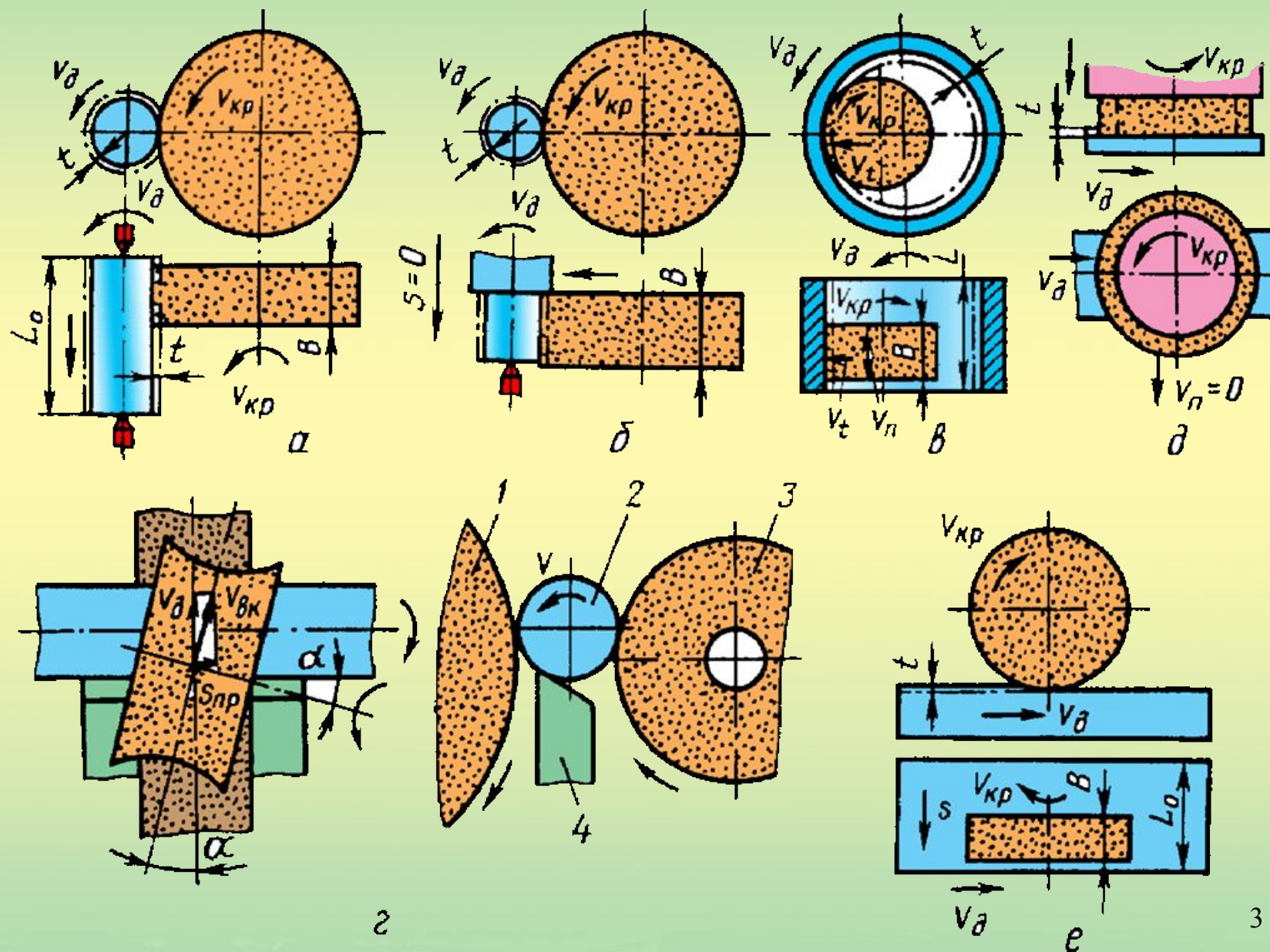


Отделочные методы обработки материалов резанием.

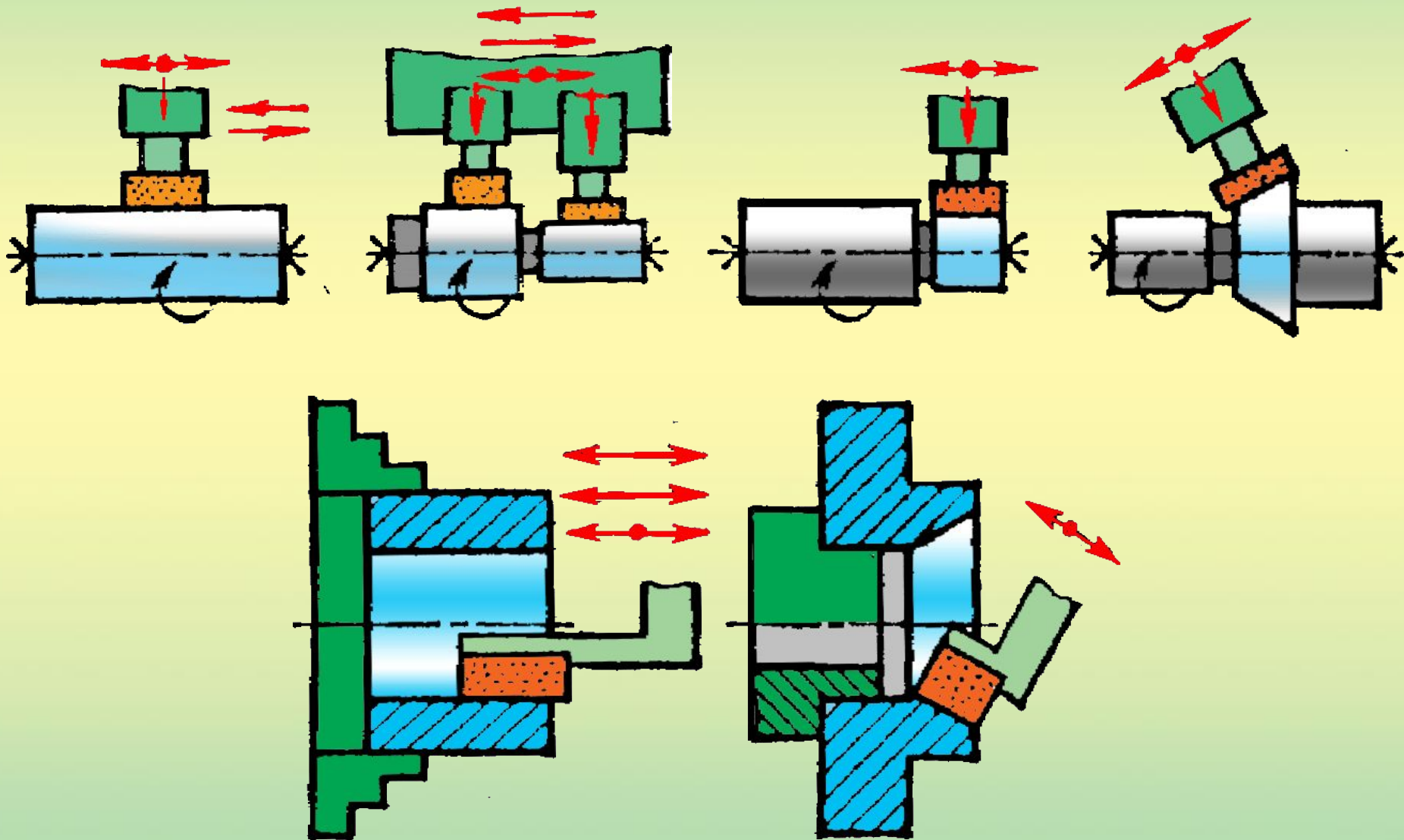


Шлифование. Виды работ выполняемые шлифованием.

Возможные варианты схем шлифования

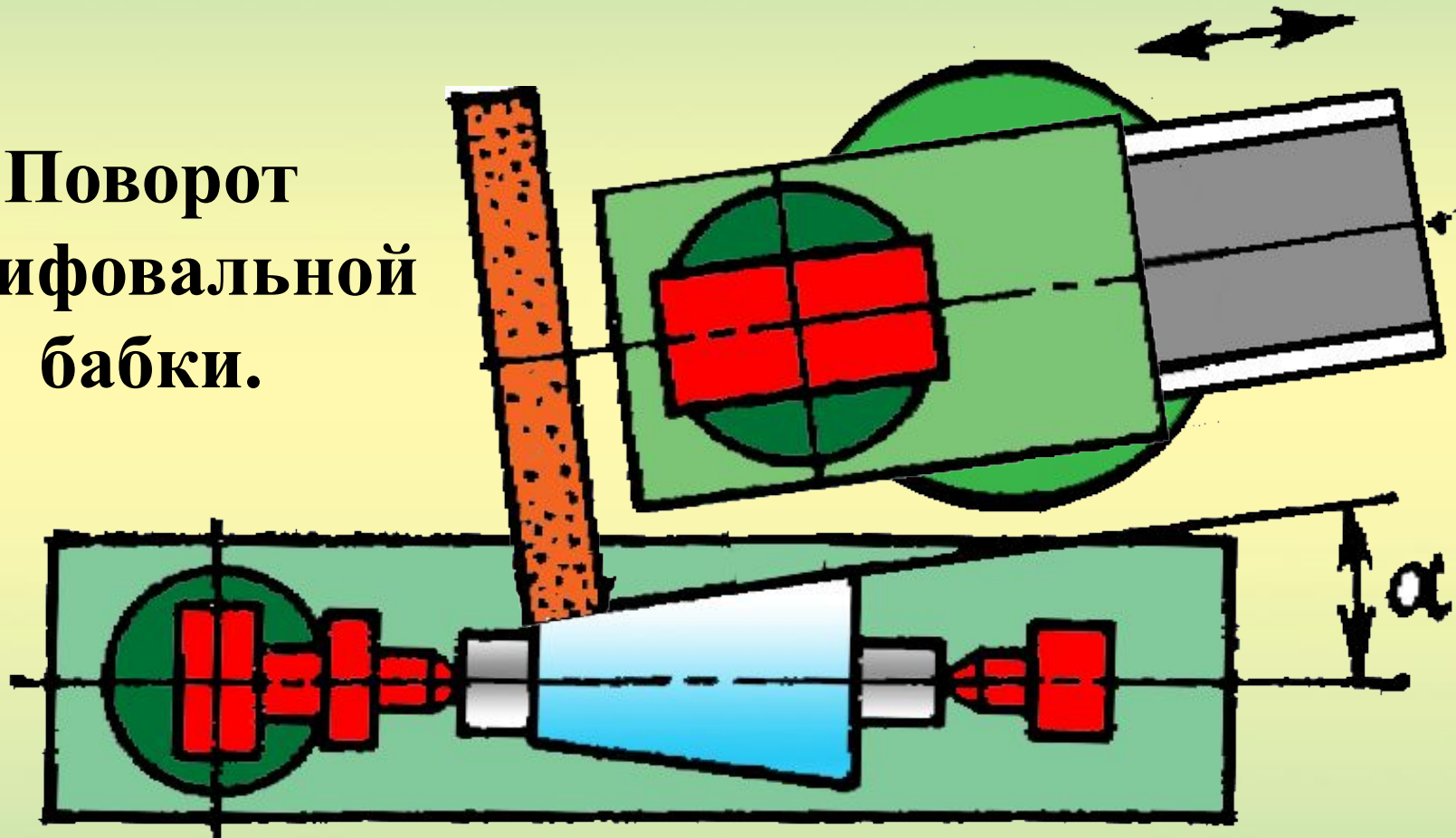


Схемы обработки поверхностей



Способ шлифования конической поверхности

Поворот
шлифовальной
бабки.

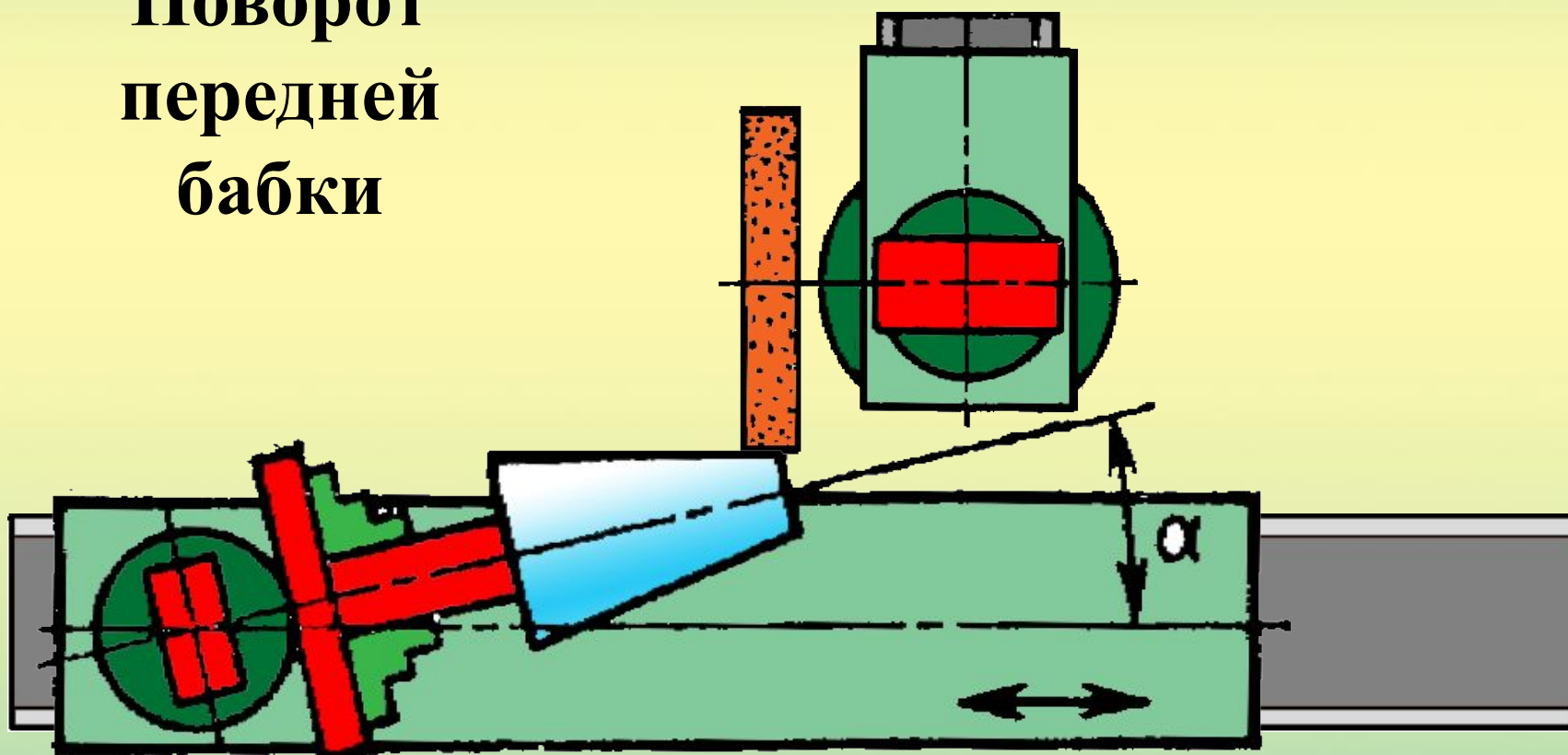


ОГАУ

Кафедра "Ремонт машин"

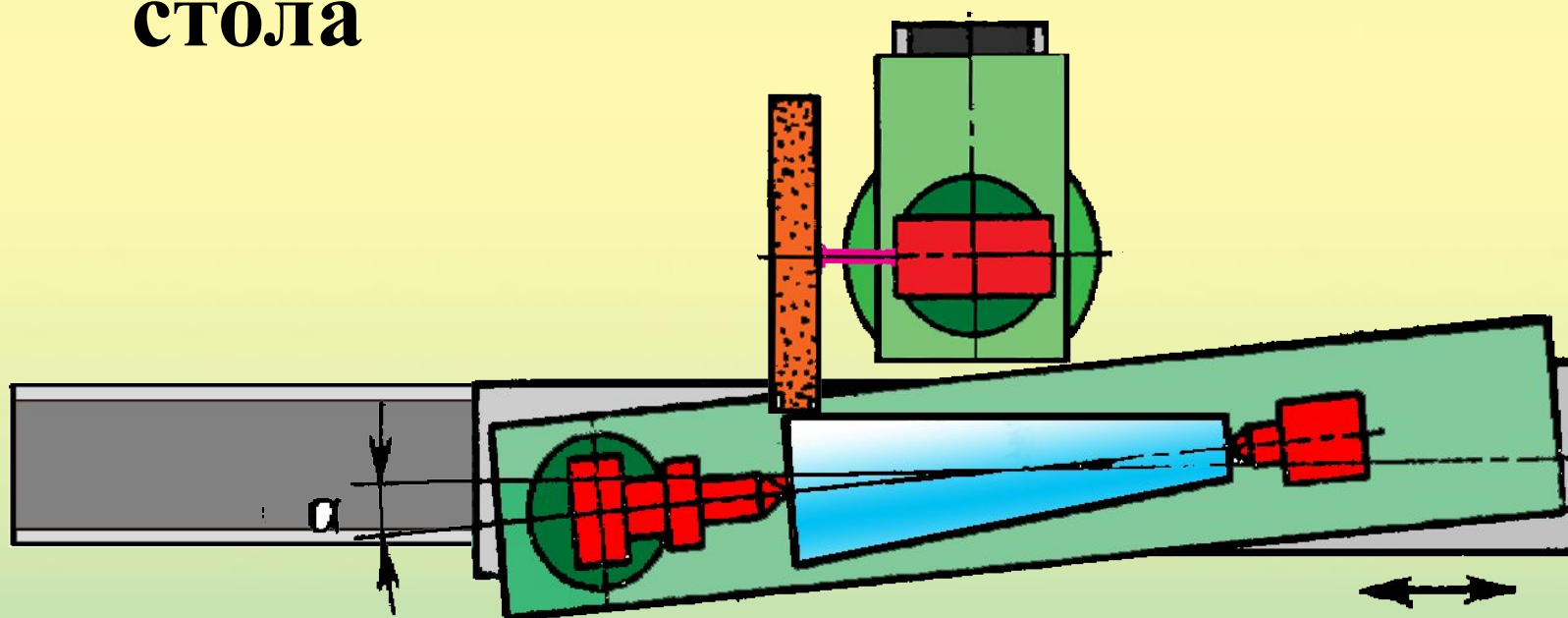
Способ шлифования конической поверхности

