**Задание для обучающихся**

**с применением дистанционных образовательных технологий**

**и электронного обучения**

Дата: 16 апреля 2020г.

Группа: Мз-19

Учебная дисциплина: Обработка металлов резанием, станки и инструменты

Тема занятия: Фрезерование, применяемый инструмент и станки

Форма: лекция

**Содержание занятия:**

1. Изучение теоретического материала
2. Контрольные вопросы

**Теоретический материал**

**Фрезерование** является распространенным видом механической обработки. Фрезерованием в большинстве случаев обрабатываются плоские или фасонные линейчатые поверхности. Фрезерование ведется многолезвийными инструмен­тами – фрезами. Фреза представляет собой тело вращения, у которого режущие зубья расположены на цилиндрической или на торцовой поверхности. В зави­симости от этого фрезы соответственно называются цилиндрическими или тор­цовыми, а само выполняемые ими фрезерование – цилиндрическим или торцо­вым. Главное движение придается фрезе, движение подачи обычно придается обрабатываемой детали, но может придаваться и инструменту – фрезе. Чаще всего оно является поступательным, но может быть вращательным или слож­ным. Основные операции, выполняемые на фрезерных станках, показаны на рисунке 1.

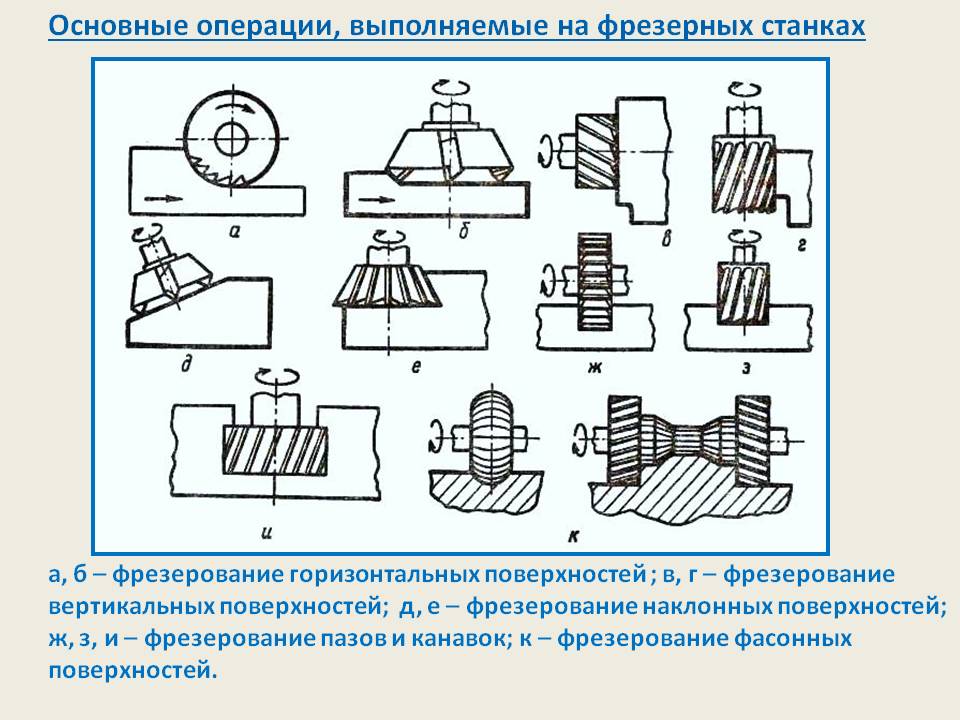


Рисунок 1 - Основные операции, выполняемые на фрезерных станках

Процесс фрезерования отличается от других процессов резания тем, что ка­ждый зуб фрезы за один ее оборот находится в работе относительно малый промежуток времени. Большую часть оборота зуб фрезы проходит, не произво­дя резания. Это благоприятно сказывается на стойкости фрез. Другой отличи­тельной особенностью процесса фрезерования является то, что каждый зуб фре­зы срезает стружку переменной толщины. Основные типы фрез представлены на рисунке 2.

