

## ОБРАБОТКА ШЛИФОВАНИЕМ.

С развитием машиностроения развивается и совершенствуется абразивная обработка. При этом она применяется не только для финишных операций, но и для грубой обдирочной обработки.

В машиностроении удельный вес шлифовальных станков составляет примерно 40% от общего количества обрабатывающего оборудования, а в некоторых отраслях до 60% - например, в шарикоподшипниковой промышленности или приборостроении.

Шлифование используется как окончательный вид обработки, при котором можно получить поверхность с шероховатостью 0,32 – 0,16 мкм. и точность размеров по 7—8 качеству.

Абразивный инструмент изготавливается из природных и искусственных абразивных материалов.

Основные составляющие шлифовального круга:

Зёрна абразивного материала. Чаще всего применяется электрокорунд различных марок, карбид кремния (карборунд), эльбор (кубический нитрид бора, кубонит), алмаз (искусственный и природный). Далее речь будет идти в основном о кругах из электрокорунда и карбида кремния с керамической связкой. Собственно зёрна и выполняют всю полезную работу - т. е. срезают стружку с обрабатываемого материала.

Связка - вещество скрепляющее зёрна абразива в единое целое.

Поры - пространство между зёрнами, незаполненное связкой.

В некоторых кругах также могут присутствовать специальные пропитки улучшающие условия резания, повышающие стойкость круга, снижающие температуру в зоне резания. Такие круги называют “импрегнированными”.

***К природным относятся корунд и кварц. К искусственным относятся электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, кубический нитрид бора.***

Корунд – горная порода, состоящая из кристаллической окиси алюминия. Обладает большой твёрдостью – примерно 9 ед. по Моосу. Используется в виде порошков и паст для доводочных работ.

Кварц – минерал, состоящий из кристаллического кремнезёма. Твёрдость примерно 7 ед. по Моосу.

***Электрокорунд*** получают как побочный продукт при переплавке в электродуговых печах алюмосодержащих пород – бокситов. В процессе плавки примеси выделяются и после затвердевания получается твёрдая масса корунда с высоким содержанием окиси алюминия. Эти блоки размалывают, разделяют на фракции и затем изготавливают абразивный инструмент.

Разновидностями электрокорунда являются ***электрокорунд хромистый, электрокорунд титанистый и монокорунд***. Электрокорунд хромистый получают при плавке в электропечах с добавкой хромистой руды. Характеризуется высоким содержанием монокристаллов и хорошо работает при повышенных режимах шлифования.

Электрокорунд титанистый представляет собой соединение окиси титана с окисью алюминия, обладает большой вязкостью и хорошо работает на доводочных операциях.

Монокорунд получают сплавлением боксита с сернистым железом. Форма зёрен монокорунда при измельчении сохраняется в виде многогранников, зёрна отличаются большой прочностью и остротой режущих кромок.

**Карбид кремния** получают сплавлением кремнезёма и углерода в электропечах при высокой температуре. Зёрна карбида кремния отличаются большой твёрдостью и остротой кромок. Хорошо работают по чугуну, цветным металлам и твёрдым сплавам.

Различают карбид кремния зелёный и карбид кремния чёрный. Абразивная способность КЗ примерно на 20% выше, чем КЧ.

Карбид бора – химическое соединение очень высокой твёрдости. Получают его сплавлением борной кислоты с малозольным коксом в специальных электропечах при температуре 2350°C. Используется для доводки изделий из твёрдых материалов.

Для доводочных операций - полировки, притирки – **применяются окись хрома и окись железа.**

Особую группу абразивных материалов составляют **природные и искусственные алмазы**. Алмаз имеет самую высокую твёрдость из всех известных материалов, но невысокую прочность и низкую температуру сгорания (860°C).

Искусственный или синтетический алмаз получают из графита при высоких давлениях и температуре. На первых этапах производства синтетических алмазов применялись давления порядка 100 000 атм. и температура до 2700°C. По мере совершенствования технологии производства синтетических алмазов за счёт применения катализаторов – жидких металлов (Cr, Mn, Fe, Co, Ni ) удалось снизить давление до 12 600 атм. и температуру до 1200 -- 2400°C.