Поворот
передней
бабки

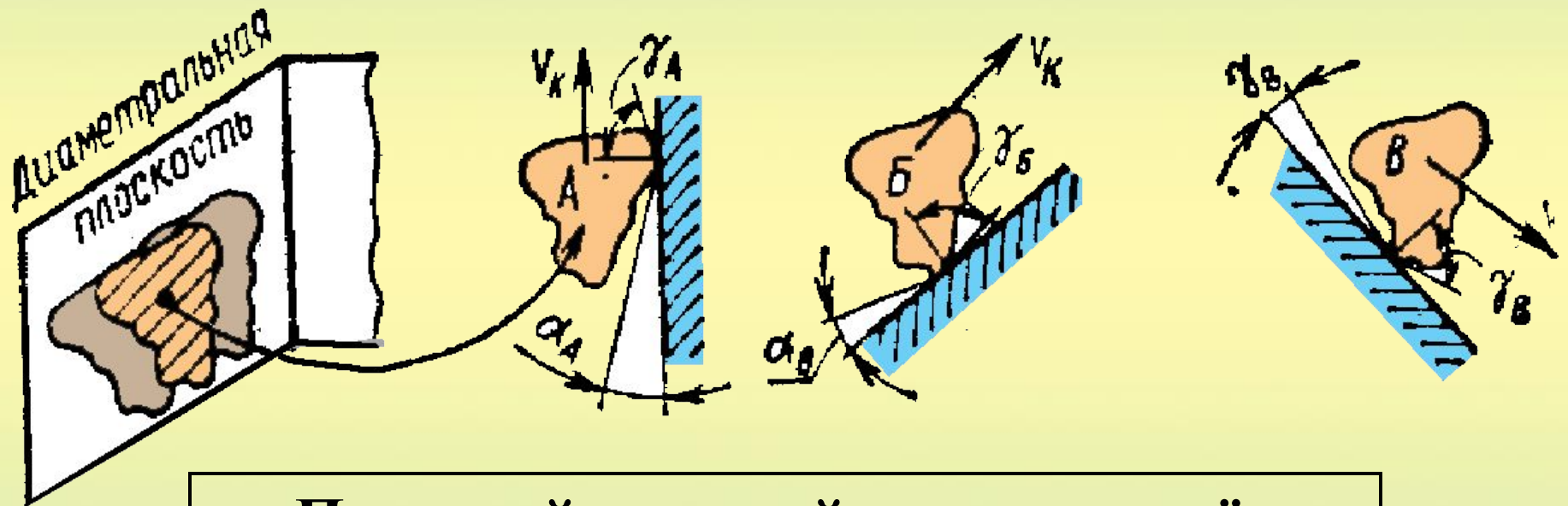


Способ шлифования конической поверхности

Поворот стола

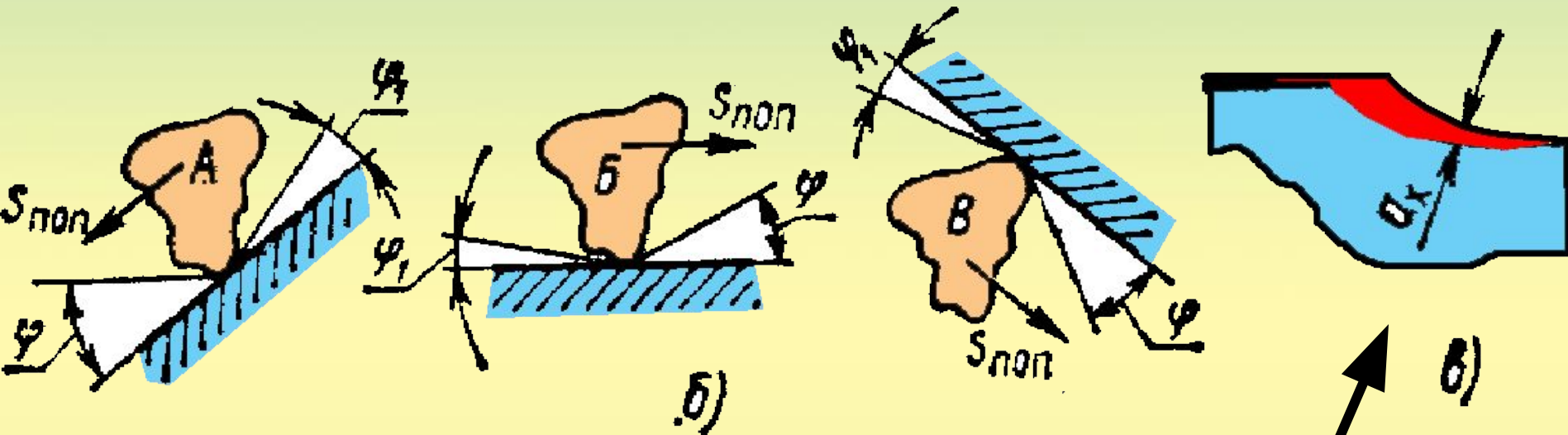


Геометрия абразивного зерна при работе шлифовального круга



Передний и задний углы при трёх
направлениях скорости V_3

Геометрия абразивного зерна при работе шлифовального круга



Углы в плане при трёх
направлениях поперечной подачи

Толщина a_x срезаемого слоя за один
оборот круга в любом сечении

Абразивные материалы

Измельченный на фракции абразивный материал называют *шлифовальным*.

Фракция- это совокупность абразивных зерен в установленном интервале размеров.

Электрокорунды

Электрокорунд состоит из окиси алюминия Al_2O_3 и некоторого количества примесей. Содержание окиси алюминия может колебаться от 93 до 96% в нормальном электрокорунде и от 97 до 99% и более - в белом и легированном электрокорундах и монокорунде.

Разновидности электрокорундов отличаются друг от друга большим или меньшим содержанием окиси алюминия.

Электрокорунды

Электрокорунды бывают четырех видов:

а) нормальный электрокорунд (1А), выплавляемый из бокситов, и его разновидности: 12А, 13А, 14А, 15А, 16А;

б) белый электрокорунд (2А), выплавляемый из глинозема: и его разновидности: 22А, 23А, 24А, 25А;

в) легированные электрокорунды, выплавляемые из глинозема с различными добавками: хромистый электрокорунд (3А) и его разновидности 32А, 33А, 34А, а также титанистый электрокорунд (3А) и его разновидность 37А;

г) монокорунд (4А), выплавляемый из боксита с сернистым железом и восстановителем с последующим выделением монокристаллов корунда.

Карбид кремния

КАРБИД КРЕМНИЯ- соединение кремния с углеродом, имеет темно сине и зеленые окраски зерен.

Зеленый карбид кремния-
62С, 63С и 64С , содержит
не менее 97% кремния.

Черный карбид кремния-
52С, 53С, 54С, 55С,
содержит до 95%
кремния.

Теплостоек способен
выдерживать до 2050С° .



КАРБИД БОРА - обладает высокой абразивной способностью, износостойкостью и химической стойкостью.

Карбид бора химическое соединение содержит до 87-94% элементарного бора,

НИТРИД БОРА (КНБ) Соединение бора и азота По твердости близок к алмазу но высокая теплостойкость до 1200 градусов а алмаз до 600с

АЛМАЗ ПРИРОДНЫЙ (А)

АЛМАЗ СИНТЕТИЧЕСКИЙ (АС) АСО, АСР, АСВ, АСК,

Зернистость абразивного материала

Шлифзерно	200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16
Шлифпорошки	12, 10, 8, 6, 5, 4, 3
Микропорошки	M63, M50, M40, M28, M20, M14
Тонкие микропорошки	M10, M7, M5

ОГАУ

Кафедра "Ремонт машин"

Твердость абразивных инструментов

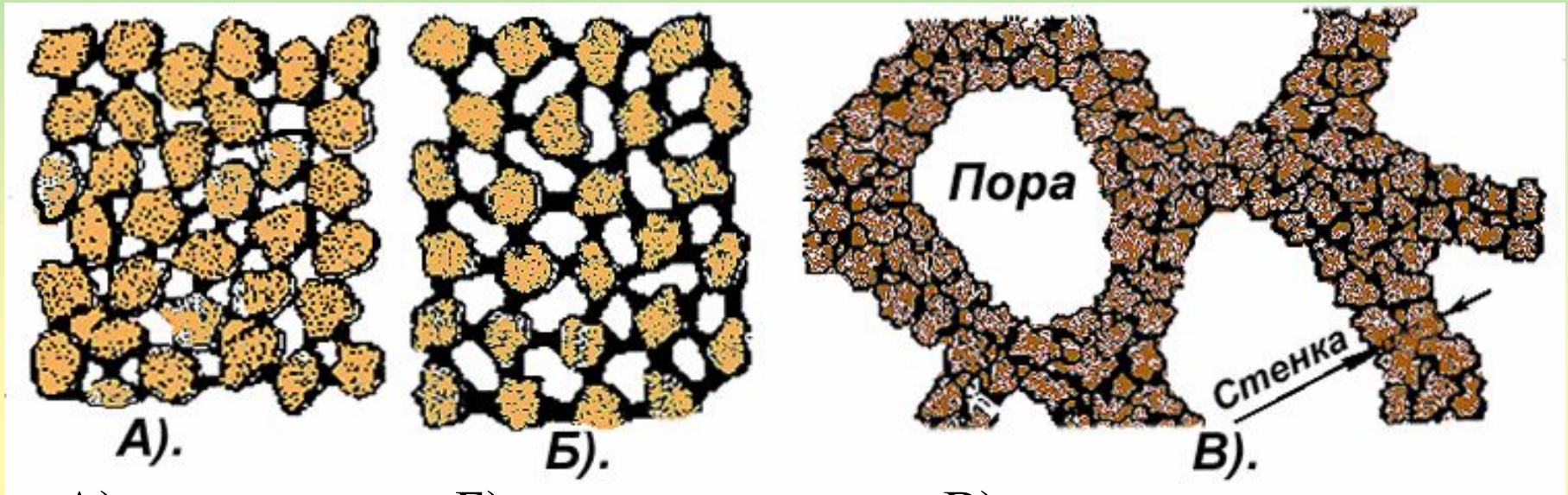
Твердость абразивного инструмента характеризует прочность связи в нем абразивных зерен между собой. Поэтому из зерен самого твердого абразивного материала можно изготовить мягкие абразивные инструменты и, наоборот, из абразивного материала малой твердости можно изготовить твердые абразивные инструменты. Мягкими абразивными инструментами (в отличие от твердых) называют такие, из которых абразивные зерна легко выкрашиваются.

Твердость абразивных инструментов характеризует прочность закрепления абразивных зерен в инструменте с помощью связки, поэтому она определяется количеством и свойствами связки, введенной в инструмент.

Обозначение твердости кругов

Обозначение твердости кругов		Степень твердости
<i>Мягкий</i>	М	М1, М2, М3
<i>Среднемягкий</i>	СМ	СМ1, СМ2
<i>Средний</i>	С	С1, С2
<i>Среднетвердый</i>	СТ	СТ1, СТ2, СТ3
<i>Твердый</i>	Т	Т1, Т2
<i>Весьма* твердый</i>	ВТ	ВТ1, ВТ2
<i>Чрезвычайно твердый</i>	ЧТ	ЧТ1, ЧТ2

Шлифовальные круги различной структуры



А) закрытая

Б) открытая

В) высокопористая

Под структурой понимают соотношение между абразивными зернами и порами

Различают 4 группы

- | | | |
|----------------------------|-------------------|-----------|
| 1. ПЛОТНАЯ (0-3) | соотношение зерен | 62- 56 % |
| 2. СРЕДНЯЯ (4-8) | | 54-46 ; % |
| 3. ОТКРЫТАЯ (9-12) | | 44-38 % |
| 4. ОЧЕНЬ ОТКРЫТАЯ (13-20) | | 36-22 % |

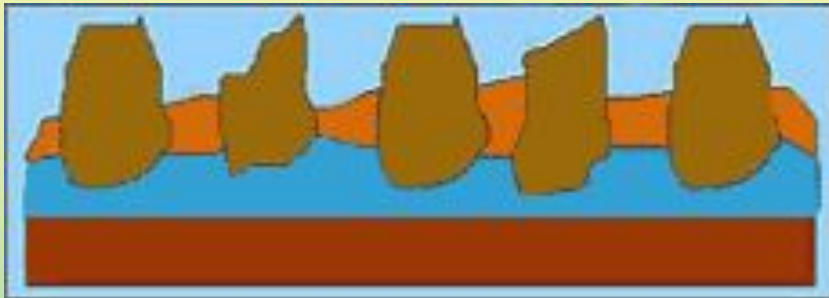
Открытые и закрытые структуры абразивов

Закрытое покрытие

Абразивные зерна занимают 90 - 95% поверхности

Высокое качество обрабатываемой поверхности

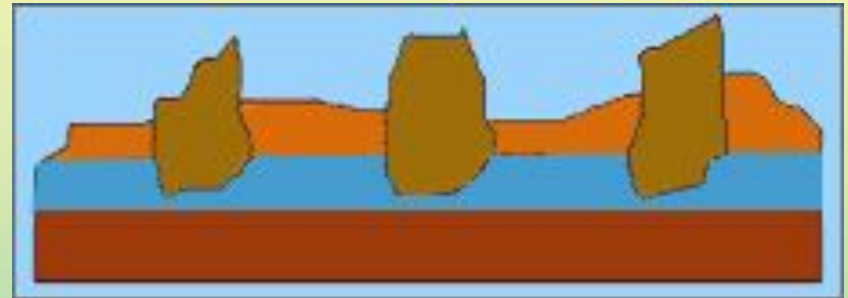
Длительный срок службы.



Открытое покрытие

Абразивные зерна занимают 50 - 75% поверхности

Улучшенный сход стружки с поверхности абразивного материала.



Связки

Связка – вещество или совокупность веществ, применяемых для закрепления зерен в инструменте. Связки делят на неорганические и органические.

К неорганическим связкам относят керамическую, силикатную и магнезиальную;

К органическим бакелитовую и вулканитовую.

Наибольшее применение имеют керамические, бакелитовые и вулканитовые связки.

СВЯЗКИ

КЕРАМИЧЕСКАЯ (К) В ее состав входит огнеупорная глина ,полевой шпат, кварц ,мел, тальк. Круги изготовленные из этой связки имеют небольшую пористость хорошо режут металл но хрупки.

СИЛИКАТНАЯ (С) Изготавливается из жидкого стекла смешанного с окисью цинка , мелом , глиной. Круги на основе этой связки быстро изнашиваются.

БАКЕЛИТОВАЯ (Б) Изготавливается из бакелита (искусственная смола) Круги обладают большой прочностью но быстро изнашиваются из за выгорания смазки при температуре выше 300С°. Связка **НЕ СТОЙКА ПРОТИВ ЩЕЛОЧИ**. Упругость связки дает возможность изготавливать круги толщиной 0,5 мм для прорезных работ.

ВУЛКАНИТОВАЯ (В) Синтетический каучук с добавками. Эластичные но не прочные круги, при температуре выше 150С° выгорают.

Связки

Керамическая связка (К) состоит из огнеупорной глины, полевого шпата, кварца, мела, талька и других составляющих. Круги, изготовленные на керамической связке, имеют наибольшую пористость и поэтому меньше засаливаются, легко режут металл и обладают хорошей водоупорностью, допускают шлифование с охлаждением. Недостатком керамической связки является хрупкость, которая делает абразивные инструменты чувствительными к ударной нагрузке.

Связки

Силикатную связку (С) изготавливают из жидкого стекла, которое смешивают с окисью цинка, мелом, глиной и др. Силикатная связка обладает достаточной прочностью. Круги на такой связке быстро изнашиваются, но работают с малым выделением теплоты при резании. Их применяют, когда поверхность заготовки чувствительна к повышению температуры при шлифовании. Круги на силикатной связке обычно используют без охлаждения.

Связки

В бакелитовой связке (В) главной составляющей является жидкий или порошкообразный бакелит (искусственная смола). Круги на такой связке обладают большой прочностью, но быстро изнашиваются. При тяжелых условиях работы, когда температура в зоне резания достигает 3000С и более, связка начинает выгорать, а зерна преждевременно выкрашиваются. Указанные круги используют главным образом без охлаждения. Бакелитовая связка несколько разрушается под действием щелочных растворов, находящихся в охлаждающей жидкости. Поэтому охлаждающая жидкость в случае применения кругов на этой связке не должна содержать свыше 1.5% щелочи.

Связки

Упругость бакелитовой связки, связки дает возможность изготавливать тонкие круги (высотой 0.5 мм) для абразивной прорезки. Эти свойства бакелитовой связки обеспечили ей широкое распространение в производстве абразивных инструментов. Из-за больших прочности и упругости бакелитовой связи шлифовальные круги, изготовленные на ней, могут работать с повышенными скоростями (50-65 м/с).

Связки

Магнезиальная связка состоит из акустического магнезита и раствора хлористого магния. Она имеет ограниченное применение, так как круги, изготовленные на ней, неоднородны, быстро неравномерно изнашиваются. Они гигроскопичны, их можно использовать только для сухого шлифования.