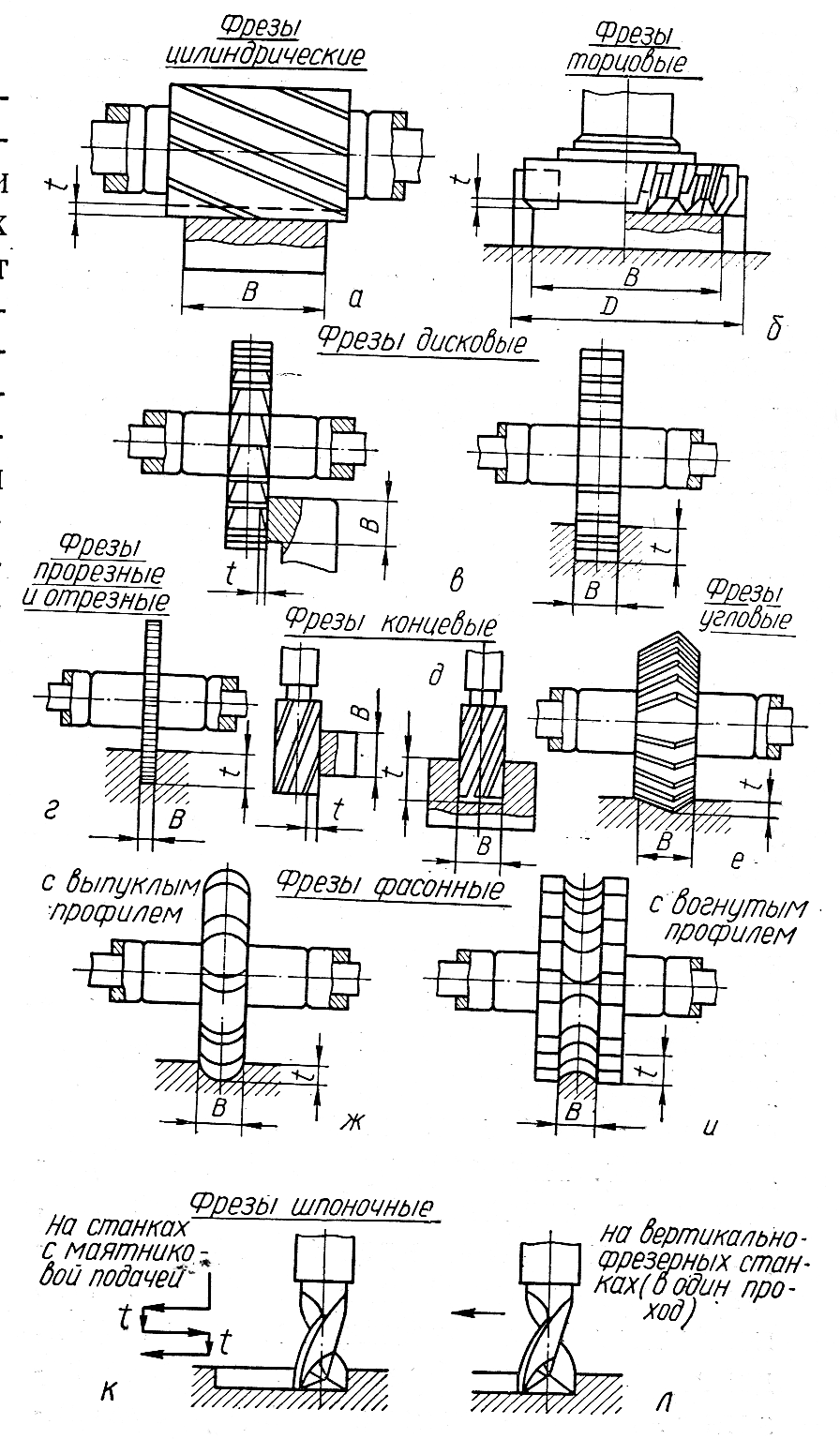
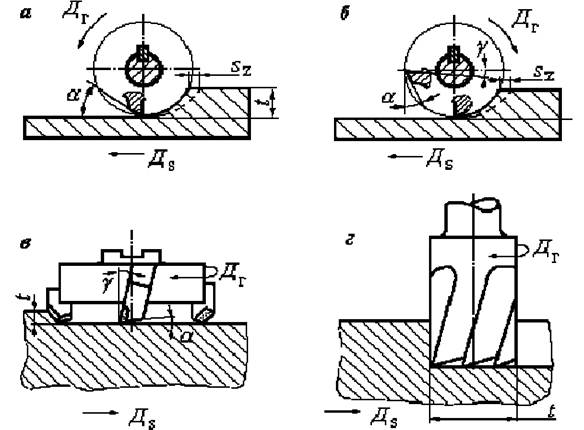


Рисунок 2 – Основные типы фрез

Фрезерование может производиться двумя способами: против подачи и по подаче (рисунок 3). Первое фрезерование называется встречным, а второе – попутным. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки.

Встречное фрезерование является основным. Попутное фрезерование целе­сообразно вести лишь при обработке заготовок без корки и при обработке мате­риалов, склонных к сильному обработочному упрочнению, так как при фрезеро­вании против подачи зуб фрезы, врезаясь в материал, довольно значительный путь проходит по сильно наклепанному слою. Износ фрез в этом случае проте­кает излишне интенсивно.



а- встречное фрезерование; б- встречное фрезерование; в – торцовой фрезой;

г – концевой фрезой

Рисунок 3 – Виды фрезерования

При работе торцовыми или концевыми фрезами различают симметричное и несимметричное резание. При симметричном резании ось фрезы совпадает с плоскостью симметрии обрабатываемой поверхности, а при несимметричном – не совпадает.

Основными элементами режима резания при фрезеровании являются глуби­на резания, подача, скорость резания и ширина фрезерования.

Глубиной резания t является толщина слоя металла, срезаемого за один про­ход. При фрезеровании глубина резания соответствует расстоянию между обрабатываемой и обработанной поверхностями и измеряется при цилиндрическом фрезеровании в направлении, перпендику­лярном оси вращения фрезы, при торцовом – в параллельном.

Под шириной фрезерования В следует понимать ширину обрабатываемой поверхности, измеренную в направлении, параллельном оси вращения цилинд­рической или концевой фрезы, а при фрезеровании торцовой фрезой – в направлении перпен­дикулярном оси фрезы.

Скоростью резания v является окружная скорость режущих лезвий фрезы

http://ok-t.ru/studopedia/baza9/1973126753538.files/image024.jpg

где D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин.

Подачей называется перемещение обрабатываемой заготовки относительно фрезы. При фрезеровании различают три вида подач:

• подача на зуб (sz, мм/зуб) - величина перемещения заготовки за время поворота фрезы на один зуб;

• подача на оборот фрезы (s0, мм/об) - величина перемещения заго­товки за время одного оборота фрезы;

• подача в минуту (или минутная подача, £м, мм/мин) - величина пе­ремещения заготовки в минуту

Эти подачи связаны между собой зависимостью:

http://ok-t.ru/studopedia/baza9/1973126753538.files/image026.jpg

где z – число зубьев фрезы,

n – частота вращения, об/мин.

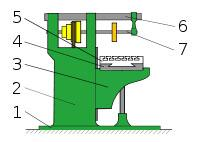
**Фрезерные станки.** Фрезерный станок — металлорежущий станок для резания при помощи фрезы, внутренних и наружных плоских, также фасонных поверхностей, уступов, пазов, поверхностей тело вращения, резьбы, зубьев зубчатых колёс и т. д. Во фрезерных станках основным движением является оборотистое вращение фрезы, а подачи движения — относительное перемещение фрезы и заготовки. Во фрезерном станке для подготовки процесса резания необходимы вспомогательные движения. К дополнительным движениям относятся, связанные с настройкой, а также наладкой фрезерного станка, закреплением и его управлением, освобождением детали и инструмента, подводом инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отводом; все действия приборов для автоматического контроля размеров и т. д. Далее вспомогательные движения можно делать на фрезерных станках как, вручную и автоматически. На фрезерных станках-автоматах все основные вспомогательные движения в специальной последовательности делаются автоматически.