Синтетические алмазы выпускаются различной прочности и размеров зерна. В зависимости от температуры кристаллизации получается различная форма алмазных кристаллов.

К разряду синтетических сверхтвёрдых материалов относится **кубический нитрид бора. В промышленности известен под маркой Эльбор или боразон.**

**КНБ** представляет собой химическое соединение бора и азота. Под воздействием высоких давлений и температуры получают очень твёрдые кристаллы, с параметрами, близкими к алмазу, но более высоко термоустойчив. Кристаллы могут получаться довольно крупных размеров. Это позволяет изготавливать из них лезвийный инструмент, которым успешно обрабатываются закалённые стали.

### ***Область применения алмазного и абразивного инструмента.***

Алмазный инструмент широко используется при шлифовании, заточке и доводке твердосплавных режущих инструментов и штампов, тонкого то-

чения и шлифования цветных металлов и сплавов, различных пластмасс. Для обработки чёрных металлов алмазный инструмент практически не применяется из-за высокого сродства к углероду, который входит в состав обычных и слаболегированных сталей.

Отдельным направлением в области использования алмазного инструмента - обработка изделий из технической керамики, стекла и природного камня. Здесь алмазы используются в качестве режущего, шлифующего и полирующего инструмента.

Для обработки сталей, в том числе закалённых, используется кубический нитрид бора.

Абразивные материалы, как естественного, так и искусственного происхождения применяются для обработки чугуна, сталей и цветных материалов и сплавов. Из микропорошков изготавливают пасты для доводки и притирки.

Абразивный инструмент изготавливается в виде шлифовальных кругов, шлифовальных брусков, шлифовальных головок различной формы, абразивных шлифовальных лент. На инструмент наносится маркировка, описывающая характеристики инструмента.

### **Маркировка абразивного инструмента.**

Пример условного обозначения шлифовального круга:

***1-150x20x32 14A F36 CT2 5 Б У63м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83 до 01.01.2008г***

**1-150x20x32 14A F36 PF5 В 63м/с 2 ГОСТ 2424 с 01.01.2008г.**

Пример условного обозначения шлифовального круга: 1-150x20x32 14A F36 CT2 5 Б У 63м/с А 2кл. ГОСТ 2424-83 до 01.01.2008г  
1-150x20x32 14A F36 P F 5 В 63м/с 2 ГОСТ 2424 с 01.01.2008г.  
(новая редакция ГОСТ 2424)

Маркировка по ГОСТ 2424-83 действует до 01.01.2008г.

1	150x20x32	14A	F36	CT2	5	Б	У	63 м/с	А	2 кл.	ГОСТ 2424-83
Тип	Размеры	Шлифовальный материал	Зернистость	Твердость	Структура	Связка	Наличие упрочняющих элементов	Рабочая скорость м/с	Класс точности	Класс неуравновешенности	Обозначение НТД
1	150x20x32	14A	F36	P	5	В	F	63 м/с		2 кл.	ГОСТ 2424

### **ТИП**

Шлифовальные круги

1(ПП) - прямого профиля

2(К) -кольцевые

3(ЗП) - с коническим профилем

4 (2П) - с двухсторонним коническим профилем

5(ПВ) - с односторонней выточкой

6(ЧЦ) - чашечные цилиндрические

7(ПВД) - с двумя выточками

11(ЧК) - чашечные конические

35(ПН) - прямого профиля, работающие торцом

- 36(ПН) - с запрессованными крепежными
- 37(ПН) - кольцевые с запрессованными крепежными элементами
- 40(ПНР) - с запрессованными крепежными элементами рифленые
- 41(Д) - отрезные плоские
- 42 - отрезные с утопленным центром

#### Сегменты

СП - прямоугольные

1С - выпукло-вогнутые

2С - вогнуто-выпуклые

3С - выпукло-плоские

4С - плоско-выпуклые

5С - трапециевидные

6С - специальные для шлифовки полов

7С, 8С, 10С, 11С - специальные

9С - специальные для элементами шлифовки рельсов

#### Размеры

D - наружный диаметр

T - высота

H - диаметр отверстия

**Тип абразива: 14A F60 K 7 V**

Буква А означает электрокорунд, буква С означает карбид кремния.