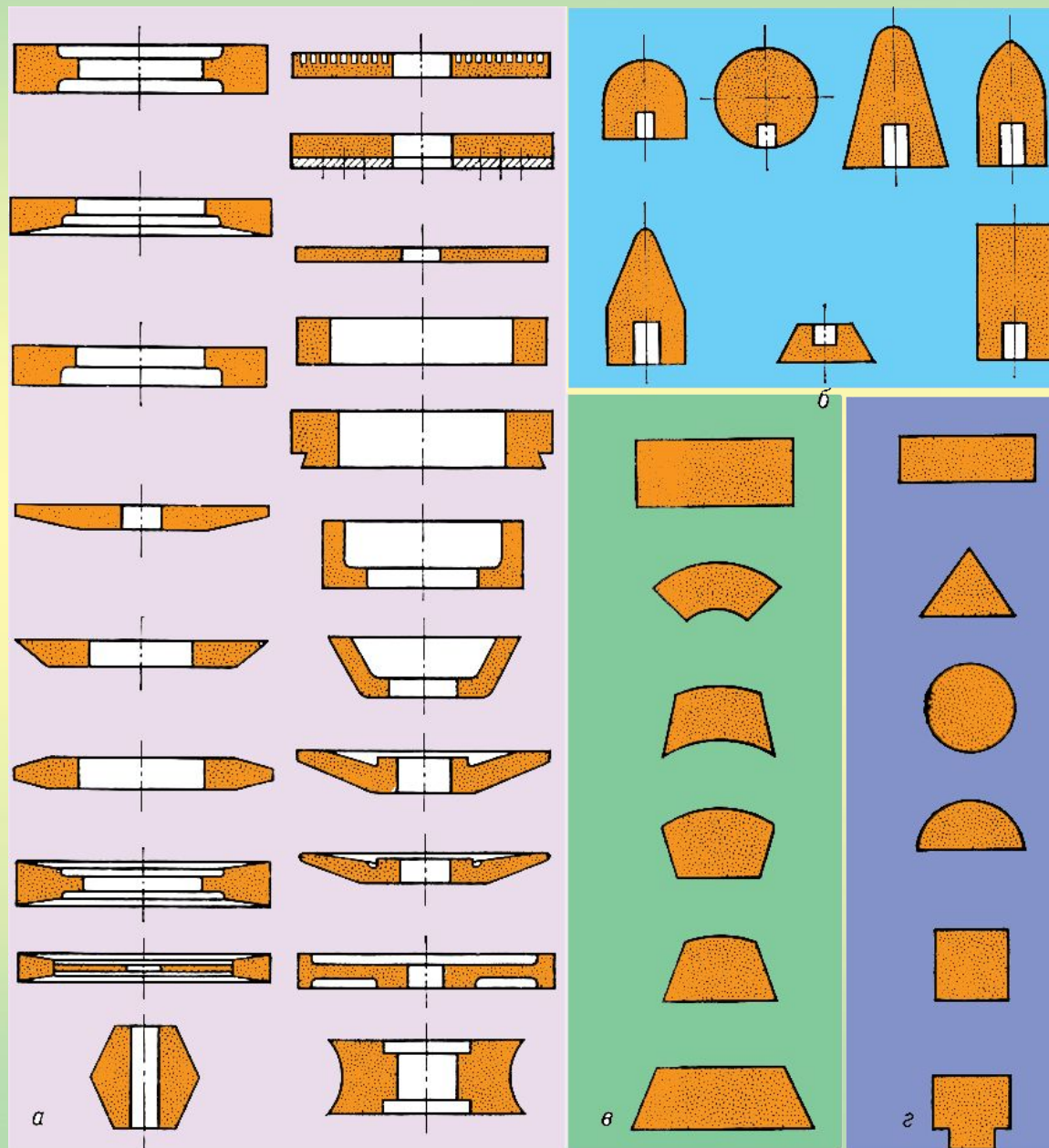
Связки

Вулканитовая связка (В) состоит главным образом из синтетического каучука с различными добавками, которые влияют на твердость, прочность и эластичность инструмента. Круги на вулканитовой связке обладают большей упругостью, чем на бакелитовой, и поэтому применяются для абразивной прорезки.

Класс точности абразивных инструментов

Точность размеров и геометрической формы абразивного инструмента характеризуется тремя классами **АА**, **А** и **Б**. Для менее ответственных операций абразивной обработки применяют абразивный инструмент класса **Б**. Более точным и качественным является абразивный инструмент класса **А**. Для работы в автоматических линиях, на высокопрецизионных и многокруговых станках применяют прецизионный абразивный инструмент класса **АА**, отличающийся наибольшей точностью геометрических параметров, однородностью зернового состава, уравновешенностью абразивной массы и изготавливаемый из лучших сортов шлифовальных материалов.

Форма абразивных инструментов



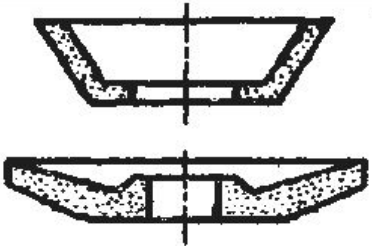
а — шлифовальные
круги

б — шлифовальные
головки

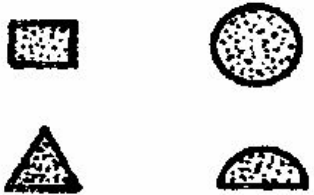
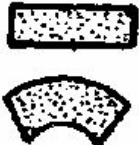
в — сегменты

г — бруски

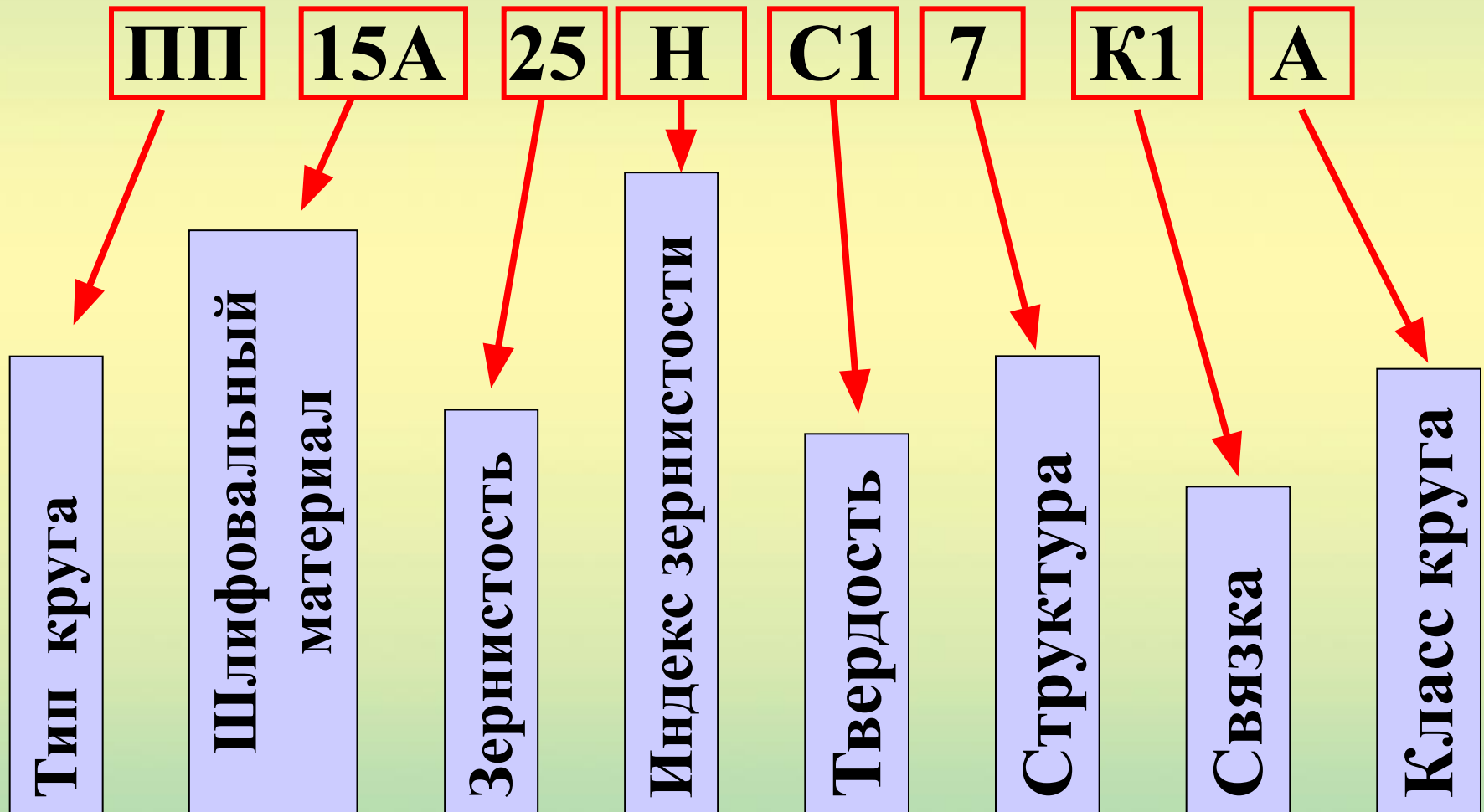
Форма абразивного инструмента

Форма	Наименование,	Применение
	<i>Плоские прямого профиля <u>ПП</u></i>	<i>Круглое наружное и внут- реннее, бесцентровое шлифование периферией круга, заточка резцов</i>
	<i>Плоские с двусторонней конической выточкой</i>	<i>Круглое шлифование с подрезкой торца</i>
	<i>Кольца <u>К</u>; чашки цилиндрические <u>ЧЦ</u></i>	<i>Плоское шлифование торцом круга</i>
	<i>Чашки — конические <u>ЧК</u>; тарелки <u>Т</u></i>	<i>Заточка инструмента</i>

Форма абразивного инструмента

Форма инструмента	Наименование, обозначение	Применение
	<i>Диски Д</i>	<i>Отрезание, прорезание пазов</i>
	<i>Бруски: квадратные БКв, круглые БКр, трехгранные БТ, полукруглые БПкр</i>	<i>Для ручных работ</i>
	<i>Бруски: квадратные БКв, плоские БХ</i>	<i>Для хонингования и суперфиниша</i>
	<i>Сегменты: плоские СП, выпукло-вогнутые 1С, 2С</i>	<i>Для наборных кругов в зависимости от типа станка и конструкции сегментной головки или оправки</i>

Маркировка абразивного инструмента



Маркировка характеристики абразивных инструментов

Типы кругов (ГОСТ 2424-83)		Шлифовальные материалы (новые материалы по ГОСТ 2424-83)						Зернистость			Индекс зернистости (по ГОСТ 3647-80)			Твердость				Структура		Связка			Класс круга								
		Наименование		Обозначение марки		Наименование		Обозначение марки		Группа	Номер		Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции	Для кругов на керамической и бакелитовой связках		Для кругов на вулканитовой связке		Наименование	Номер	Вид	Разновидность	Обозначение по ГОСТ 2424-83							
		старое	новое	старое	новое	старое	новое	по ГОСТ 3647-80	в двойной системе																						
ПП	Электроразрушающие	нормальный	—	16А	Электрокорунд	Монокорунд	—	45А	Шлифзерна	200	10	В	M63-M14	60	весьма мягкий	ВМ1	СМ	плотная	1	Керамическая	К1	АА	А								
2П			35	15А			M8	44А		160	12		M10-M5	55		ВМ2			2												
3П			34	14А			M7	43А		125	16		200-4	55		M1			3												
Т			33	14А			—	55А		100	20		M63-M14	50		M2			4												
ПВ			32	13А			K48	54С		80	24		M10-M5	45		M3			С					средняя	7	6	8	9	10	11	12
ПВК			—	12А			K47	53С		63	30		200-32	45		СМ1															
ПВД		—	25А	—	52С	50	36	25-16		45	СМ2	6																			
ПВДК		39А	24А	—	64С	40	46	12-8		45	С2	7																			
ПВДС		39	23А	K39	63С	32	54	6-4		40	СТ1	8																			
ПН		38	22А	K38	63С	20	70	M63-M28		45	СТ2	9																			
1Т		белый	Карбид кремния	зеленый	—	64С	16	80		Д	200-32	41	26-16	41	весьма твердый	ВТ	Т	10	11		12										
К																						39А		24А	—	64С	12	100	6-4	40	СТ3
ЧЦ	39								23А													K39		63С	10	120	M20-M5	40	T1	12	
ЧК	38								22А													K38		63С	8	150	12-8	41	T2	13	
	37А								37А													—		62С	6	180	6-4	—	ЧТ	14	
	37А								37А													—		62С	5	230	6-4	—	ЧТ	15	
	хромистый	—	32А	—	62С	—	62С	Тонкие микропорошки	По ГОСТ 3447-80			Д	M63 M50 M40 M28 M20 M14			чрезвычайно твердый	ЧТ	Т	10		11	12									
									M63 M50 M40 M28 M20 M14				M63 M50 M40 M28 M20 M14											M10 M7 M5							
									M63 M50 M40 M28 M20 M14				M63 M50 M40 M28 M20 M14							M10 M7 M5											
									M63 M50 M40 M28 M20 M14				M63 M50 M40 M28 M20 M14												M10 M7 M5						
									M63 M50 M40 M28 M20 M14				M63 M50 M40 M28 M20 M14													M10 M7 M5					
									M63 M50 M40 M28 M20 M14				M63 M50 M40 M28 M20 M14														M10 M7 M5				

Маркировка характеристики абразивных инструментов

Типы кругов (ГОСТ 2424-83)	Шлифовальные материалы (новые материалы по ГОСТ 2424-83)						Зернистость		Индекс зернистости (по ГОСТ 3647-80)			Твердость		Структура		Связка		Класс круга				
	Наименование	Обозначение марки		Наименование	Обозначение марки		Группа	Номер		Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции	Для кругов на керамической и бакелитовой связках	Для кругов на вулканитовой связке	Наименование	Номер	Вид		Разновидность			
		старое	новое		старое	новое		по ГОСТ 3647-80	в дюймовой системе													
ПП	Электрокорунд	нормальный	—	16A	Электрокорунд	Монокорунд	Шлифзерна	200	10	В	M63-M14	60	весьма мягкий	ВМ1	СМ	Плотная	1	К1	АА			
2П			35	15A				M8	44A		160	12		M10-M5						55	ВМ2	
3П			34	14A				M7	43A		125	16		200-4						55	M1	
Т			33	14A				—	55A		100	20		M63-M14						50	мягкий	M2
ПВ			32	13A				—	54C		80	24		M10-M5						45		M3
ПВК			—	12A				K48	54C		63	30		200-32						45	средне-мягкий	СМ1
ПВД		Электрокорунд		—	25A	K47		53C	50	36	П	25-16	45	СМ2								
ПВДК		белый	39A	24A	—	52C		40	46	12-8		45	средний	С1	С							
ПН			39	23A	—	64C		32	54	6-4		40		С2								
1Т			38	22A	K39	63C		20	70	M63-M28		45	средне-твердый	СТ1	СТ							
К			хромистый	3ХА	34A	K38		63C	16	80		M20-M5		40			СТ2					
ЧЦ				3ХБ	33A	K37		63C	12	100		200-32	41	твердый	Т1		Т					
ЧК	—		32A	K36	63C	10	120	26-16	41	Т2												
	титанистый	3Т	37A				По ГОСТ 3447-80 M63 M50 M40 M28 M20 M14	По ГОСТ 3447-80	По ГОСТ 3447-80	Д	12-8	41	весьма твердый	ВТ		9	В1	Б				
								M63 M50 M40	M28 M20 M14		6-4	—		чрезвычайно твердый					ЧТ			
								M63 M50 M40	M28 M20 M14		M10 M7 M5	M63-M28								43		
								M63-M28	39		M20-M5	39										

Маркировка характеристики абразивных инструментов

[illegible]

Маркировка характеристики абразивных инструментов

Типы кругов (ГОСТ 2424-83)	Шлифовальные материалы (новые материалы по ГОСТ 2424-83)						Зернистость			Индекс зернистости (по ГОСТ 3647-80)			Твердость			Структура		Связка		Класс круга																				
	Наименование		Обозначение марки		Наименование		Обозначение марки		Группа	Номер		Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции	Для кругов на керамической и бакелитовой связках		Для кругов на вулканитовой связке		Наименование		Номер	Вид	Разновидность																	
										старое	новое													по ГОСТ 3647-80	в дюймовой системе															
ПП	Электрокорунд	нормальный	—	16A	Электрокорунд	Монокорунд	—	45A	Шлифзерна	200	10	В	M63-M14	60	весьма мягкий	BM1 BM2	среднемягкий	СМ	Плотная	1	К1	Керамическая																		
2П			35	15A			M8	44A		160	12		M10-M5	55									мягкий	M1 M2 M3	средний	С	2	К2												
3П			34	14A			M17	43A		125	16		200-4	55															средне-мягкий	СМ1 СМ2	средний	С	3	К3						
Т			33	14A			—	55A		100	20		M63-M14	50																					средний	С1 С2	среднетвердый	СТ	4	К4
ПВ			32	13A			K48	54C		80	24		M10-M5	45																										
ПВК		—	12A	K47	53C	63	30	200-32		45	весьма твердый		BT CT	твердый	Т	6	К6																							
ПВД		—	25A	—	52C	50	36	25-16		45								чрезвычайно твердый		ЧТ		чрезвычайно твердый	Т	7	К7															
ПВДК		39A	24A	—	64C	40	46	12-8		45																чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	8	К8									
ПН		39	23A	K39	63C	16	80	6-4		40																						чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	9	К9			
1Т		38	22A	K38	63C	12	100	M63-M28		45																												чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый
К		37	23A	K37	63C	10	120	M20-M5		40	чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	11	К11																							
ЧЦ	38	22A	K36	63C	8	150	200-32	41		чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	12	К12																
ЧК	—	32A	—	62C	5	230	26-16	41																	чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	13	К13										
	37A	23A	—	62C	4	280	12-8	41																							чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	14	К14				
	37A	23A	—	62C	По ГОСТ 3447-80		6-4	—																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т
	37A	23A	—	62C	M63 M50 M40		M63-M28	43			чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	16	К16																							
	37A	23A	—	62C	M28 M20 M14		M20-M5	39		чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	17	К17																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	18	К18										
	37A	23A	—	62C																											чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	19	К19				
	37A	23A	—	62C																																	чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	21	К21																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	22	К22																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	23	К23										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										24	К24								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	25	К25		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	26	К26																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	27	К27																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	28	К28										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										29	К29								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	30	К30		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	31	К31																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	32	К32																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	33	К33										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										34	К34								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	35	К35		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	36	К36																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	37	К37																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	38	К38										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										39	К39								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	40	К40		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	41	К41																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	42	К42																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	43	К43										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										44	К44								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	45	К45		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	46	К46																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	47	К47																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	48	К48										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										49	К49								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	50	К50		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	51	К51																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	52	К52																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	53	К53										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										54	К54								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	55	К55		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	56	К56																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	57	К57																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	58	К58										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										59	К59								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	60	К60		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	61	К61																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	62	К62																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	63	К63										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										64	К64								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	65	К65		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	66	К66																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	67	К67																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	68	К68										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										69	К69								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	70	К70		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	71	К71																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	72	К72																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	73	К73										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										74	К74								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	75	К75		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	76	К76																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	77	К77																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	78	К78										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										79	К79								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	80	К80		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	81	К81																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	82	К82																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	83	К83										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										84	К84								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	85	К85		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	86	К86																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	87	К87																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	88	К88										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										89	К89								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	90	К90		
	37A	23A	—	62C							чрезвычайно твердый		ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	91	К91																							
	37A	23A	—	62C						чрезвычайно твердый								ЧТ		чрезвычайно твердый		Т	92	К92																
	37A	23A	—	62C																					чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	93	К93										
	37A	23A	—	62C					чрезвычайно твердый			ЧТ							чрезвычайно твердый		Т										94	К94								
	37A	23A	—	62C																													чрезвычайно твердый	ЧТ	чрезвычайно твердый	Т	95	К95		
	37A	23A																																						