Виды фрезерных станков:

* горизонтально-фрезерные консольные станки (с горизонтальным шпинделем и консолью)
* универсальные — с пово­ротным столом
* широкоуниверсальные — с дополни­тельными фрезерными головками
* вертикально-фрезерные станки (с вертикальным шпинделем) в том числе консольные
* бесконсольные называемые также с крестовым столом
* с передвижным порталом
* широкоуниверсальные инструментальные станки — с верти­кальной рабочей плоскостью основного стола и поперечным дви­жением шпиндельных узлов
* копировально-фрезерные станки
* фрезерные станки непрерывного действия, в том числе карусельно-фрезерные
* барабанно-фрезерные

**Универсально-фрезерный станок** (рисунок 4)имеет горизонтально расположенный шпиндель и предназначен для обработки фрезерованием разнообразных поверхностей на небольших и не тяжелых деталях в условиях единичного и серийного производства. Обработку ведут цилиндрическими, дисковыми, угловыми, концевыми, фасонными, торцовыми фрезами. На этом фрезерном станке можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные фасонные и винтовые поверхности, пазы и углы. Фрезерование деталей, требующих периодического деления или винтового движения, выполняют с использованием специальных делительных приспособлений.

На станине смонтированы все основные узлы фрезерного станка. Внутри станины размещены шпиндельный узел и коробка скоростей. Для поддержания оправки с фрезой служит хобот с серьгами. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль, несущая коробку подач. По направляющим консоли в поперечном направлении движутся салазки с поворотным устройством, которое несет продольный стол и позволяет поворачивать стол вокруг вертикальной оси на 45° в обе стороны, благодаря чему стол может перемещаться в горизонтальной плоскости под разными углами к оси шпинделя.



1 — фундаментная плита, 2 — станина, 3 — консоль, 4 — салазки, 5 — стол, 6 — хобот, 7 — оправка со фрезой

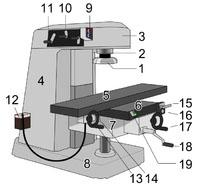
Рисунок 4 Горизонтально-фрезерный станок

Горизонтально-фрезерный станок отличается от универсально-фрезерного станка отсутствием поворотного устройства, то есть стол станка может перемещаться только перпендикулярно или вместе с салазками параллельно оси шпинделя.

**Широкоуниверсальный фрезерный станок в о**тличие от горизонтально-фрезерного станка имеет ещё одну шпиндельную головку, смонтированную на выдвижном хоботе, которую можно поворачивать под любым углом в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Возможна раздельная и одновременная работа обоими шпинделями. Для большей универсальности фрезерного станка на поворотной головке монтируют накладную фрезерную головку, которая позволяет обработать на станке детали сложной формы не только фрезерованием, но и сверлением, зенкерованием, растачиванием и т. д.

В некоторых фрезерных станках этого типа отсутствует консоль, а вместо неё по вертикальным направляющим станины, перемещается каретка. Каретка имеет горизонтальные направляющие для салазок с вертикальной рабочей поверхностью и Т-образными пазами, на которых крепят стол, делительные и другие приспособления. Широкая универсальность станка позволяет использовать его в экспериментальных и инструментальных цехах для производства кондукторов, зажимных приспособлений всех типов, инструментов, штампов, пресс-форм и других деталей.

Вертикально-фрезерный станок (рисунок 5) в отличие от горизонтально-фрезерного станка имеет вертикально расположенный шпиндель, который в некоторых моделях станков допускает смещение вдоль своей оси и поворот вокруг горизонтальной оси, расширяя тем самым технологические возможности станка.



1 — фреза, 2 — шпиндель, 3 — хобот, 4 — станина, 5 — стол, 6 — салазки, 7 — консоль, 8 — фундаментная плита

Рисунок 5 - Вертикально-фрезерный станок

**Вертикально- и горизонтально-фрезерные бесконсольные станки** предназначены для обработки вертикальных, горизонтальных, наклонных поверхностей, пазов в крупногабаритных деталях. В отличие от консольно-фрезерных станков, в этих станках отсутствует консоль, а салазки и стол перемещаются по направляющим станины, установленной на фундамент. Такая конструкция станка обеспечивает более высокую его жесткость и точность обработки по сравнению со станками консольного типа, позволяет обрабатывать детали большой массы и размеров. Шпиндельная головка, являющаяся и коробкой скоростей, имеет установочное перемещение по вертикальным направляющим стойки. Кроме того, шпиндель вместе с гильзой можно сдвигать в осевом направлении при точной установке фрезы на требуемый размер.

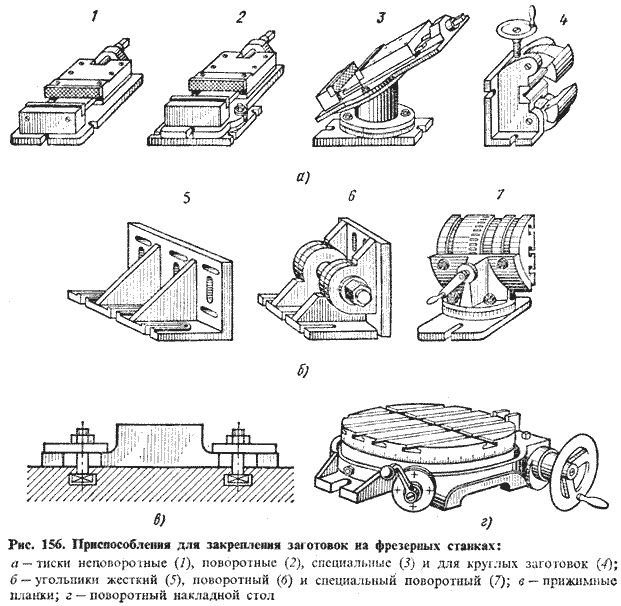
**Продольно-фрезерные станки и**спользуют для обработки крупногабаритных деталей, главным образом, торцовым; а также цилиндрическими, концевыми, дисковыми и фасонными фрезами. Станки делятся на одностоечные и двухстоечные. В четырёхшпиндельном двухстоечном продольно-фрезерном станке станина имеет стол и портал, состоящий из двух стоек и балки, По направляющим стоек перемещается траверса и две горизонтальные поворотные фрезерные головки. Две другие фрезерные головки перемещаются по направляющим траверсы. Обработку деталей можно производить при движущемся столе и неподвижных фрезерных головках, при неподвижном столе и подаче головок или при одновременно движущихся столе и фрезерных головках.