Число перед буквой означает конкретный тип абразива. Обозначение типов абразивов не регламентировано стандартами, у каждого производителя может быть своя система обозначений. Но для наиболее популярных абразивов, часто применяются общепринятые названия:

- 13А, 14А, 15А, 16А - нормальные электрокорунды;
- 23А, 24А, 25А - белые электрокорунды;
- 33А, 34А - хромистые электрокорунды;
- 37А - титанистый электрокорунд;
- 38А - циркониевый электрокорунд;
- 43А, 44А, 45А - монокорунды;
- 91А, 92А, 94А, 95А - хромтитанистые электрокорунды;
- 53С, 54С - карбид кремния чёрный;
- 62С, 63С, 64С - карбид кремния зелёный.

**Зернистость: 14A F60 K 7 V**

Буква F значит, что обозначение зернистости соответствует стандарту FEPA (Европейская ассоциация производителей абразивов) и ISO 8486. Существуют также другие стандарты определяющие размеры абразивов и сит, соответствие между ними есть здесь:

Число 60 обозначает набор сит через которые просеивался абразив.

В ГОСТ 3647-80 (устаревшем) число обозначающее зернистость соответствует размеру ячейки сита в сотых долях мм для шлифзерна и в мкм для шлиф. порошков

Например, F60 соответствует обозначению 25, то есть средний размер зерна равен 0.26 мм.

**Зернистость ГОСТ Р 52381-2005 (до 01.07.2006 по ГОСТ 3647)**

Крупная	Средняя	Мелкая	Тонкая
ГОСТ Р 52381-2005 (ГОСТ 3647)			ГОСТ 3647
F4	F36 (50)	F100 (12)	M63
F5	F40	F120 (10)	M50
F6	F46 (40)	F150 (8)	M40
F7	F54 (32)	F180 (6)	M28
F8	F60 (25)	F220 (5)	M20
F10 (200)	F70 (20)		M14
F12 (160)	F80		M10
F14	F90 (16)		M7
F16 (125)			M5
F20 (100)			
F22			
F24 (80)			
F30 (63)			

**Структура:** 14A F60 K **7** V

Структура - важная, но часто не упоминаемая характеристика шлифовального круга. Номер структуры указывает, какая часть объёма шлифовального круга занята зёрнами абразива. Чем выше номер структуры, тем меньше суммарный объём зёрен в круге.

Какого-то стандартизированного обязательного соответствия номера структуры и объёма зёрен нет. Это зависит от рецептуры и технологии изготовления круга и у разных производителей номер структуры и соответствующий объём абразива могут отличаться.

1 2 3 4 - плотная

5 6 7 - средняя

8 9 10 - открытая

11 12 – высокопористая

**Твёрдость:** 14A F60 **K** 7 V

Твёрдость шлифовального круга - это не твёрдость в общепринятом смысле и не следует её путать с твёрдостью абразивного материала. Под твёрдостью круга понимают сопротивление зёрен вырыванию из связки.

По современной международной системе твёрдость обозначается буквами латинского алфавита:

F, G - весьма мягкие;

H, I, J - мягкие;

K, L - среднемягкие;

M, N - средние;

О, Р, Q - среднетвёрдые;  
R, S - твёрдые;  
T, U - весьма твёрдые;  
V, W, X, Y, Z - чрезвычайно твёрдые.[

Степень твёрдости указывает какая часть объёма шлифовального круга занята порами и связкой. Чем выше твёрдость, тем меньше пор в круге и больше связки. Так же как и структура, твёрдость не стандартизирована и зависит от рецептуры и технологии изготовления круга.

Для измерения твёрдости шлифовального круга существует несколько стандартизированных способов:

Твёрдость определяет важное свойство круга - самозатачиваемость.