Маркировка характеристики абразивных инструментов

Индекс-зернистости (по ГОСТ 3647-80)		
Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции
В	М63-М14	60
	М10-М5	55
П	200-4	55
	М63-М14	50
	М10-М5	45
Н	200-32	45
	25-16	45
	12-8	45
	6-4	40

Маркировка характеристики абразивных инструментов

Типы кругов (ГОСТ 2424-83)	Шлифовальные материалы (новые материалы по ГОСТ 2424-83)						Зернистость			Индекс зернистости (по ГОСТ 3647-80)			Твердость		Структура		Связка		Класс круга					
	Наименование	Обозначение марки		Наименование	Обозначение марки		Группа	Номер		Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции	Для кругов на керамической связках	Для кругов на вулканитовой связке	Наименование	Номер	Вид	Разновидность						
		старое	новое		старое	новое		по ГОСТ 3647-80	в дюймовой системе															
ПП	Электрокорунд	нормальный	—	16A	Электрокорунд	Монокорунд	Шлифзерна	200	10	В	M63-M14	60	весьма мягкий	8M1	СМ	Плотная	1	Керамическая	K1					
2П			35	15A				M8	44A		160	12		M10-M5			55		8M2	2	K2			
3П			34	14A				M7	43A		125	16		200-4			55		M1	3	K3			
Т			33	14A				—	55A		100	20		M63-M14			50		M2	4	K4			
ПВ			32	13A				—	54C		80	24		M10-M5			45		M3	5	K5			
ПВК		белый	—	12A	Черный	K48		54C	63	30	П	200-32	45	средне-мягкий	СМ1		С	6	Керамическая	K6				
ПВД			—	25A				K47	53C	50		36	25-16		45			СМ2		7	K7			
ПВДК			39A	24A				—	64C	40		46	12-8		45			С2		8	K8			
ПВДС			39	23A				K39	63C	32		54	6-4		40			средне-твердый		СТ1	СТ	9	Бакелитовая	B1
ПН			38	22A				K38	63C	20		70	M63-M28		45					СТ2		10		B2
1Т	хромистый	ЭХА	34A	Коричневый	зеленый	K37		63C	5	230	Д	200-32	41	твердый	T1		Т	11	Вулканитовая	B3				
К		ЭХБ	33A					K36	63C	4		280	26-16		41			Т2		12				
ЧЦ		—	32A					—	62C	По ГОСТ 3447-80		M63 M50 M40 M28 M20 M14	12-8		41			ЧТ						
ЧК	титанистый	ЭТ	37A					Тонкие микропорошки	M10 M7 M5			M63-M28	43											
											M20-M5	39												

Маркировка характеристики абразивных инструментов

Твердость			
Для кругов на керамической и бакелитовой связках		Для кругов на вулканитовой связке	
весьма мягкий	BM1	среднемягкий	CM
мягкий	BM2		
мягкий	M1		
мягкий	M2		
	M3	средний	C
средне-мягкий	CM1		
средне-мягкий	CM2		
средний	CI		
	C2	средне-твердый	
средне-твердый	CT1		
	CT2		

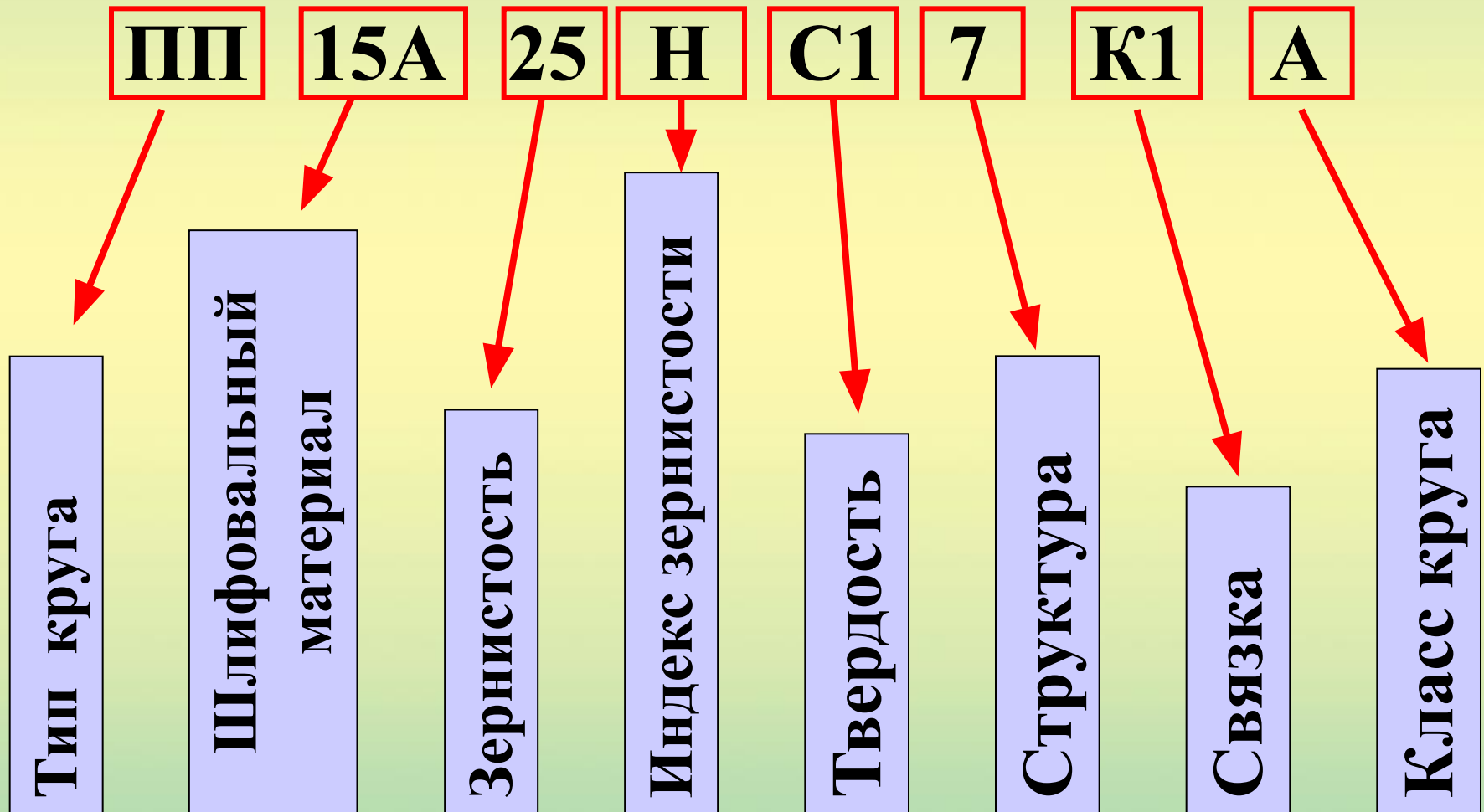
Маркировка характеристики абразивных инструментов

Типы кругов (ГОСТ 2424-83)	Шлифовальные материалы (новые материалы по ГОСТ 2424-83)						Зернистость				Индекс зернистости (по ГОСТ 3647-80)			Твердость				Структура		Связка		Класс круга по ГОСТ 2424-83		
	Наименование	Обозначение марки		Наименование	Обозначение марки		Группа	Номер		Индекс	Диапазон зернистости	% основной фракции	Для кругов на керамической и бакелитовой связках		Для кругов на вулканитовой связке		Наименование	Номер	Вид	Разновидность				
		старое	новое		старое	новое		по ГОСТ 3647-80	в дюймовой системе				весьма мягкий	мягкий	средне-мягкий	средний				средне-твердый	твердый		весьма твердый	чрезвычайно твердый
ПП	Электрокорунд	нормальный	—	16A	Электрокорунд	Монокорунд	Шлифзерна	200	10	В	M63-M14	60	весьма мягкий	ВМ1	СМ	плотная	1	Керамическая	К1	АА				
2П			35	15A				M8	44A		160	12		M10-M5							55	мягкий	ВМ2	средняя
3П			34	14A				M7	43A		125	16	200-4	55							средне-мягкий		M1	
Т			33	14A				—	55A		100	20	M63-M14	50	средний	M2	средняя					4		
ПВ			32	13A				—	54C		80	24	M10-M5	45		средне-твердый					M3		открытая	5
ПВК		—	12A	K48	54C	63		30	200-32		45	чрезвычайно твердый	СМ1	вулканитовая	6									
ПВД		—	25A	K47	53C	50		36	25-16		45		чрезвычайно твердый			СМ2	вулканитовая				7			
ПВДК		39A	24A	—	52C	40		46	12-8		45	чрезвычайно твердый		С1	вулканитовая	8								
ПН		39	23A	K39	63C	32		54	6-4		40		чрезвычайно твердый	С2			вулканитовая	9						
1Т		38	22A	K38	63C	16		80	M63-M28		45	чрезвычайно твердый		Т1	вулканитовая	10								
К	37A	34A	K37	63C	12	100	M20-M5	40	чрезвычайно твердый	Т2	вулканитовая		11											
ЧЦ	—	32A	K36	63C	10	120	200-32	41		чрезвычайно твердый		Т3		вулканитовая	12									
ЧК	—	32A	—	62C	8	150	26-16	41	чрезвычайно твердый		ЧТ	вулканитовая	13											
	37	37A			6	180	12-8	41		чрезвычайно твердый	ЧТ			вулканитовая	14									
	37	37A			4	280	6-4	—	чрезвычайно твердый		ЧТ	вулканитовая	15											
	37	37A			По ГОСТ 3447-80	M63 M50 M40 M28 M20 M14	M63-M28	43		чрезвычайно твердый	ЧТ			вулканитовая	16									
	37	37A			M10 M7 M5	M20-M5	39	чрезвычайно твердый	ЧТ		вулканитовая	17												

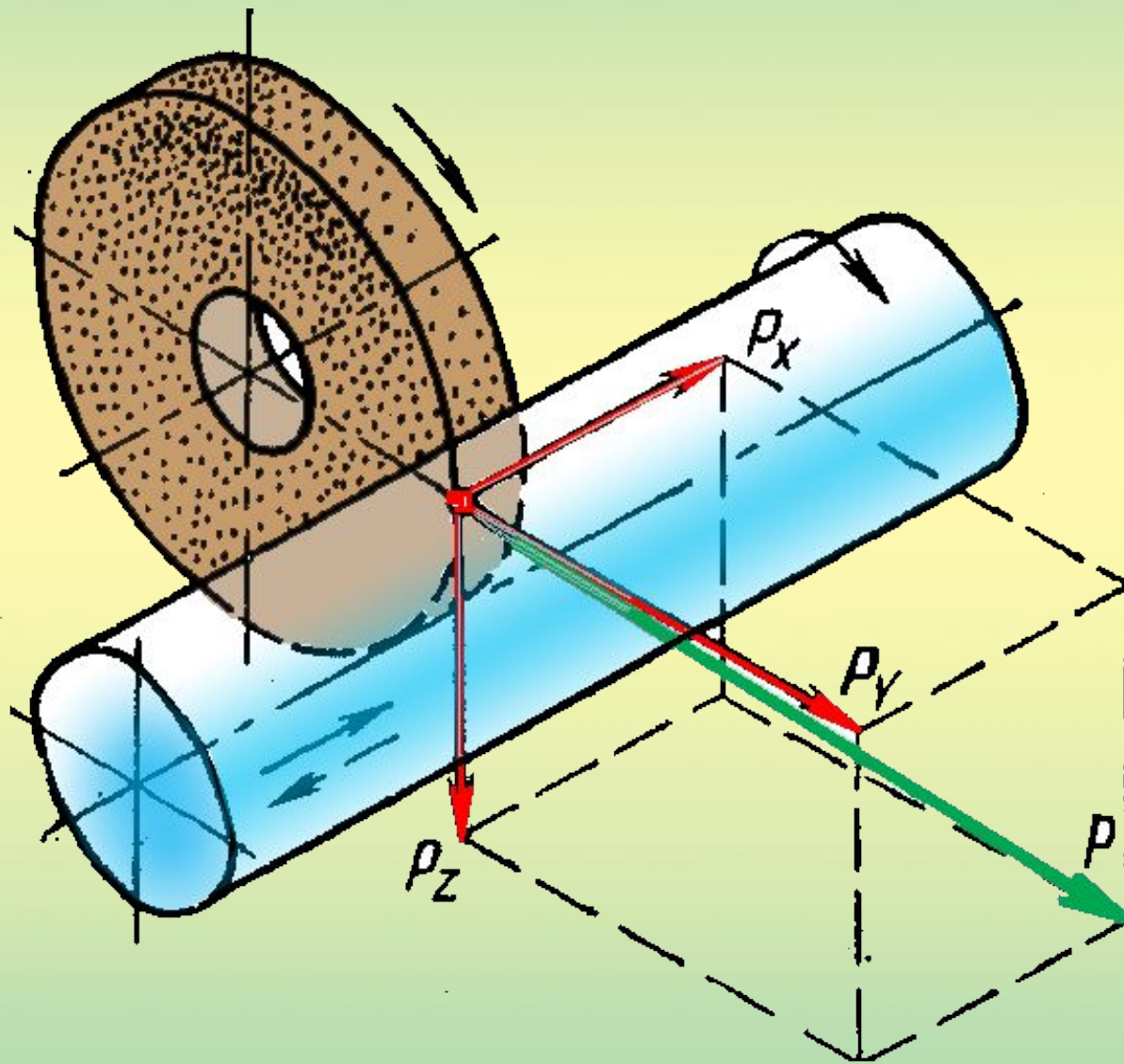
Маркировка характеристики абразивных инструментов

[illegible]