**Инструментальная оснастка.** Фрезы закрепляют на оправках и в патронах, которые, в свою очередь, различным образом крепят в шпинделе станка. Инструментальная оснастка представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Инструментальная оснастка

**Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных станках** (рисунок 7) — это различные прихваты, подставки, угловые плиты, призмы, машинные тиски, столы и вспомогательные инструменты, механизирующие и автоматизирующие закрепление заготовок и тем самым сокращающие вспомогательное время.



а – тиски неповоротные (1), поворотные (2), специальные (3) и для круглых заготовок (4), б- угольники жесткий (5), поворотный (6), и специальный поворотный (7), в – прижимные планки, г – поворотный накладной стол

Рисунок 7 – Приспособления для закрепления заготовок на фрезерных станках

**Приспособления, расширяющие возможности фрезерных станков** Делительные головки (рисунок 8) используют в основном на консольных и широкоуниверсальных станках для закрепления заготовки и поворота ее на различные углы путем непрерывного или прерывистого вращения. В зависимости от конструкции головки окружность заготовки может быть разделена на равные или неравные части. При нарезании винтовых канавок заготовке сообщаются одновременно непрерывное вращательное и поступательное движения, как, например, при обработке стружечных канавок у сверл, фрез, метчиков, разверток и зенкеров. Такие головки применяют при изготовлении многогранников, нарезании зубчатых колес и звездочек, прорезании пазов, шлиц и т. п.

По принципу действия делительные головки подразделяют на лимбовые (простые и универсальные), оптические, безлимбовые и с диском для непосредственного деления.



Рисунок 8 – Делительная головка

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал.
2. Контрольные вопросы
3. Чем отличается вертикально-фрезерные станки от горизонтально-фрезерных станков?
4. Какие виды работ выполняют на фрезерных станках?
5. Какое движение является главным при фрезеровании, а какое – движением подачи?
6. Какие приспособления для крепления заготовок используют на фрезерных станках?
7. Какие приспособления расширяют возможности фрезерных станков?

**Форма отчета.**

1. Сделать фото ответов на контрольные вопросы (можно ответить в электронном виде)
2. **Срок выполнения задания** 16.04.2020г.
3. **Получатель отчета.** Сделанные фото (или ответы в электронном виде) высылаем на электронную почту [olga\_galkina\_2021@mail.ru](mailto:olga_galkina_2021@mail.ru)

Обязательно укажите фамилию, группу, название дисциплины (ОМРСиИ).

**Задание для обучающихся**

**с применением дистанционных образовательных технологий**

**и электронного обучения**

Дата: 16 апреля 2020г.

Группа: Мз-19

Учебная дисциплина: Обработка металлов резанием, станки и инструменты

Тема занятия: Шлифование, применяемый инструмент и станки

Форма: лекция

**Содержание занятия:**

1. Изучение теоретического материала
2. Контрольные вопросы

**Теоретический материал**

**Шлифование** — процесс обработки заготовок резанием абра­зивным инструментом (кругами, брусками, абразивным инстру­ментом на гибкой основе, свободным абразивом). Абразивные зерна расположены в кругах беспорядочно и удерживаются связующим материалом. При вращении круга в зоне его контакта с обрабаты­ваемой поверхностью часть зерен срезает материал заготовки. Об­работанная поверхность представляет собой совокупность микро­следов воздействия абразивных зерен, поэтому иногда шлифова­ние определяют как управляемое изнашивание заготовки. Скорость резания при шлифовании 30м/с. Шлифованием можно про­изводить чистовую обработку заготовок из различных материалов, имеющих разную твердость (для заготовок из закаленных сталей — это основной способ обработки).

**Особенности процесса резания при шлифовании.**Абразивный инструмент, в отличие от лезвийного инструмента, имеет множе­ство режущих микролезвий, расположенных хаотично. Единичное зерно шлифовального круга может располагаться на некотором расстоянии от обрабатываемой поверхности, скользить по обра­ботанной поверхности (скользящие зерна), проникать в обрабо­танную поверхность на небольшую глубину и деформировать ма­териал заготовки только пластически (деформирующие зерна), проникать в обработанную поверхность на глубину, достаточную для снятия стружки (режущие зерна). По сравнению с лезвийной обработкой шлифование характеризуется повышенным сопротив­лением резанию, поскольку скользящие зерна создают дополни­тельное трение, деформирующие зерна — дополнительные упругую и пластическую деформации, а у режущих зубьев углы реза­ния неоптимальные. Кроме того, сила резания на единичном зер­не больше, но так как снимаются микростружки, суммарная сила резания невелика. За счет дополнительного трения и деформаций температура в зоне резания значительно выше, чем при лезвий­ной обработке, поэтому возможны структурные превращения металла в зоне резания (прижоги). Стружка сгорает на воздухе в виде снопа искр, что требует дополнительных мер пожарной и санитарной безопасности.

**Абразивный инструмент.**Абразивные материалы (абразив) — из­мельченные синтетические или естественные обогащенные зерна, твердость которых превышает твердость обрабатываемого материа­ла. Высокая стабильность физико-механических свойств синтети­ческих абразивных материалов резко ограничила область приме­нения естественных материалов. В машиностроении применяются следующие абразивные материалы.

Электрокорунд состоит из корунда (А1203) и небольшого ко­личества примесей. Нормальный электрокорунд содержит 92% корунда, шлак и ферросплавы. Выпускаемые марки: 13А — применя­ется для абразивного инструмента на органической связке; 14А — для абразивного инструмента на органической и керамической связ­ках; 15А — для абразивного инструмента на керамической связке, в том числе прецизионного класса.

Белый электрокорунд содержит 98...99 % корунда и алюминат натрия. Выпускаемые марки: 23А, 24А — применяется для шли­фовальных кругов, абразивной шкурки, для обработки свободным зерном; 25А — для абразивного инструмента на керамической связке, в том числе прецизионного класса.

Хромистый электрокорунд получают в дуговых печах плавкой глинозема с добавкой оксида хрома. Абразив имеет повышенную механическую прочность и абразивную способность. Выпускаются марки: ЗЗА — для абразивного инструмента на керамической связ­ке, абразивной шкурки, для обработки свободным зерном; 34А — для абразивного инструмента на керамической связке, в том чис­ле прецизионного класса, абразивной шкурки, для обработки сво­бодным зерном.