Самозатачиваемость - это процесс вырывания из связки затупившихся абразивных зёрен или их раскалывание. При затуплении зерна сила приложенная к зерну в момент резания возрастает, и если эта сила становится выше силы удерживающей зерно в круге - зерно вылетает, либо раскалывается, образуя новые, острые режущие кромки.

Чем мягче круг, тем выше свойство самозатачиваемости, т.е. тупые зёрна удаляются быстрее, чем при шлифовании более твёрдым кругом.

При повышении твёрдости зерно держится связкой крепче. В круге будет накапливаться больше затупившихся зёрен. И, следовательно, сила резания и тепловыделение в зоне резания будет тоже возрастать. Кроме того, повысится работа трения между связкой и деталью, что тоже приводит к излишнему нагреву детали. Все эти причины могут привести к прижогам и трещинам на детали.

С точки зрения уменьшения риска прижогов, желательно уменьшать твёрдость круга.

Однако, при слишком мягком круге, если зёрна вылетают из связки слишком легко, размерная стойкость круга будет ухудшаться - круг будет “осыпаться” и потребуются более частая правка.

### **Пористость.**

Оставшаяся часть объёма круга не занятая абразивом и связкой - поры, заполненные воздухом, или пропиткой (в случае импрегнированных кругов).

Очевидно, что при повышении номера структуры и уменьшении твёрдости кол-во пор в круге растёт. Чем больше пор в круге, тем легче удаляется стружка из зоны резания, тем легче попадает в зону резания СОЖ - круг меньше “засаливается”. Такого же эффекта в некоторой степени можно добиться увеличением размера зерна (на практике, это часто самый быстрый и дешёвый способ).

Самозатачивание, склонность к осыпанию и засаливанию, размерная стойкость в совокупности определяют эффективность шлифовального круга для каждого конкретного случая.

**Тип связки:** 14A F60 K 7 V

В качестве цементирующих веществ при изготовлении абразивных материалов применяются различные связки:

- **Неорганические** – керамическая, силикатовая, магнезиальная. **Керамическая** - наиболее распространённая. Она имеет достаточную прочность, водоупорна, химически устойчива. При изготовлении абразивных инструментов можно создавать связки, различные по твёрдости. **Силикатовая связка** имеет в своей основе силикат натрия (растворимое стекло) с наполнителями (окись цинка, мел, глина). Применяется на операциях заточки режущего инструмента, когда не желателен нагрев детали и необходим режим самозатачивания абразивного инструмента. **Магнезиальная связка** - так называемый магнезиальный цемент, который твердеет на воздухе. Имеют высокую прочность, гигроскопичность.

- **Органические** – бакелитовая, глифталевая, вулканитовая, на основе эпоксидных смол. **Бакелитовая связка** изготавливается на основе фенолформальдегидных смол с последующей термической обработкой. Инструменты на бакелитовой связке используются на обдирочных и отделочных операциях и для заточки твердосплавного инструмента. Для повышения прочности абразивные отрезные круги армируют текстильными прокладками. По такой технологии изготавливают отрезные круги, которые работают на скоростях до 60 м/сек. Вулканитовая связка состоит из синтетического каучука, подвергнувшегося вулканизации. Они могут быть жёсткими и упругими. Применяются для полирования фасонных поверхностей.

- **Металлические** - применяются при изготовлении алмазного инструмента. В состав металлических связок входят медь, олово, порошок железа, порошок цинка и ряд других компонентов, придающие металлической связке различные свойства.

Буква V(К) означает керамическую связку. Также применяются бакелитовые связки В(Б) и вулканитовые связки - R(В)

Существует множество различных составов связки, и во многих случаях производители могут использовать свои фирменные обозначения типов связки. Как правило, при этом к обозначению добавляются дополнительные буквы или цифры, например: VBE, V750.