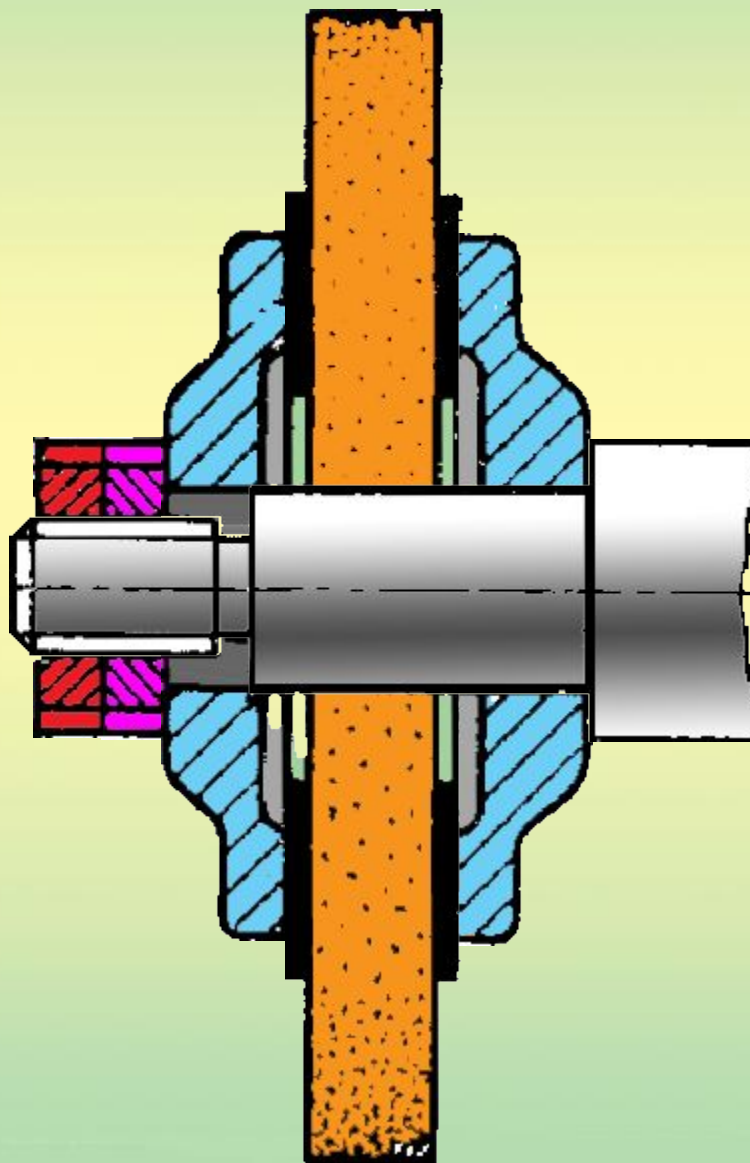
Маркировка абразивного инструмента



Силы резания при шлифовании



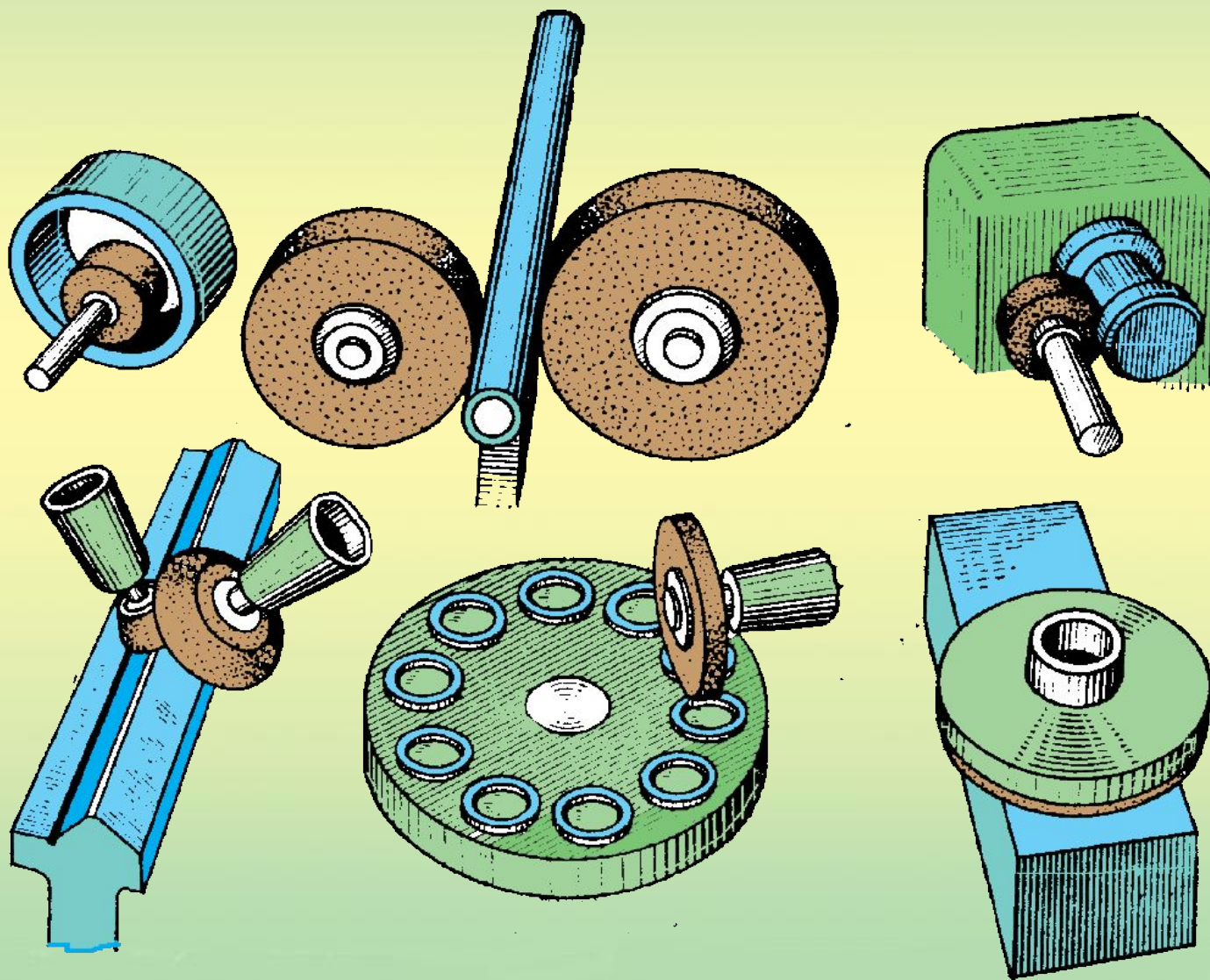
Крепление абразивного круга на шпинделе



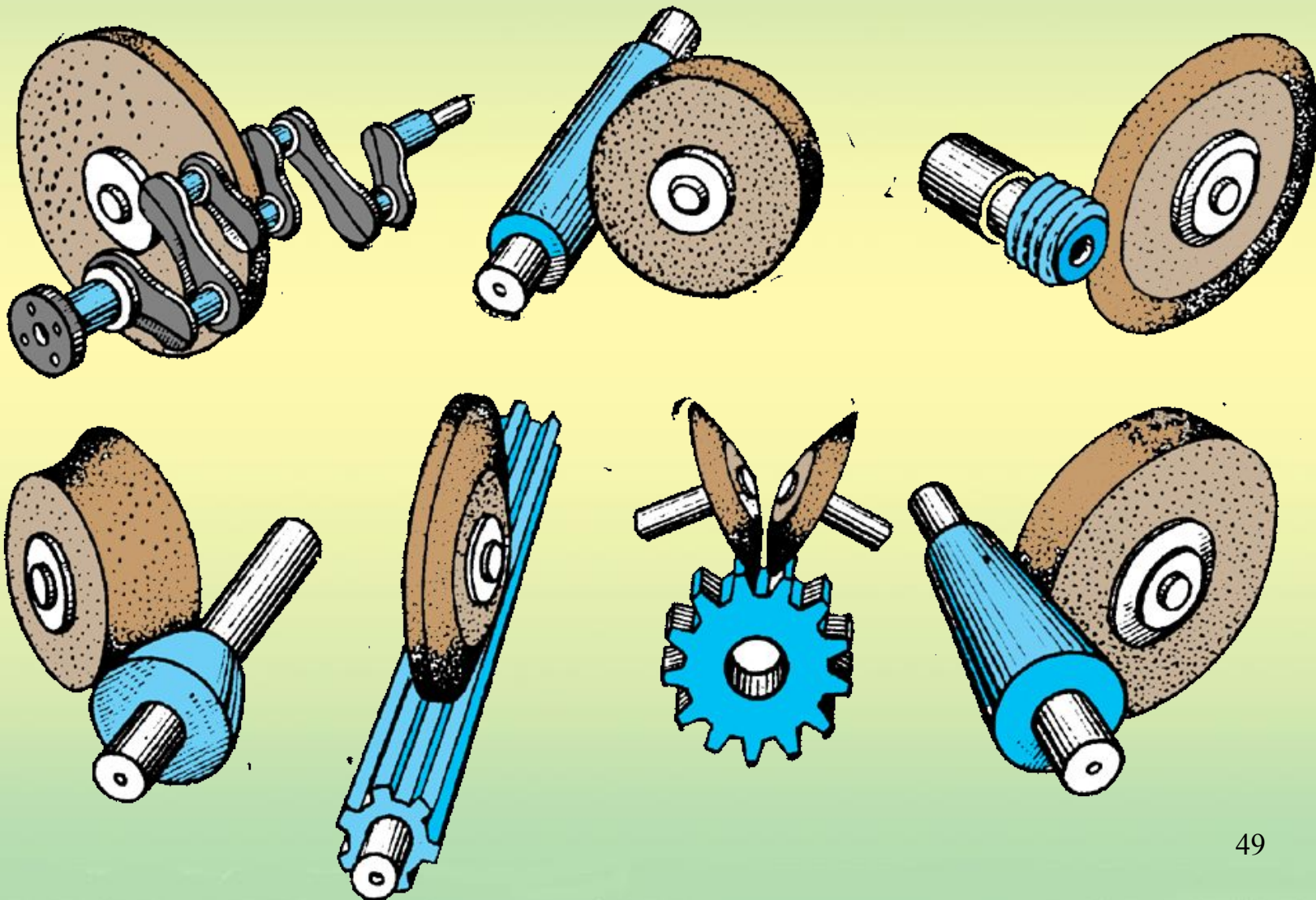
Способы крепления абразивного круга



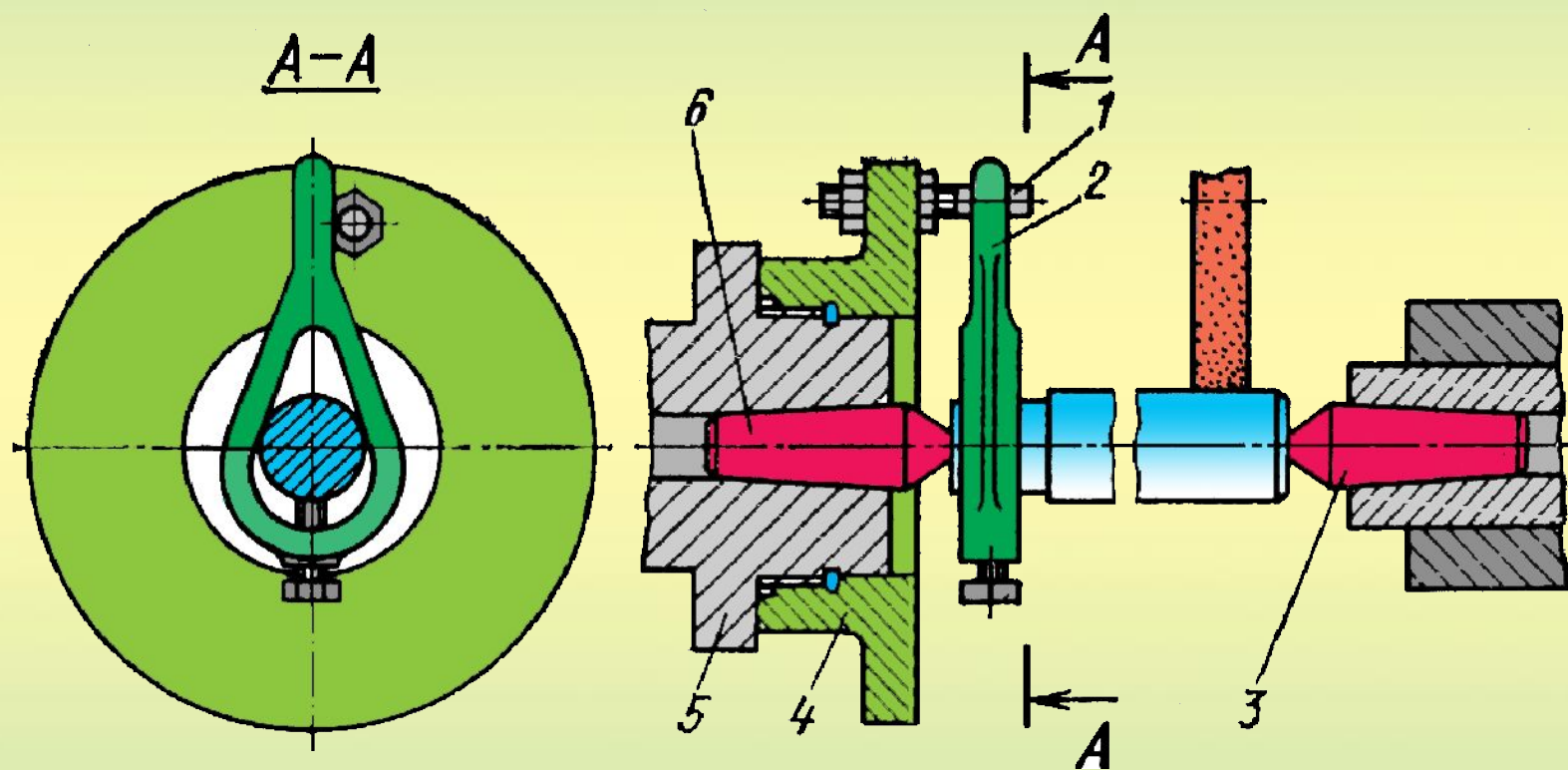
Типовые детали обрабатываемые на шлифовальных станках



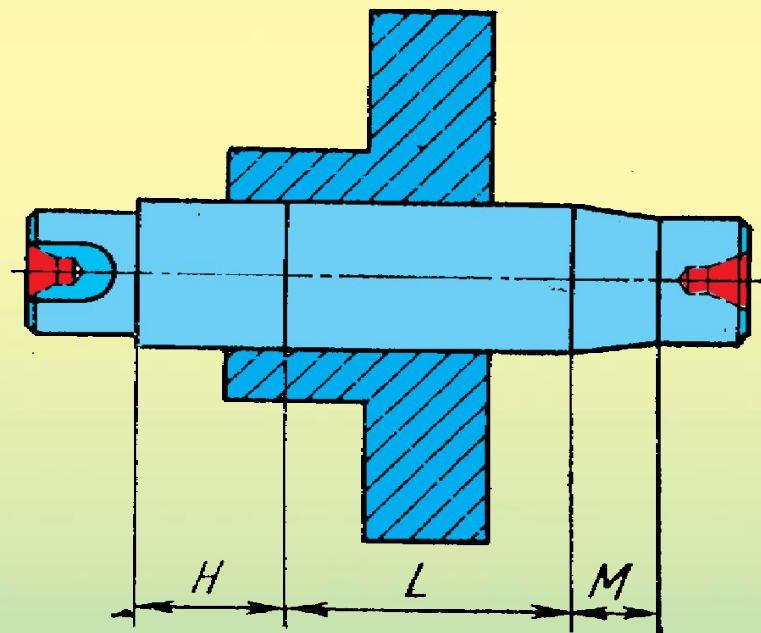
Типовые детали обрабатываемые на шлифовальных станках



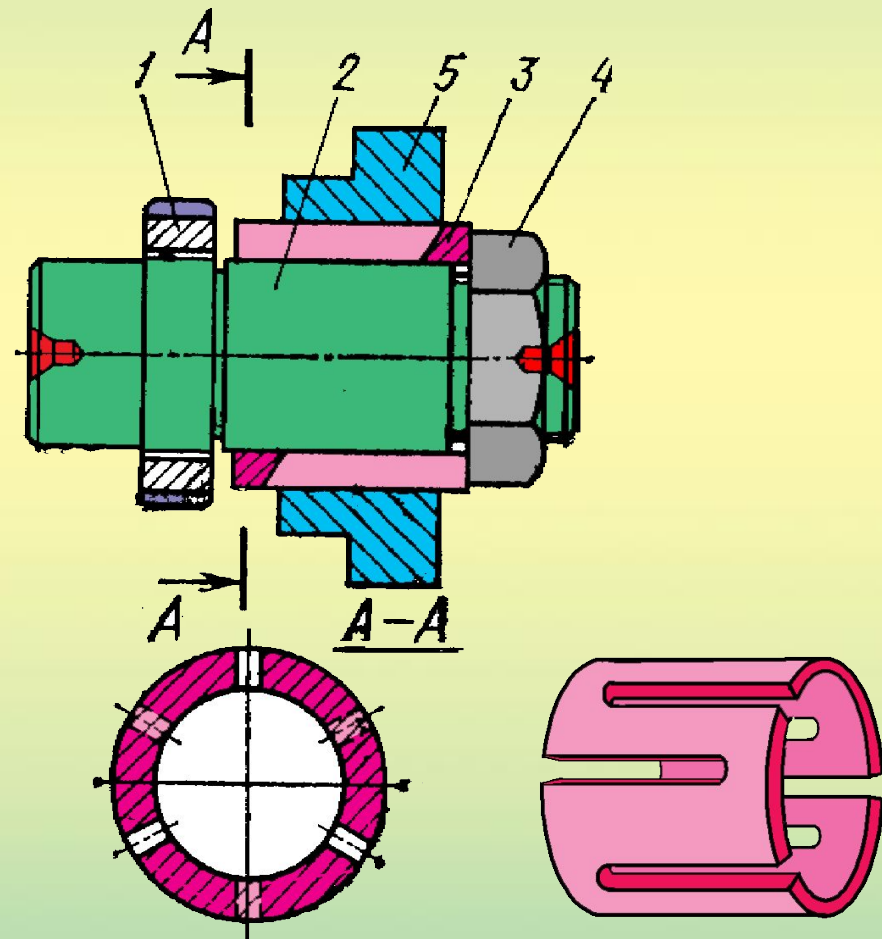
Шлифование в центрах



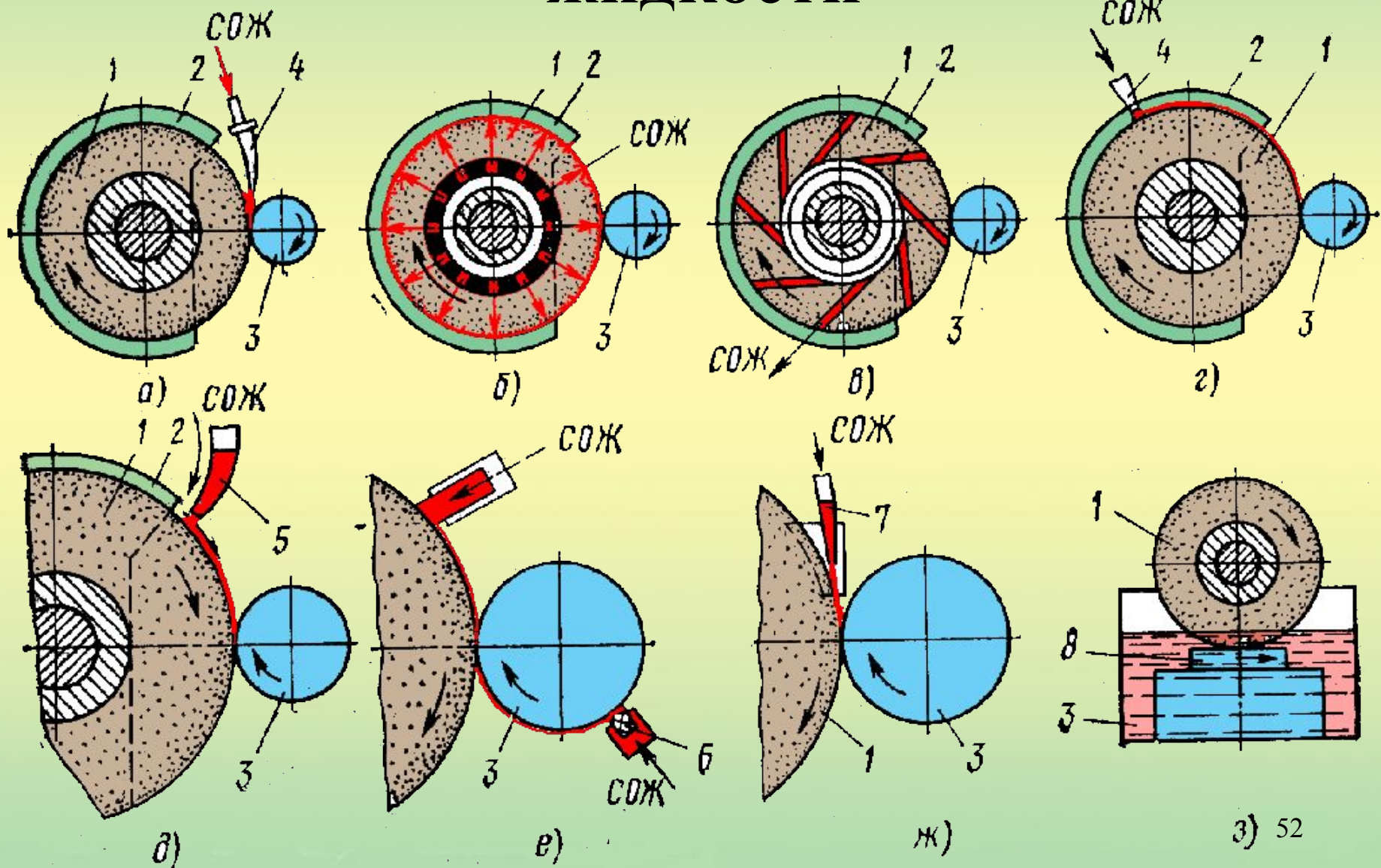
Шлифование на оправке



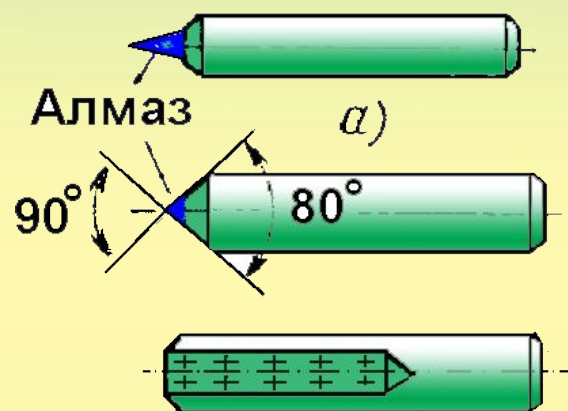
a)