Титанистый электрокорунд марки 37А применяют для инстру­ментов на керамической связке при обработке сталей. Цирконистый электрокорунд марки 38А используют в инструментах для обди­рочного шлифования и шлифования с высокими скоростями.

Сферокорунд (марка ЭС) получают в виде полых корундовых сфер. Абразив эффективен при обработке мягких и вязких матери­алов (кожа, резина, пластмасса, сплавы цветных металлов).

Монокорунд марок 43А, 44А применяют для абразивного ин­струмента на керамических связках, марки 45А — для абразивно­го прецизионного инструмента. Корунд марки 92Е используют для полирования деталей из стекла и металлов.

Техническое стекло — бой листового и бутылочного стекла; марка 71Г применяется для [обработки дерева](https://pandia.ru/text/category/derevoobrabotka/).

Кремень марки 81 применяют для обработки дерева, кожи, эбонита.

Карбид кремния — химическое соединение кремния с углеро­дом. Черный карбид кремния марок 53С, 54С, 55С применяется для шлифования твердых сплавов, чугуна, цветных металлов, стек­ла, пластмасс. Зеленый карбид кремния марок 63С, 64С применяется для тонкого шлифования металлорежущего инструмента, твер­дых сплавов, керамики, правки шлифовальных кругов.

Карбид бора используют для доводочных операций.

Алмаз природный: марка А8 применяется для бурового и правя­щих инструментов; А5 — для абразивных инструментов на металли­ческой связке, для дисковых пил; A3 — для абразивных инструмен­тов на металлической связке; Al, А2 — для шлифования стекла, керамики и бетона; AM — для полирования деталей из закаленных сталей, стекла; АМ5 — для сверхтонкой доводки и полирования.

Алмаз синтетический: марка АС2 применяется для инструмен­тов на органических связках при чистовой обработке и доводке сталей и твердых сплавов; АС4 — для обработки керамики и дру­гих хрупких материалов; АС6 — для работы при повышенных на­грузках; АС 15 — для работы в тяжелых условиях при резке стекла, шлифовании керамики и железобетона; АС20, АС32 — при буре­нии, хонинговании, правке шлифовальных кругов; АРВ1 — при хонинговании чугунов, резки стеклопластика; АСМ — для довод­ки и полирования закаленных сталей и твердых сплавов; АСМ 5, АСМ1 — для сверхтонкой доводки.

Кубический нитрид бора (эльбор, кубонит) синтезирован из нитрида бора, упакованного в гексагональную решетку; имеет более высокую, чем у алмаза, теплостойкость, не имеет химичес­кого сродства к железу. Марки ЛО, ЛП применяются для изготов­ления абразивного инструмента на органической, керамической и металлической связках, абразивных паст и шкурок; марки КР, КО, КОС — для изготовления шлифовальных порошков.

В зависимости от размера зерен шлифовальные материалы де­лятся на четыре группы: шлифовальное зерно (160...2000 мкм); шлифовальные порошки (40мкм); микрошлифовальные по­рошки (14...63 мкм); тонкие микрошлифовальные порошки (3мкм).

Совокупность абразивных зерен шлифовального материала в установленном интервале размеров называют фракцией. Фракцию, преобладающую по массе, объему или числу зерен, называют ос­новной. Характеристику конкретной совокупности абразивных зе­рен, выраженную размерами зерен основной фракции, называют зернистостью.

При обозначении алмазных шлифовальных порошков указы­вается марка шлифовального материала, зернистость и стандарт. Например: шлифпорошок АС6 160/125 ГОСТ 9206 — 80; микро­порошок АСН 40/28 ГОСТ 9206 — 80; субмикропорошок АСМ5 0,5/0,1 ГОСТ 9206-80.

Связка абразивных инструментов — вещество или совокупность веществ, применяемых для закрепления шлифовальных зерен и наполнителя. Связка влияет на геометрию рельефа рабочей поверх­ности круга, его износ, параметры шероховатости обработанной поверхности.

Керамические связки (К1; К2; КЗ; К4; К5; Кб; К8; К10) ис­пользуются для всех основных видов шлифования, кроме прорез­ки узких пазов, обдирочных работ: К2, КЗ — для инструмента из карбида кремния; К2 — для мелкозернистого инструмента; К1, К5, К8 — для инструмента из электрокорунда; К1 — для шлифо­вания и заточки алмазным кругом твердосплавного режущего ин­струмента совместно со стальной державкой или корпусом.

Бакелитовые связки (Б; Б1; Б2; БЗ; Б4; Б156; БП2; БУ) приме­няются для изготовления кругов с упрочненными элементами для шлифования при скоростях 60м/с: обдирочное шлифова­ние; плоское шлифование торцем круга; отрезка; прорезка пазов; заточка режущих инструментов; шлифование прерывистых поверх­ностей; для изготовления мелкозернистых кругов для отделочно­го шлифования, алмазных и эльборовых кругов, хонинговальных брусков.

Вулканитовая, глифталевая, поливинилформалевая связки (В; В1; В2; ВЗ; В5; ГФ; ПФ; Э5; Э6) используются для изготовления ведущих кругов для бесцентрового шлифования, гибких кругов для полирования и отделки (В5), кругов для отрезки, прорезки и шлифования пазов, профильного шлифования.

Металлические связки применяются для изготовления алмаз­ных кругов повышенной износостойкости для обработки твердых сплавов, кругов для электрохимической абразивной обработки.

Органические связки с металлическим наполнителем (Б 156; БП2; ТО) применяются для изготовления алмазных кругов для заточки твердосплавного режущего инструмента, шлифования твердосплавных или керамических деталей, профильного шлифо­вания. Органические связки с минеральным наполнителем (Б1, 01) используются для изготовления алмазных кругов для чисто­вой заточки твердосплавного режущего инструмента, чистового шлифования твердосплавных деталей.