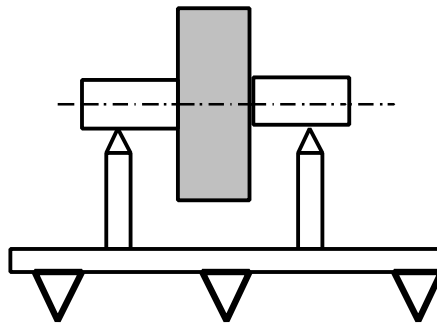
### Подготовка абразивного инструмента к эксплуатации.

Перед запуском абразивных кругов в работу их подвергают обязательному испытанию в специальных камерах при частоте вращения, превышающей рабочую в 1,6 – 2 раза для проверки на прочность.

Для нормальной работы абразивного инструмента перед установкой его на станок производят балансировку круга.

Статическая балансировка выполняется следующим образом. Абразивный круг устанавливается на оправку, представляющую собой два фланца, стягиваемых болтами. Один из фланцев имеет цилиндрическую поверхность для установки круга и коническое отверстие для установки на конец шпинделя станка. На торцевой поверхности второго фланца выполнена кольцевая проточка, по которой могут перемещаться сухарики. Оснащённый

таким образом круг одевается на специальную балансировочную оправку. Балансировочная оправка в свою очередь устанавливается на ножи балансирующего приспособления. (дать схему).



Балансировочное приспособление выставляется при помощи регулировочных винтов строго горизонтально. Нормально отбалансированный круг должен оставаться на ножках неподвижным. Если он перекачивается по ножкам, то передвигая сухарики по кольцевому пазу добиваются уравнивания дисбаланса. После этого шлифовальный круг устанавливается на шпиндель станка.

Более точная балансировка выполняется динамической балансировкой на специальных станках. На таких станках дисбаланс определяется при вращении инструмента на рабочих или близких к ним скоростях.

После установки отбалансированных абразивных кругов на станок их подвергают правке.

По мере затупления для поддержания высокой режущей способности и постоянного профиля абразивный инструмент подвергается **периодической правке**.

**Правка абразивного инструмента** выполняется специальными твердосплавными роликами и алмазными карандашами. Правка выполняется непосредственно на станке на рабочей скорости инструмента.

На столе шлифовального станка закрепляется правящий инструмент, включается вращение шлифовального круга и они вводятся в контакт. Правка плоских шлифкругов осуществляется при перемещении инструмента вдоль оси круга, правка фасонных кругов осуществляется при радиальной подаче.

Правка алмазного инструмента выполняется абразивным инструментом на специальных станках. Один из методов правки алмазного инструмента, метод шлифования, заключается в следующем.

Алмазный круг устанавливается на оправку в шпинделе станка, которому задается вращение с небольшой частотой.

В контакт с ним вводится абразивный круг, частота вращения которого больше, чем у алмазного круга. Происходит вышлифовывание связки, при этом обнажаются новые зёрна алмазного круга. Характеристики абразивного правящего инструмента выбираются в соответствии с характеристиками алмазного инструмента.



**Особенности процесса шлифования.**

-Процесс протекает при высоких скоростях резания –  $20 \div 50$  м/сек.

-При шлифовании образуется стружка малых сечений.

-Шлифовальный круг представляет собой многолезвийный инструмент, состоящий из большого количества режущих элементов – абразивных зёрен, связанных между собой. Каждое зерно снимает свою стружку, в работе могут одновременно участвовать несколько режущих зёрен.

-При шлифовании невозможно изменять геометрию режущего элемента – абразивного зерна. Поэтому управлять процессом резания можно только за счёт отдельных элементов режимов резания.

-Процесс шлифования сопровождается высокими температурами, поэтому ведётся как правило, с охлаждением.

-Абразивный инструмент при определённых условиях может работать в так называемом «режиме самозатачивания». В этом случае происходит постоянное обновление рабочей поверхности абразивного инструмента за счёт выкрашивания затупившихся абразивных зёрен.