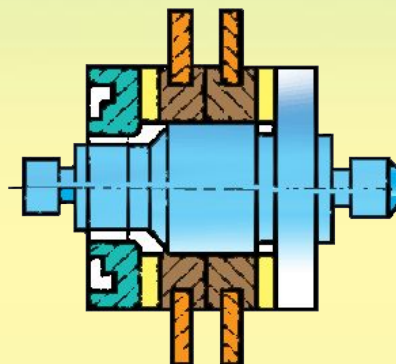
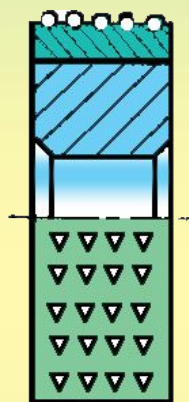
Способы подачи охлаждающей жидкости



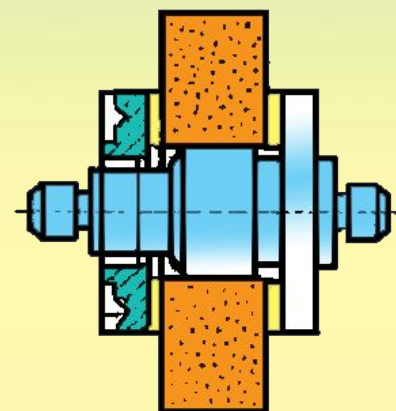
Способы правки шлифовальных кругов



**Алмазным
карандашом**

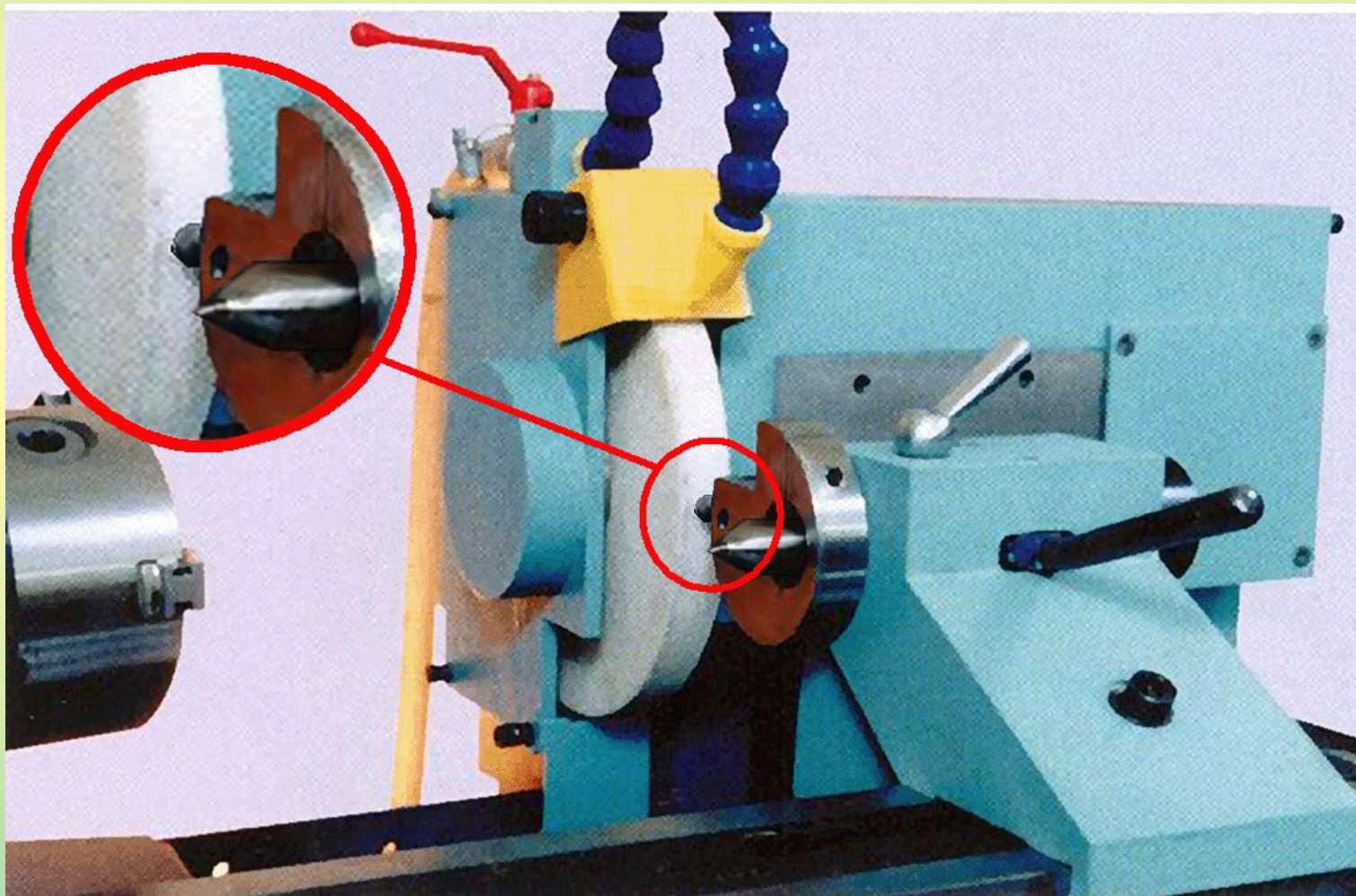


Шарошкой



**Абразивным
кругом**

Правка шлифовального круга станка



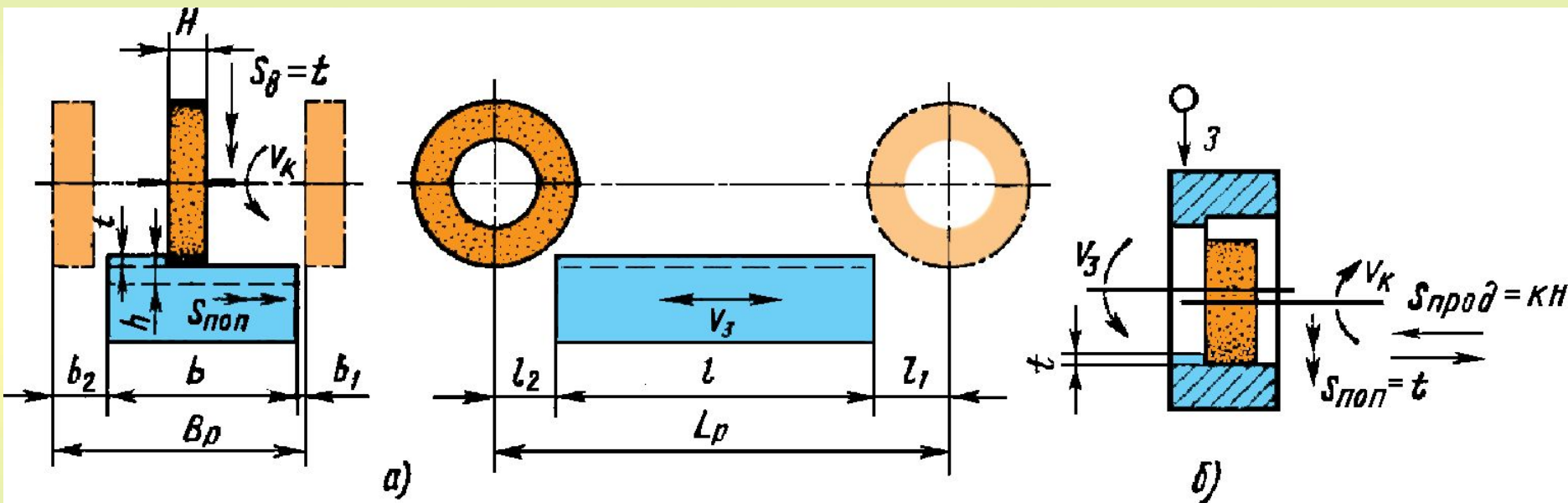
Основное (машинное) время шлифования.

Для круглого шлифования с продольной подачей основное (машинное) время определяется по формуле

$$T_{\text{маш}} = \frac{2Lh}{n_d s t} K$$

где L — длина продольного хода стола (круга) в мм;
 h — припуск на сторону в мм;
 n_d — частота вращения обрабатываемой детали в об/мин;
 s — продольная подача в мм/об;
 t — глубина резания в мм (поперечная подача в мм/дв. ход);
 K — поправочный коэффициент, учитывающий добавочное число проходов без поперечной подачи (на выхаживание); для грубого шлифования $K = 1,2$ -г- $1,4$; для чистого $K = 1,25$ 4- $1,7$.

Элементы резания



$$T_i = \frac{2L \cdot B \cdot h}{V_c \cdot S \cdot t}$$

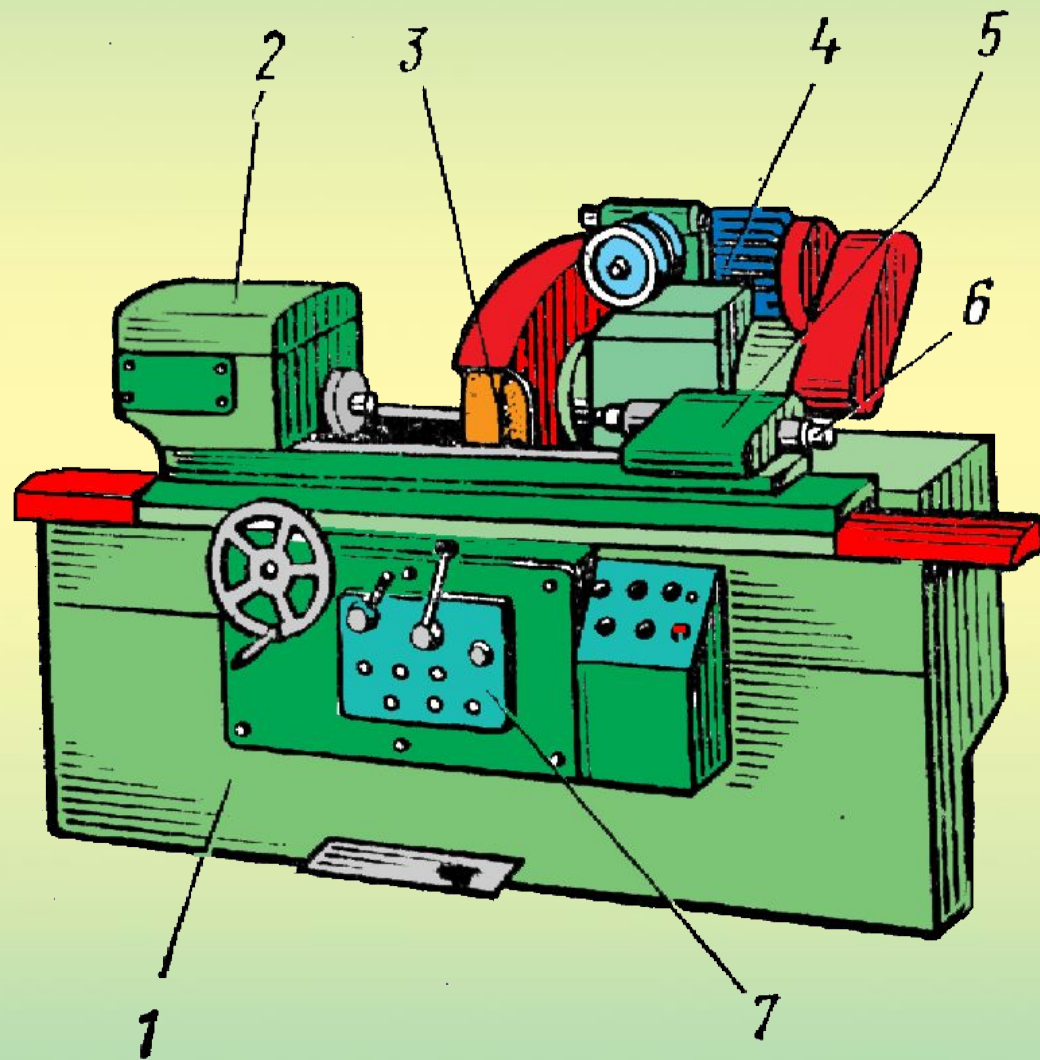
Основное (машинное) время шлифования.

Если подача происходит в конце каждого хода, то вместо $2L$ в формуле берут величину L .

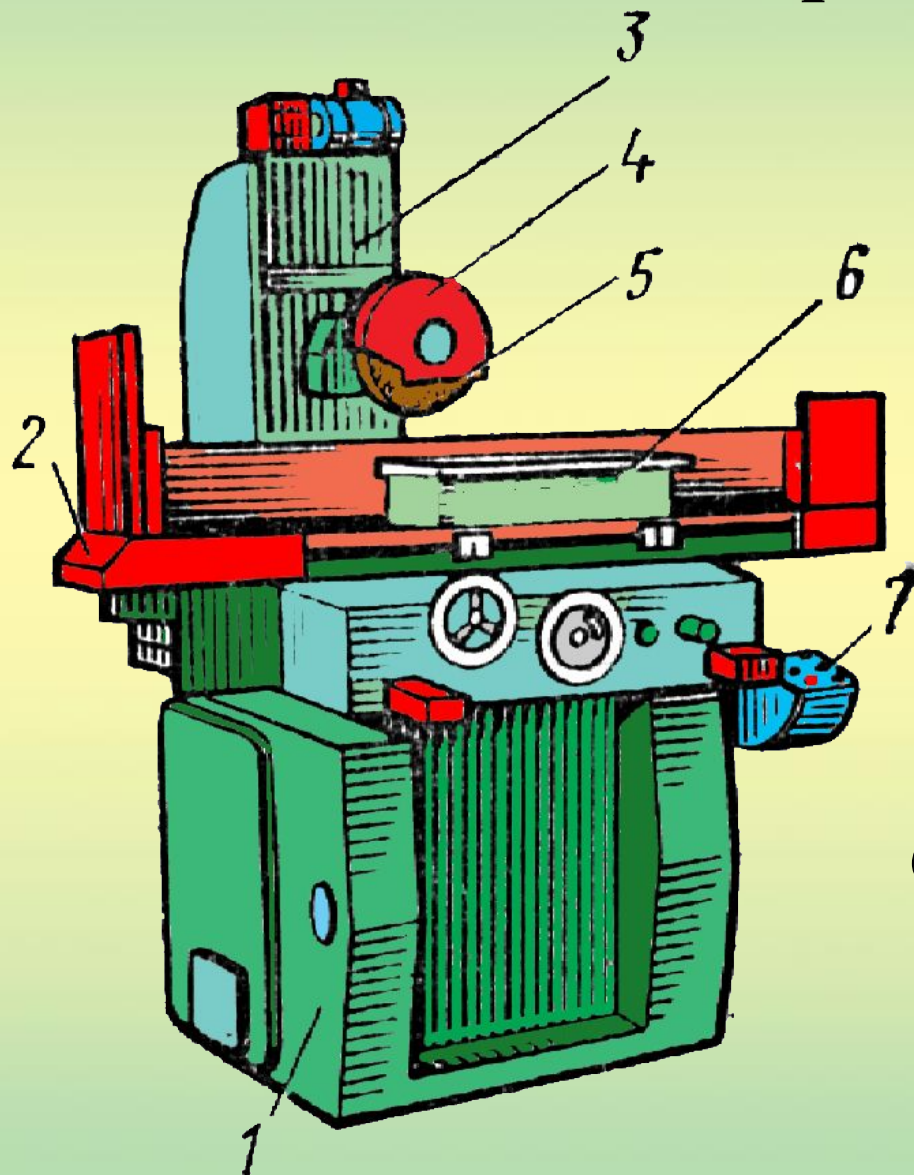
При выборе режима резания определяют характеристику шлифовального круга (форму, размеры, материал абразива, связку, зернистость, твердость), глубину резания, число проходов и продольную подачу в долях ширины круга. Затем определяют скорость и частоту вращения детали, которую корректируют по паспорту станка. По принятой фактической частоте определяют фактическую окружную скорость детали. После этого определяют мощность, необходимую для шлифования. Эта мощность должна быть менее или равна мощности на шпинделе станка. Затем подсчитывают маш. время.