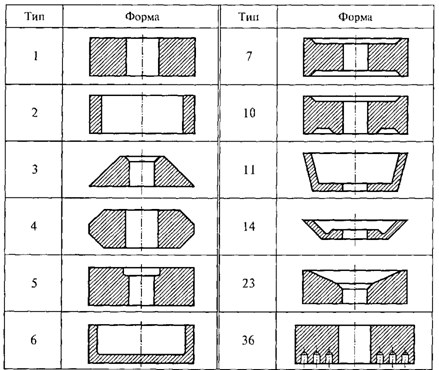
Твердость абразивного инструмента — величина, характеризу­ющая его свойство сопротивляться нарушению сцепления между зернами и связкой при сохранении характеристик инструмента в пределах установленных норм. Установлена следующая шкала твердостей: ВМ1, ВМ2 — весьма мягкие; Ml, М2, МЗ — мягкие; СМ1, СМ2 — среднемягкие; С1, С2 — средние; СТ1, СТ2, СТЗ — среднетвердые; Tl, Т2 — твердые; ВТ — весьма твердые; ЧТ — чрезвычайно твердые.

Мягкие и среднемягкие круги (Ml —СМ2) используют для плоского шлифования кругами на бакелитовой основе, шлифова­ния периферией керамическими кругами, шлифования деталей из твердых сплавов, закаленных сталей, цветных металлов и их сплавов. Среднемягкие и средние связки (СМ2 —С2) применяют для чистового шлифования, шлифования резьб с крупным шагом. Средние и среднетвердые круги (С2 — СТ2) используют для шли­фования и резьбошлифования заготовок из незакаленных сталей, чугуна, вязких материалов, хонингования. Среднетвердые и твер­дые круги (СТ2 —Т2) применяют для обдирочного и предвари­тельного шлифования, шлифования профильных и прерывистых поверхностей, заготовок малого диаметра, бесцентрового шли­фования, хонингования закаленных деталей. Весьма твердые и чрезвычайно твердые круги (ВТ, ЧТ) используют для шлифова­ния шариков подшипников, правки шлифовальных кругов.

Структура абразивного инструмента определяется соотноше­нием объемов шлифовального материала, связки и пор. Различа­ют 16 номеров структур. Абразивные инструменты зернистостью 125 — 80 изготавливают структурой № 3 и 4, зернистостью 50—40 — № 5 и 6, зернистостью 25 —12 — № 6 и 7.

Абразивный инструмент на гибкой основе с нанесенным слоем (слоями) абразива, закрепленного связкой, называют шлифоваль­ной шкуркой. Шлифовальные шкурки выпускают на бумажной, тканевой, комбинированной, фибровой и других основах. В зави­симости от вида основы и свойств связки различают шкурку во­достойкую, неводостойкую, термостойкую и др. В зависимости от числа слоев шлифовального материала, нанесенных на шкурку, различают одно - и двухслойную шкурку. Если шлифовальный слой нанесен на обеих сторонах основы, шкурка называется двусто­ронней.

Шлифовальный лист — полоса прямоугольной формы длиной до 1000 мм, шириной 70мм. Шлифовальная лента — поло­са прямоугольной формы, ширина которой значительно меньше ее длины. Шлифовальную ленту с замкнутым контуром называют бесконечной шлифовальной лентой. Несклеенная лента называется бобиной (выпускается длиной 25м, шириной 2,5мм).

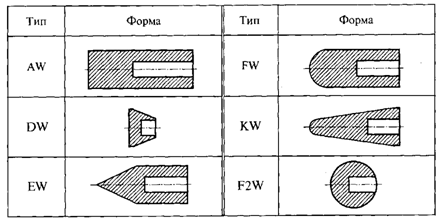
Таблица 1 -Формы шлифовальных кругов

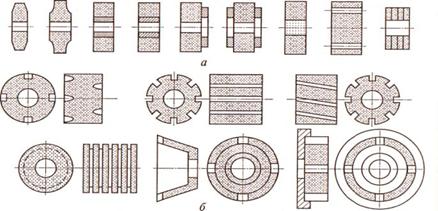
Шлифовальный диск — шкурка в форме круга. Диски могут иметь радиальные прорези. Шлифовальная трубка — шкурка в форме цилиндра. Если диаметр шлифовальной трубки равен или больше ее высоты, трубку называют шлифовальным кольцом. Шлифоваль­ный конус (тип К) или усеченный конус (тип КУ) — шкурка в виде соответствующей геометрической фигуры.

Типаж и размеры шлифовальных кругов зависят от размеров и кон­фигурации обрабатываемой заготовки, требований к результатам обработки, вида обработки и характеристик станка. Основные типы шлифовальных кругов приведены в таблице 1, а шлифовальных головок — в таблице 2.

Круги прямого профиля (тип 1) — наиболее распространенная форма. Кольцевые круги (тип 2) применяются для плоского шли­фования торцем круга, крепятся на планшайбе с помощью цемен­тирующих веществ. Круги с коническим профилем (типы 3, 4), круги с выточками (типы 5, 7, 10, 23) имеют универсальное при­менение. Благодаря выточкам имеется лучший доступ круга при подводе к обрабатываемой поверхности, возможность одновре­менной обработки цилиндрической и торцевой поверхностей, обработки буртов, [фланцев](https://pandia.ru/text/category/flantci/) и т. д. Чашечные круги (тип 6) предназ­начены для заточки и доводки режущего инструмента, внутренне­го и плоского шлифования. Чашечные конические круги (тип 11) предназначены для заточки и доводки режущего инструмента, плоского шлифования в случаях, когда затруднено применение кругов других типов. Тарельчатые круги (тип 14) применяют для резьбо-, шлице - и зубошлифования, заточки многозубых режущих инструментов. Круги с запрессованными крепежными элементами (тип 36) используются для плоского шлифования протяженных поверхностей торцем круга.