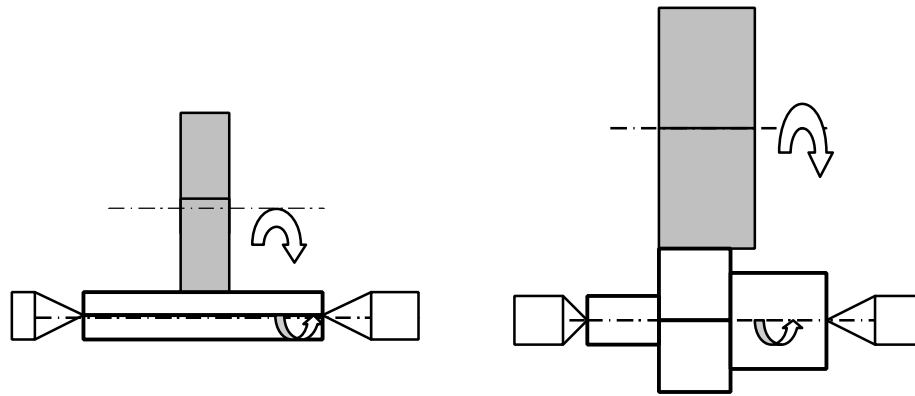
**Методы абразивной обработки.** Различают следующие виды шлифовальных работ.

- Круглое наружное шлифование.
- Круглое внутреннее шлифование.
- Плоское шлифование.
- Фасонное шлифование.
- Бесцентровое наружное шлифование.
- Бесцентровое внутреннее шлифование.
- Силовое шлифование.
- Шлифование абразивными лентами.

**Круглое наружное** шлифование применяется при окончательной обработке деталей типа тела вращения. Обработка ведётся на специальных круглошлифовальных станках. Станок имеет станину, на которой установлены шпиндельная бабка для крепления заготовки и шлифовальная бабка, на которой устанавливается шлифовальный инструмент. Некоторые модели круглошлифовальных станков оснащаются дополнительным шпинделем для выполнения внутришлифовальных работ.

Заготовка устанавливается в центрах или в приспособлении, например, в патроне. Заготовка получает вращение от отдельного привода, и одновременно поступательное движение вдоль оси (**продольная подача**). Абразивный круг вращается с рабочей скоростью и за каждый продольный ход или двойной ход заготовки врезается на величину, определяющую глубину резания. В различных моделях станков продольное перемещение совершает либо стол с вращающейся заготовкой, либо шлифовальная бабка.

При обработке коротких цилиндрических поверхностей применяется метод врезного шлифования. В этом случае заготовка вращается, а шлифовальный круг одновременно вращается и перемещается в поперечном направлении. Шлифовальный круг должен иметь высоту, большую, чем длина обрабатываемой поверхности.



Направление вращения инструмента и заготовки направлены навстречу друг другу. Частоты вращения инструментального шпинделя и заготовки различны и выбираются из условия обеспечения скорости резания абразивом 20 – 50 м/сек и более, (в зависимости от характеристик круга), и скорости вращения обрабатываемой заготовки 10 – 50 м/мин.

Глубина шлифования колеблется от нескольких микрон до нескольких десятых долей миллиметра. При обработке маложёстких заготовок вследствие отжимов съём материала может отставать от задаваемой подачи. После нескольких проходов *без набора глубины* толщина снятого слоя достигает заданной величины. **Такие проходы без набора глубины называются выхаживанием.**

**Режимы резания при шлифовании:**

скорость шлифования, напрямую связанная с частотой вращения абразивного круга и размерами инструмента, м/сек;

скорость вращения детали, м/мин;

продольная подача, в долях ширины круга пересчитывается в минутную

поперечная подача, (подача врезания) мм/ход, мм/дв.ход;

подача при шлифовании методом радиальной подачи, мм/мин;

**Круглое наружное шлифование может выполняться как периферией круга, так и торцом. Для такой обработки применяются чашечные круги. Существует 3 различные схемы обработки торцом круга.**

Взаимное расположение обрабатывающего инструмента и заготовки обуславливает величину площади контакта инструмента с изделием. С увеличением расстояния между осями, т. е. когда обработка ведётся кромкой круга, получается наибольшая площадь контакта. Это способствует повышению качества обработанной поверхности.