Кругло-шлифовальный станок

1. Станина
2. Передняя бабка
3. Шлифовальный круг
4. Электродвигатель
5. Задняя бабка
6. Зажимной механизм
7. Рычаги управления

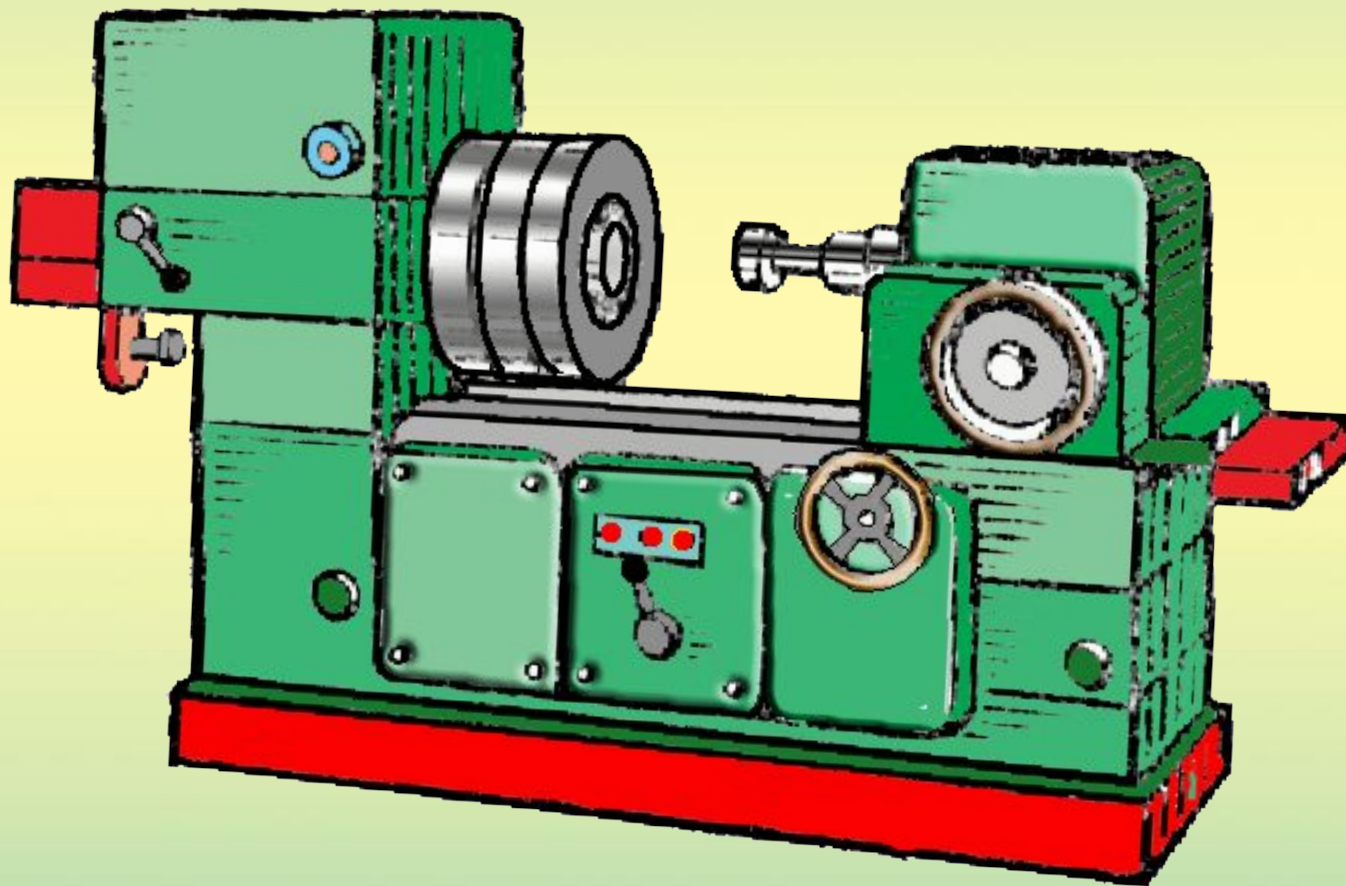


Плоско-шлифовальный станок



- 1. Станина
- 2. Шлифовальный стол
- 3. Шлифовальная бабка
- 4. Кожух
- 5. Шлифовальный круг
- 6. Электромагнитная плита
- 7. Пульт управления

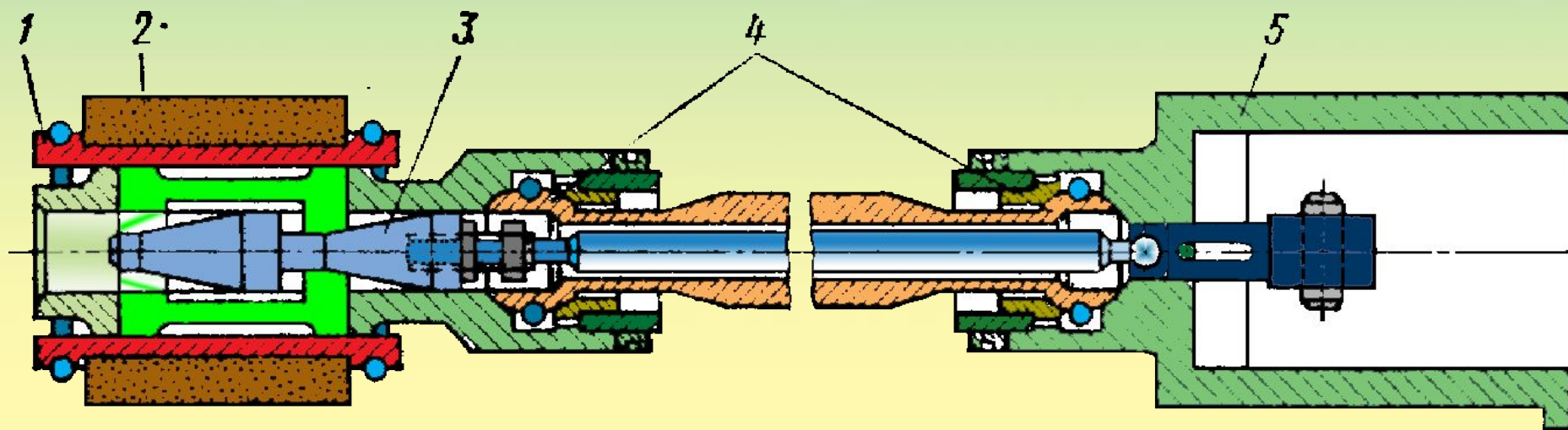
Внутришлифовальный станок



Хонингование

***ХОНИНГОВАНИЕ* (англ. *honing*, от *hone* хонинговать, точить) - отделка поверхности заготовок специальным инструментом - хоном, обычно при относительном вращательном и возвратно-поступательном движении заготовки и инструмента. Осуществляется на специальных хонинговальных станках. Хонингование применяется главным образом для чистовой обработки цилиндрических наружных и внутренних поверхностей и является заключительной (финишной) операцией, производится после растачивания, протягивания, развёртывания, шлифования и позволяет получать точность обработки до 1-го класса и шероховатость поверхности до 13-го класса.**

Устройство хона



1. Пружинные крепления

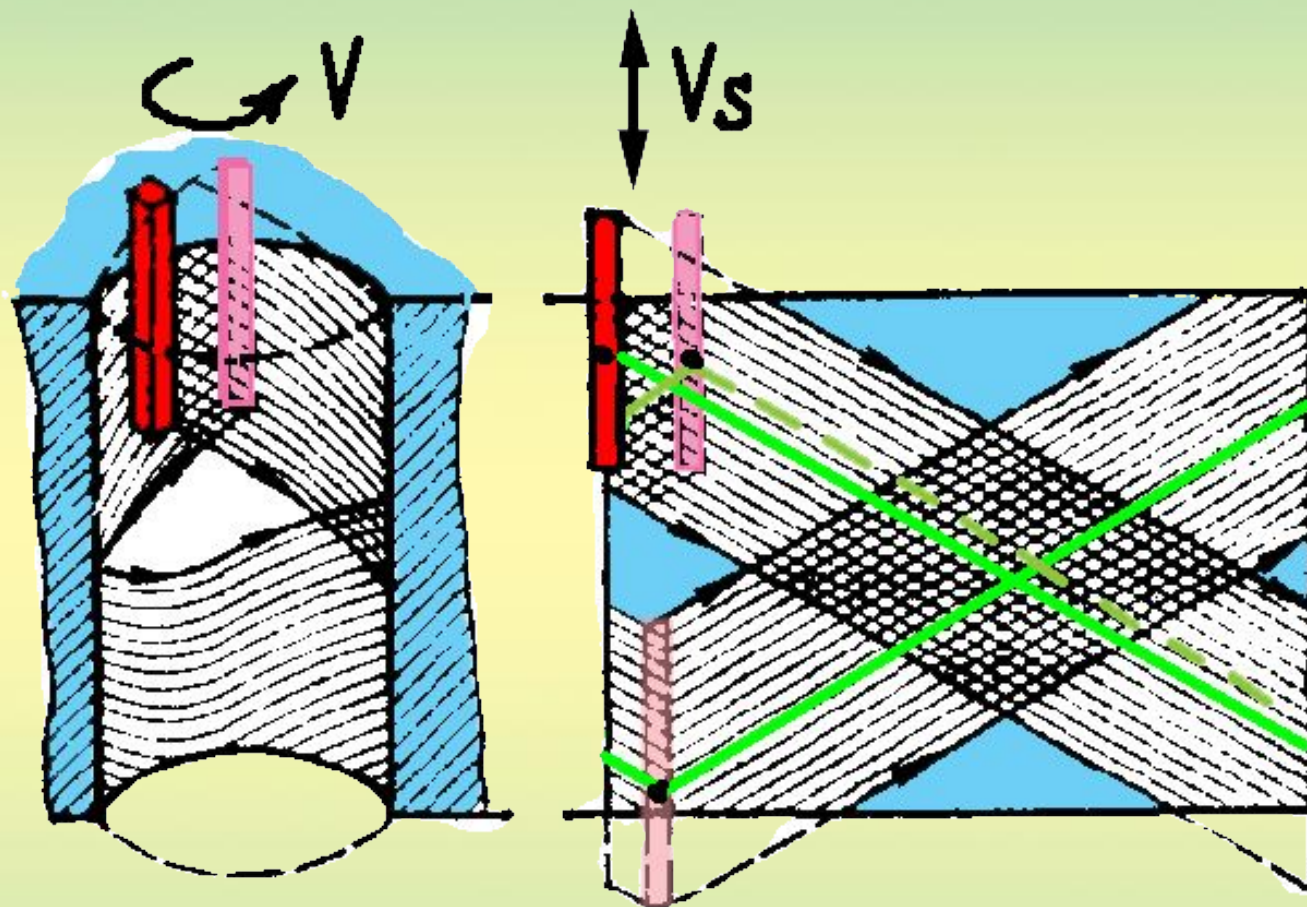
2. Абразивные бруски

3. Разжимной конус

4. Корпус хона

5. Шпиндель станка

Движение зерна абразива



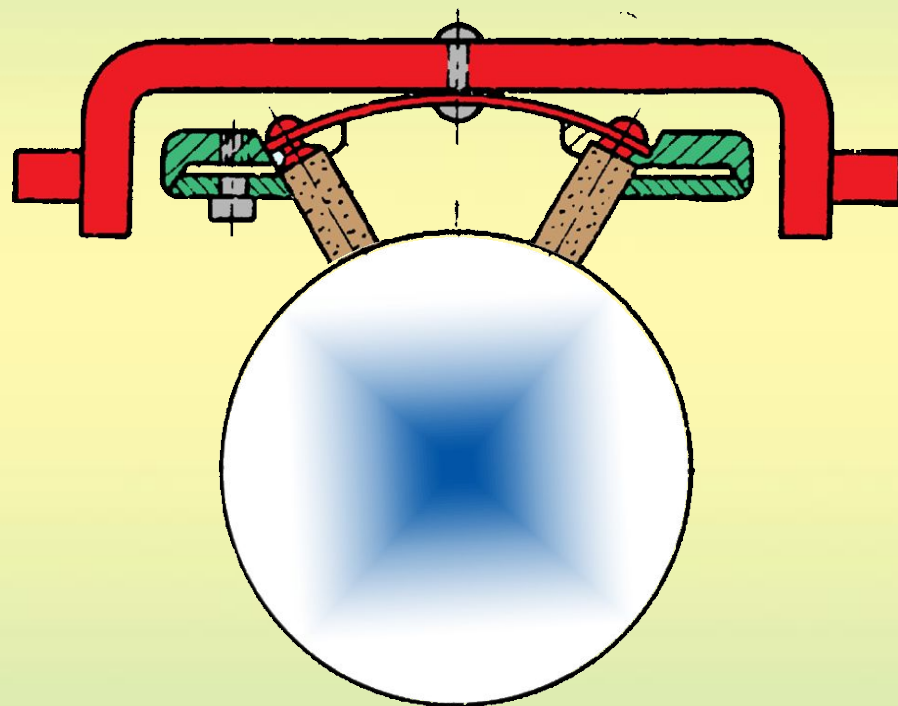
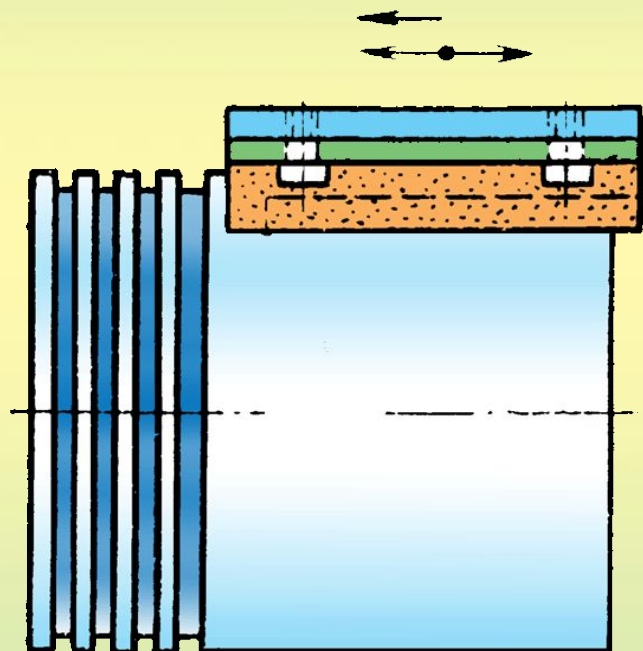
Внутренняя поверхность
цилиндра развёрнута