Таблица 2 - Формы шлифовальных головок





а — круги высокопрочных форм; б — круги с прерывистой рабочей

поверхностью

Рисунок 1 -. Перспективные виды шлифовальных кругов

В последнее время в машиностроении применяется высокоско­ростное и силовое шлифование, поэтому перспективным направ­лением является изготовление кругов высокопрочных форм или упрочнение круга (рисунок 1, а). Высокопрочным является круг, сечение которого балка равного сопротивления или трапеция, од­нако профилирование и эксплуатация таких кругов вызывает не­которые затруднения. Упрочнения круга можно добиться, если область, прилегающую к посадочному отверстию, выполнить из плотного и прочного абразивного материала, так как именно она испытывает наибольшие напряжения. По этой же причине в кру­ги вклеивают металлическую или полимерную втулку. Круги, ра­ботающие периферией, упрочняют одним или двумя стальными кольцами, приклеенными к торцу. Круги, работающие торцем, выполняют без центрального отверстия. Центральную часть, не несущую значительные нагрузки, выполняют из низкокачественно­го абразива. На шпиндель станка круг устанавливается с помощью стальной планшайбы, приклеенной к торцу круга. Как вариант, возможно крепление круга за крепежные отверстия, равномерно расположенные по окружности. Армирование кругов прокладка­ми из стекловолокна также является упрочнением.

Перспективным направлением повышения производительности и качества шлифования является применение кругов с прерывис­той рабочей поверхностью (рисунок 1, б): с выточками, пазами, спиральными прорезями, канавками, насечками; к ним относят­ся и сегментные круги.

**Характеристика абразивных кругов.**Производительность и каче­ство абразивной обработки, стойкость инструмента, себестоимость операции во многом зависят от правильного выбора шлифовально­го круга. В характеристику круга входят все параметры, определяю­щие строение, состав, свойства, форму, геометрические размеры, точность их исполнения и допускаемую скорость резания. Напри­мер: абразивный круг 24А 16 М2 8 К5/ ПСС 40 15 тип 1 35 м/с ГОСТ 2424 — 80: электрокорунд белый, зернистость 16, твердость М2, структура 8, связка керамическая К5, парообразователь — полистирол марки ПСС, зернистость 40, объемное содержание полистирола при прессовании равно 15 %, форма — круг прямого профиля, рабочая скорость 35 м/с; абразивная головка AW 8 х 10 24А 25-Н СТ1 6 А 35 м/с ГОСТ 2447 — 82\*: головка цилиндричес­кая, диаметром 8 мм, высотой 10 мм, белый электрокорунд, зер­нистость 25Н, степень твердости СТ1, 6-й номер структуры, связ­ка керамическая, класс точности А, рабочая скорость 35 м/с.

**Технологические разновидности процесса шлифования.**По ха­рактеру обрабатываемых поверхностей можно различить четыре основные схемы шлифования: обработка круглых наружных по­верхностей; обработка круглых внутренних поверхностей; обра­ботка плоских поверхностей; обработка сложных (фасонных) по­верхностей.

При круглом наружном шлифовании в центрах в заготовке пред­варительно выполняют центровые отверстия. Диаметр шлифоваль­ного круга не зависит от диаметра обработанной поверхности, он определяется прочностью круга, параметрами станка, технологи­ческими факторами обработки. В основном шлифование произво­дят периферией круга. Шлифовальному кругу придаются главное движение Dг. и движения поперечной и (или) продольной подачи. Движение круговой подачи Da придается заготовке. Скорость глав­ного движения, м/с, определяется по формуле:

https://pandia.ru/text/77/487/images/image009_108.gif

где https://pandia.ru/text/77/487/images/image010_99.gif. — диаметр шлифовального круга, мм;

https://pandia.ru/text/77/487/images/image011_94.gif — частота враще­ния круга, об/мин.

Круговая подача определяется по формуле:

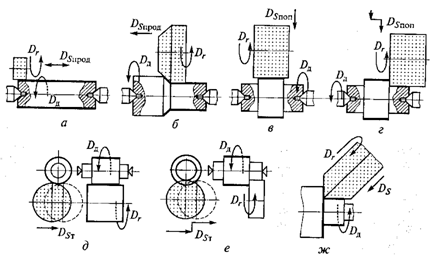
https://pandia.ru/text/77/487/images/image012_89.gif

где v3 — скорость движения заготовки, м/мин;

https://pandia.ru/text/77/487/images/image013_86.gif — максималь­ный диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

https://pandia.ru/text/77/487/images/image014_84.gif — частота вра­щения заготовки, об/мин.

Продольная подача измеряется в долях ширины шлифовального круга за оборот детали, в миллиметрах на оборот детали, в милли­метрах в минуту, в метрах в минуту. Поперечная подача и подача под углом измеряются в миллиметрах на оборот детали, миллиметpax на ход стола или шлифовальной бабки, в миллиметрах на двой­ной ход стола или шлифовальной бабки, в миллиметрах в минуту. При многопроходном шлифовании с продольной подачей (рисунок 2 а) обработку производят с частичным выходом шлифо­вального круга из контакта (на величину 20% ширины круга). Если обрабатываемая шейка ограничена торцевой поверхностью, на заготовке предварительно протачивают канавку для выхода шли­фовального круга. После каждого двойного хода круга (заготовки) круг подается в радиальном направлении на заготовку на величи­ну глубины резания. В конце обработки один или несколько про­ходов выполняют без радиальной подачи круга (выхаживание). Данная схема применяется для черновой и чистовой обработки поверхностей сравнительно большой длины (валы, оси). При об­работке конических поверхностей заготовка поворачивается на угол, равный половине угла при вершине конуса. При однопро­ходном шлифовании с продольной подачей (глубинное шлифо­вание) весь припуск снимают за один проход (рисунок 2, б). Для улучшения работы круга его заправляют на конус или уступами. Глубинное шлифование более производительно, чем многопро­ходное, но точность обработки ниже. Данная схема применяется для черновой и получистовой обработки деталей большой жесткости.



а — многопроходное; б — глубинное; в, г — с поперечной подачей одно - и многопроходное соответственно; д, е — с тангенциальной подачей одно - и мно­гопроходное соответственно; ж — врезное

Рисунок 2 - Схемы круглого наружного шлифования в центрах

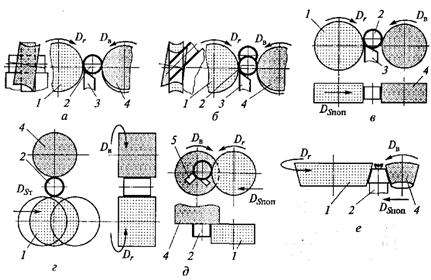
При обработке конических поверхностей заготовка повора­чивается на угол, равный половине угла при вершине конуса.