**Круглое внутреннее шлифование.** Применяется для окончательной обработки внутренних поверхностей тел вращения. Шлифовальный круг и обрабатываемая заготовка вращаются в противоположных направлениях. Движения, как и при наружном шлифовании, следующие: вращение шлифовального инструмента с рабочей скоростью, вращение заготовки, продольное перемещение изделия или инструмента, поперечное перемещение инструмента на величину глубины шлифования.

При обработке внутренних поверхностей крупногабаритных изделий применяется **метод планетарного шлифования**. В этом случае заготовка не совершает вращательного движения ввиду сложности реализации. Шлифовальная головка с инструментом совершает планетарное движение вокруг оси обрабатываемого отверстия, обеспечивая контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью.

**Плоское шлифование.** Осуществляется на плоскошлифовальных станках. По конструкции плоскошлифовальные станки бывают с **прямоугольным столом, с круглым столом.**

Станки с прямоугольным столом бывают с неподвижной и подвижной колонной. На колонне устанавливается шлифовальная бабка, которая может перемещаться вверх и вниз. У станков с неподвижной колонной продольное и поперечное перемещение осуществляется столом, который называют крестовым. Обычно это станки малого типоразмера, когда на стол устанавливаются не очень тяжёлые заготовки.

Станки с круглым столом обеспечивают вращение стола с закреплёнными на них заготовками, вертикальное перемещение шлифовальной бабки с инструментом и поперечное перемещение стола или стойки со шлифовальной бабкой. Обработка на таких станках выполняется как периферией, так и торцом круга.

Плоскошлифовальные станки могут оснащаться **магнитными столами** для закрепления металлических заготовок из магнитных материалов. Некоторые модели магнитных столов обеспечивают размагничивание заготовок по окончании обработки. Магнитные столы бывают с постоянными магнитами и электромагнитные. Для установки обрабатываемого изделия на магнитный стол заготовка должна иметь достаточно развитую и ровную опорную плоскую поверхность. **(режимы резания).**

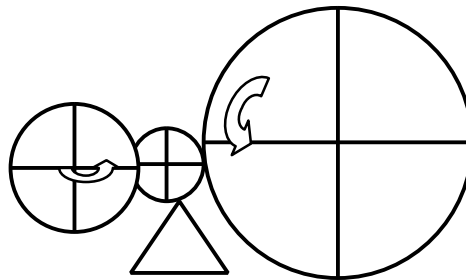
Для обработки крупногабаритных изделий **используются продольно-шлифовальные станки.** Конструктивно они схожи с продольно-фрезерными и продольно-строгальными станками. Такие станки могут иметь от 1 до 3 шлифовальных шпинделей. Как минимум один из шпинделей имеет возможность устанавливаться под углом к плоскости стола станка. Это позволяет шлифовать плоские поверхности, расположенные под углом к вертикальным или горизонтальным поверхностям. Обработка на таких станках может выполняться абразивным инструментом различной формы и размеров, как плоским, так и чашечным. Для установки различных кругов на шпиндель станка используются оправки различных конструкций. Заготовки на столе таких станков крепятся при помощи прихватов, специальных приспособлений. Тя-

жёлые заготовки могут устанавливаться без крепления в том случае, когда силы резания при шлифовании не превышают сил от веса заготовки.

Так как столы продольно-шлифовальных станков большие, это позволяет устанавливать на них не одну, а несколько заготовок и производить одновременную обработку.

**Бесцентровое шлифование.** Бесцентровое шлифование применяется в крупносерийном и массовом производстве для обработки цилиндрических гладких и ступенчатых заготовок. Обработка выполняется на специальных бесцентрово-шлифовальных станках, обеспечивающих высокую производительность.

Сущность бесцентрового шлифования заключается в следующем. Станок оснащается двумя абразивными кругами – рабочим и ведущим. Между ними расположен упор, на который в процессе обработки опирается изделие.