Движение зерна абразива

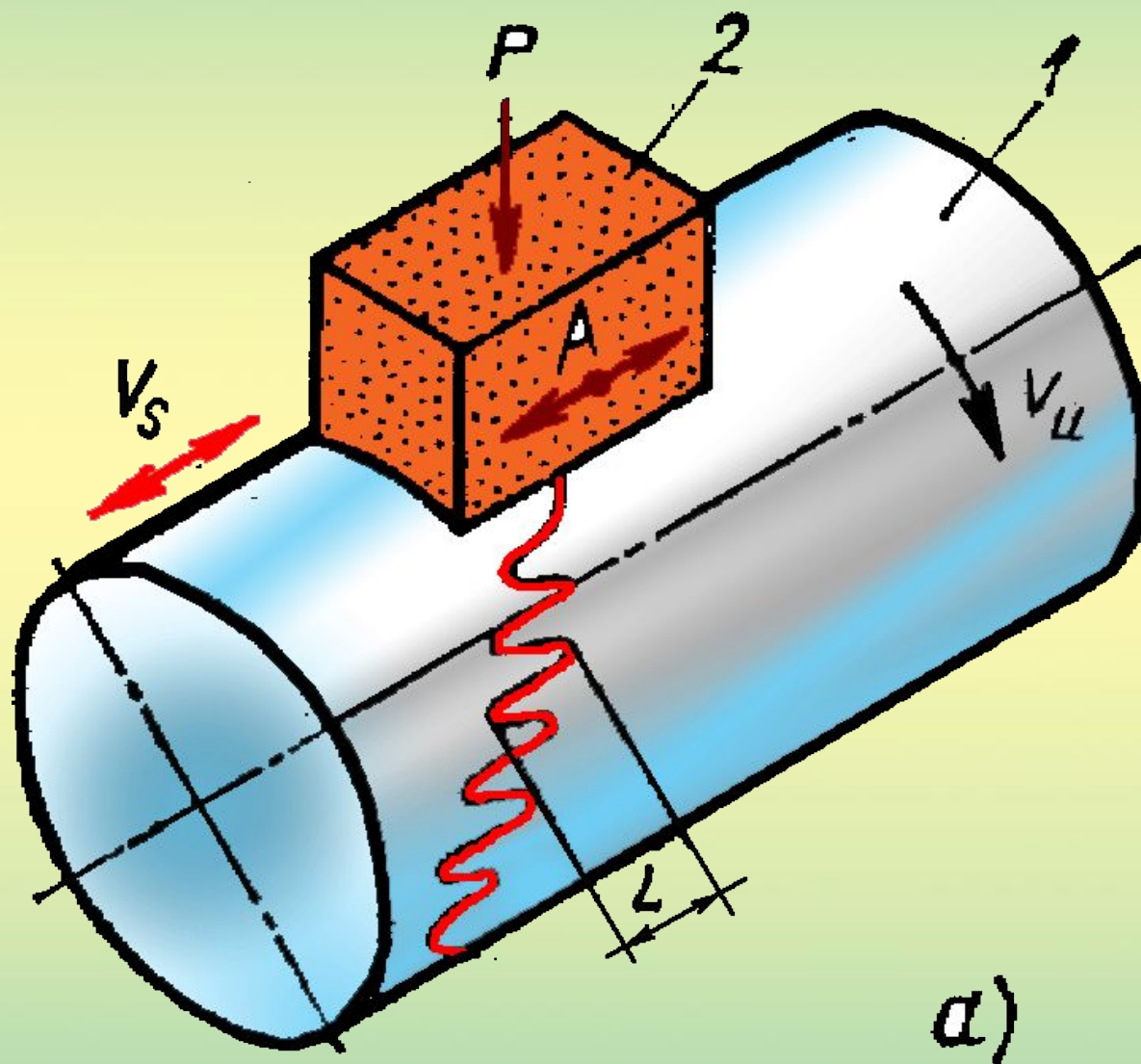


Следы абразивных зерен на внутренней поверхности цилиндра после хонингования

Схема суперфиниширования поршня

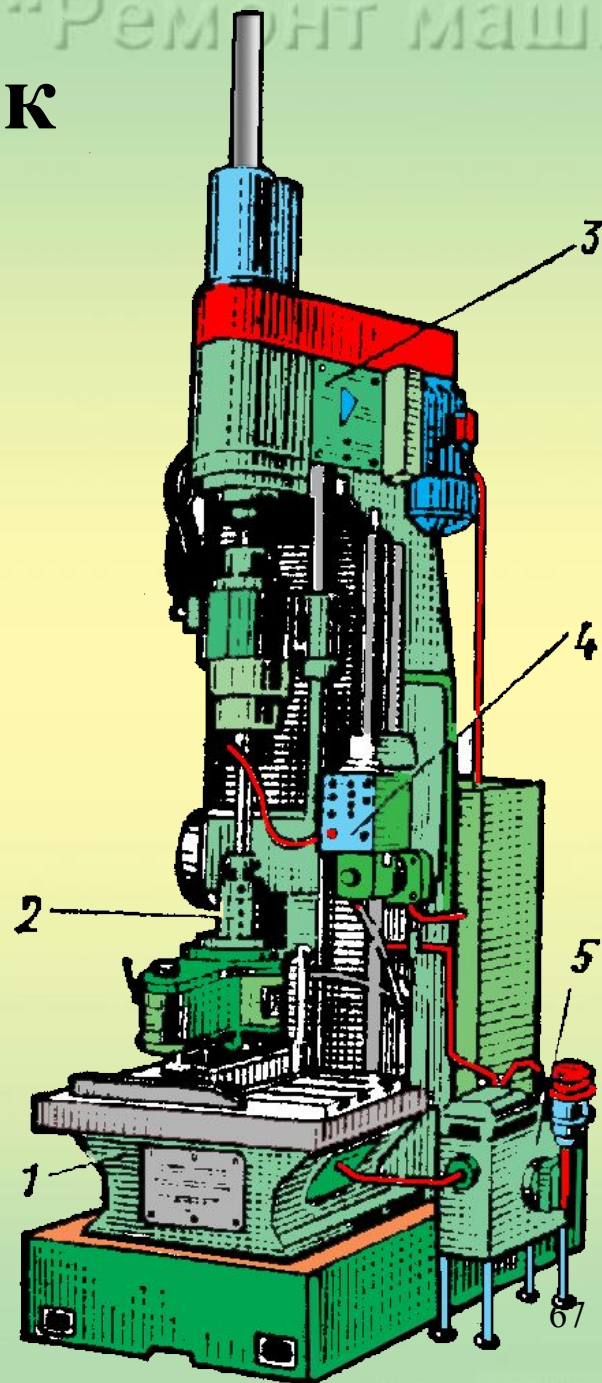


Принцип работы бруска



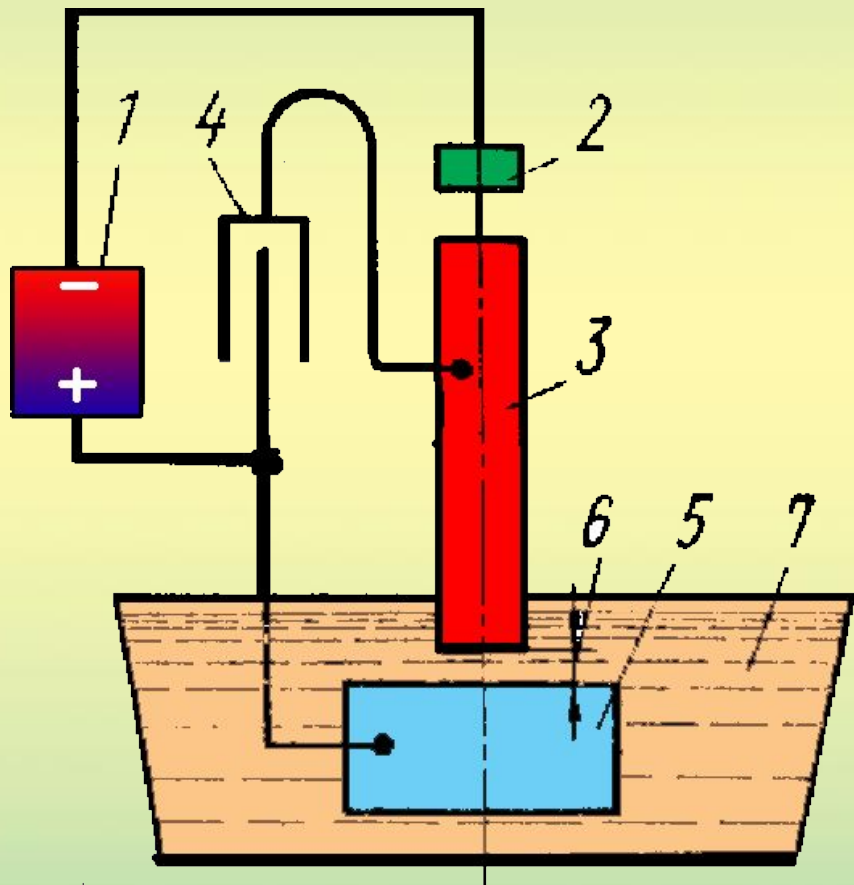
Хонинговальный станок

1. Стол
2. Хон
3. Коробка скоростей
4. Кнопочная станция
5. Устройство управления
ХОНОМ



Электрофизические и электрохимические методы обработки.

Схема электроискровой обработки металлов



1. Источник тока
2. Контакт крепления
3. Инструмент - электрод
4. Конденсатор
5. Деталь
6. Изменяемый зазор (0.1-1мм.)
7. Жидкость

Схема разрушения электродов при электроэрозионной обработки

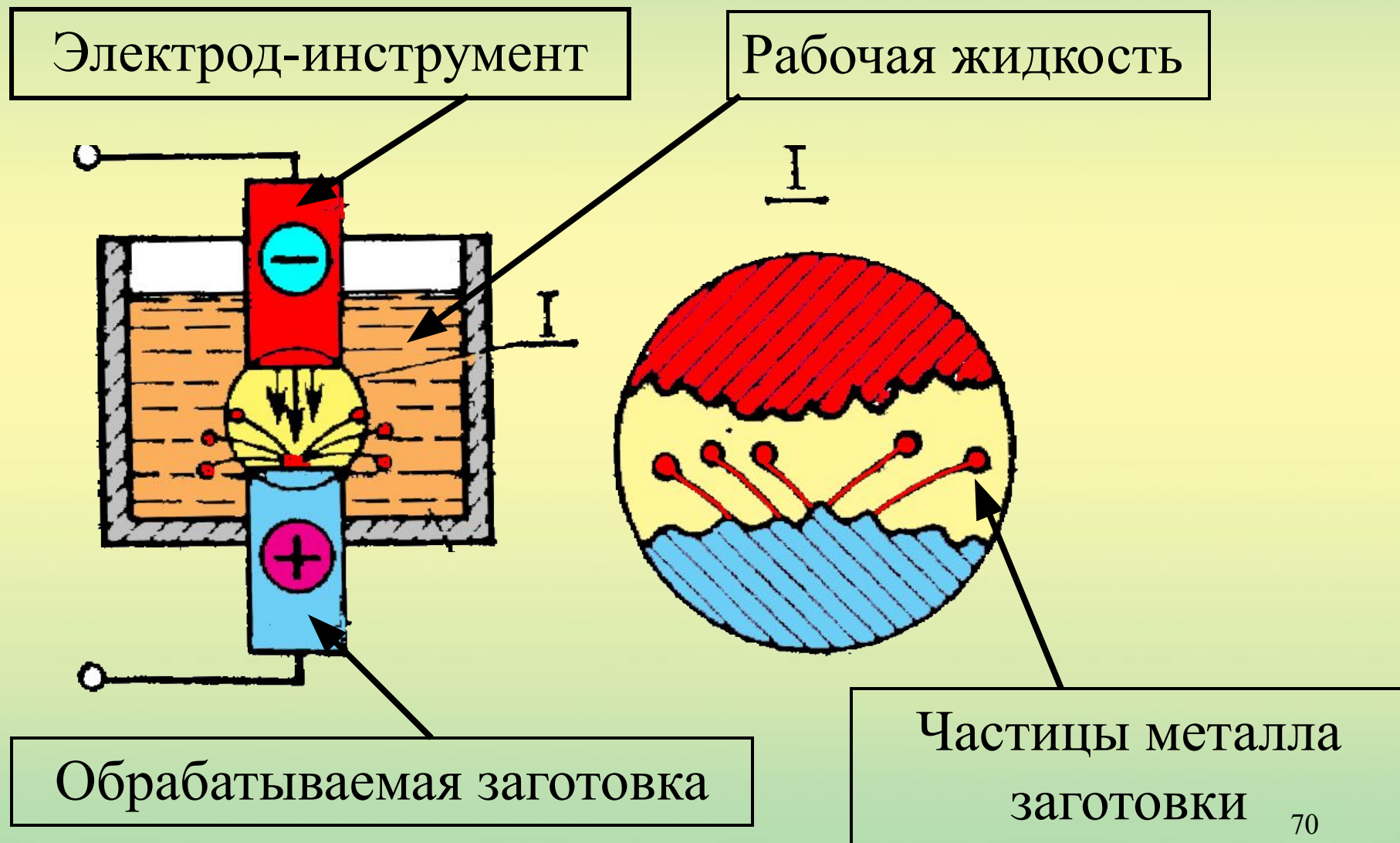
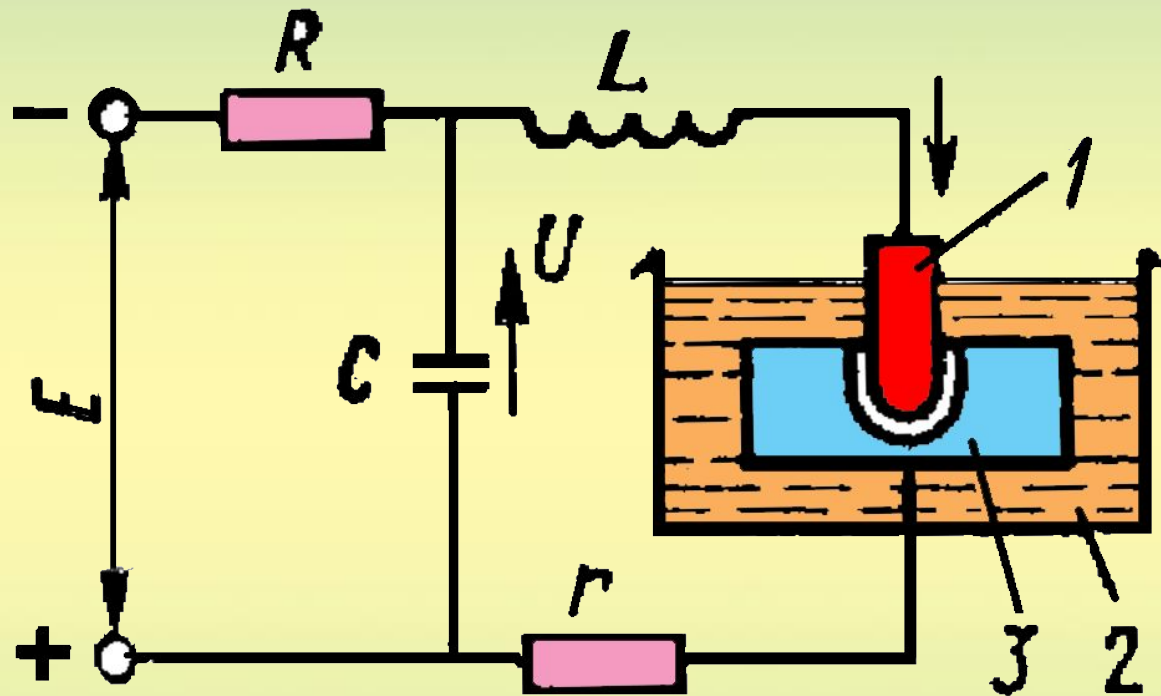
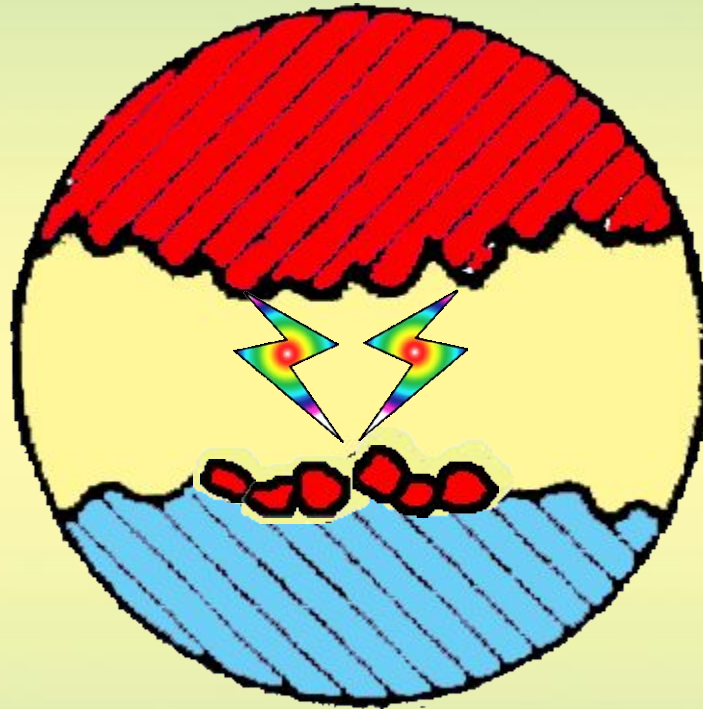


Схема релаксационного генератора



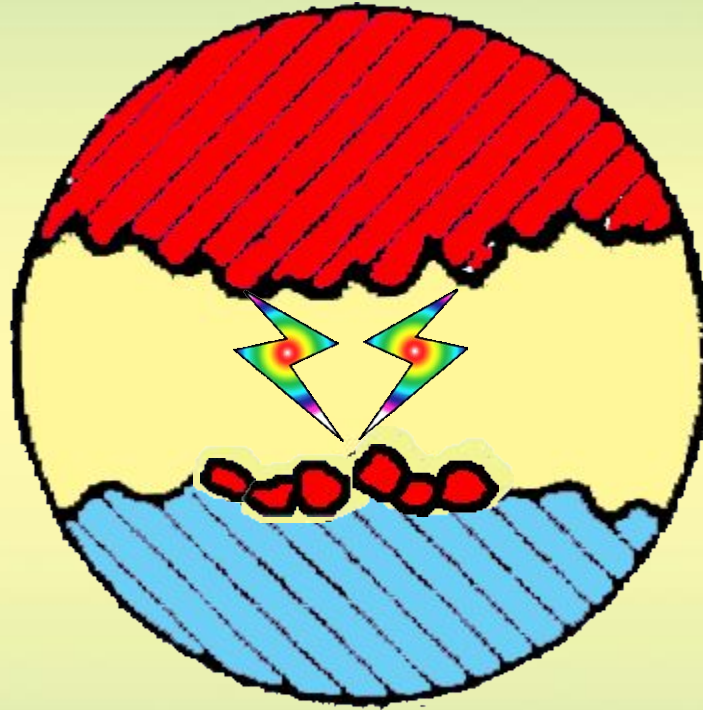
1. Электрод- инструмент
2. Рабочая жидкость
3. Обрабатываемая заготовка

Схема разрушения электродов при электроэрозионной обработки



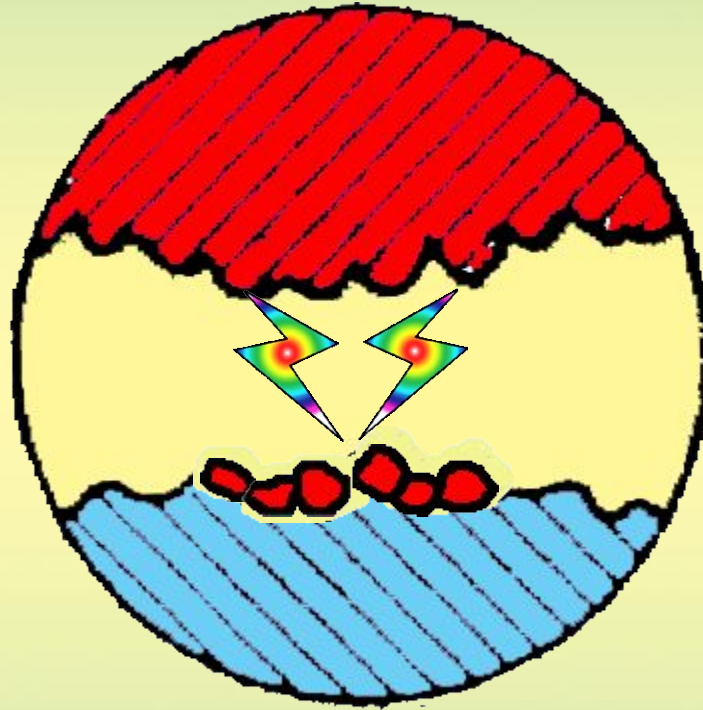
Электроэрозионная обработка основана на вырывании частиц материала с поверхности импульсом электрического разряда.

Схема разрушения электродов при электроэрозионной обработке



Электроэрозионная обработка основана на вырывании частиц материала с поверхности импульсом электрического разряда.

Схема разрушения электродов при электроэрозионной обработке



Электроэрозионная обработка основана на вырывании частиц материала с поверхности импульсом электрического разряда.

Рабочее колесо газовой турбины обработанной электроэрозионным методом



**Графические материалы
лекции
размещены на сайте**

<http://www.rezec2003.narod.ru>

<http://www.rezec2003.narod.ru>