Рабочий и ведущий круги имеют разные размеры и вращаются с разной скоростью. Ведущий круг имеет меньший диаметр и вращается с меньшей скоростью. Бесцентровое шлифование выполняется двумя способами, которые носят название сквозной продольный и подрезной поперечный.

Первый способ пригоден для обработки гладких заготовок с постепенной подачей его между кругами. Продольное перемещение заготовки в процессе шлифования обеспечивается разворотом ведущего круга на некоторый угол (1,5 - 6°). Скорость продольного перемещения определяется зависимостью

$$S = v \cdot \sin a$$

Где  $v$  - скорость ведущего круга, м/мин

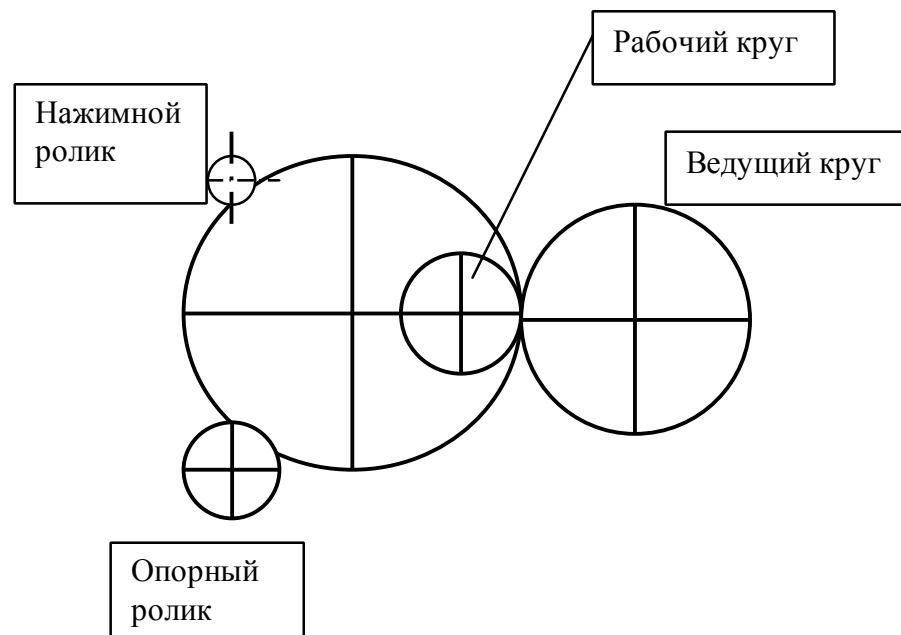
$a$  - угол наклона ведущего круга.

Такой способ обработки гладких валиков позволяет легко автоматизировать загрузку и выгрузку заготовок и вести непрерывную обработку.

По второму способу обрабатываемая поверхность имеет длину, равную или несколько меньшую высоты круга, а обработка ведётся с поперечной подачей шлифовального круга.

***Бесцентровое шлифование применяется так же для обработки внутренних поверхностей.*** Например, в массовом производстве внутренние поверхности подшипниковых колец шлифуются на бесцентрово-

шлифовальных станках. Ведущий круг большего диаметра вращается с малой скоростью. Рабочий круг располагается внутри обрабатываемого кольца с рабочей скоростью. Обрабатываемое кольцо опирается на поддерживающий ролик. В конструкции станка имеется так же нажимной ролик, который поджимает кольцо к опорному ролику и создаёт дополнительное сцепление с ведущим кругом.



Абразивный шлифовальный инструмент может применяться для выполнения обдирочных работ. Для такого вида обработки применяются специальные обдирочные станки, обладающие высокой жёсткостью и увеличенную мощность привода абразивного инструмента. Такой вид обработки носит название силового или глубинного шлифования. Величина снимаемого за один проход слоя материала может достигать нескольких миллиметров. Метод силового шлифования эффективен при обработке заготовок, получаемых литьём, которые имеют корку или прерывистую поверхность. Обработка по корке лезвийным инструментом приводит к быстрому его износу.

За счёт того, что обработка ведётся с большой глубиной шлифования, на кромке абразивного круга образуется заборная фаска.