При обработке методом поперечной подачи шлифовальный круг равномерно или дискретно подается в радиальном направ­лении (движение DSnon). В конце обработки проводится выхажи­вание. Этот метод более производителен, чем шлифование с про­дольной подачей. Точность обработки существенно зависит от геометрической точности круга, который необходимо чаще пра­вить. Этим методом можно обрабатывать короткие фасонные по­верхности. При однопроходной схеме (рисунок 2, в) кругу придают осциллирующие движения вдоль оси заготовки, что повышает точность обработки. Данная схема применяется для черновой и чистовой обработки относительно коротких шеек заготовок боль­шой жесткости, конических и фасонных поверхностей. При мно­гопроходной схеме (уступами) (рисунок 2, г) возможна последо­вательная обработка нескольких шеек, что обеспечивает малую величину несоосности обработанных поверхностей. Данная схе­ма применяется для черновой и чистовой обработки относитель­но коротких шеек заготовок большой жесткости (ступенчатые валы, блоки шестерен, шейки коленчатого вала), конических и фасонных поверхностей.

При обработке методом тангенциальной подачи шлифоваль­ному кругу придается равномерное или дискретное движение по­дачи (DST) в тангенциальном направлении. Преимущество метода заключается в том, что в конце рабочего хода съем постепенно уменьшается, в момент совпадения осей круга и заготовки проис­ходит выхаживание; шлифовальную бабку станка можно располо­жить внизу станка; существенно повышается точность обработки; облегчается автоматизация процесса. При однопроходной обра­ботке (рисунок 2, д) можно шлифовать фасонные поверхности. При многопроходной обработке (рисунок,2, е) возможно последо­вательное шлифование нескольких шеек. Данные схемы применя­ются для чернового и чистового шлифования относительно ко­ротких цилиндрических, конических и фасонных поверхностей. При необходимости одновременной обработки шейки и прилега­ющего к ней торца применяют врезное шлифование с подачей круга под углом к оси заготовки (рисунок 2, ж).

При круглом наружном бесцентровом шлифовании (рис. 3, а) заготовка 2 опирается на нож 3 и базируется по обработанной поверхности, что существенно повышает точность обработки. За­готовка получает вращение от ведущего круга 4. Скорость движе­ния ведущего круга в 60—100 раз меньше скорости движения шлифовального круга 1. При расположении ведущего и шлифо­вального кругов на скрещивающихся осях заготовка получает до­полнительное прямолинейное движение вдоль оси шлифовально­го круга. Вращение заготовке можно передавать магнитной планшайбой 5 (рисунок 3, д). В этом случае заготовка базируется торцем и удерживается силами магнитного притяжения.

Шлифованием с поворотом ведущего круга и продольной по­дачей (рисунок 3, а) или поворотом направляющей линейки (рисунок 3, б), имеющим высокую производительность, обрабаты­вают большие партии (500—1000 шт. в смену) гладких цилиндри­ческих деталей (штифты, пальцы, подшипниковые кольца). Шли­фованием с ведущим кругом и радиальной подачей шлифующего круга (рисунок 3, в) обрабатывают цилиндрические, конические, ступенчатые и фасонные поверхности сравнительно небольшой длины. Шлифование с тангенциальной подачей шлифующего круга (рисунок 3, г) позволяет обрабатывать те же поверхности, а при специальной наладке и плоские. Шлифование с поперечной подачей и установкой заготовки на магнитной планшайбе (рисунок 3, д) позволяет с большой точностью обрабатывать цилиндрические поверхности небольшой длины (например, кольцо подшипника).



а — с продольной подачей; б — с поворотом направляющей линейки;

в — с радиальной подачей; г — с тангенциальной подачей; д — на планшайбе;

 е — с упором;

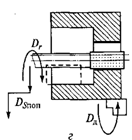
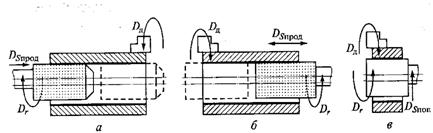
1 — шлифовальный круг; 2 — заготовка; 3 — нож; 4 — ведущий круг; 5 — планшайба

Рисунок 3 - Схемы круглого наружного бесцентрового шлифования

Для обработки цилиндрических или конических деталей неболь­шой длины (к примеру, стержень клапана) применяют шлифова­ние с упором (рисунок 3, е).

При внутреннем шлифовании в патроне диаметр шлифовального круга ограничен диаметром обрабатываемого отверстия и равен 0,5...0,8 диаметра обрабатываемого отверстия.

Схемы обработки заготовок при внутреннем шлифовании в пат­роне (рисунок 4) аналогичны схемам обработки при круглом на­ружном шлифовании.

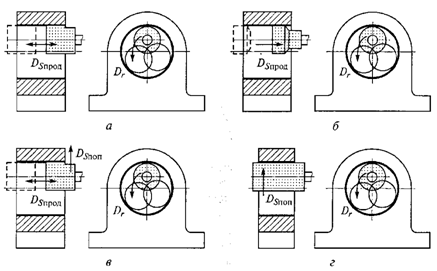


а, б — соответственно одно - и многопроходное с продольной подачей;

в, г — соответственно одно - и многопроходное с поперечной подачей;

Рисунок 4 - Схемы внутреннего шлифования в патроне

При внутреннем планетарном шлифовании заготовка неподвиж­на. Для осуществления движения круговой подачи шпинделю шли­фовальной бабки придают дополнительное вращение вокруг оси обрабатываемого отверстия. При многопроходном шлифовании с продольной подачей (рисунок 5, а) осуществляют черновую и чис­товую обработку сквозных и глухих отверстий относительно боль­шой длины в корпусных деталях. Однопроходное (глубинное) шлифование с продольной подачей (рисунок5, б) более произво­дительно, но точность обработки ниже. При многопроходном шлифовании с продольной и поперечной подачами (рисунок5, в) осуществляют обработку ступенчатых отверстий в корпусных де­талях. При однопроходном шлифовании с поперечной подачей (рисунок 5, г) осуществляют черновую обработку сквозных, глу­хих, цилиндрических, конических и фасонных отверстий относи­тельно малой длины в корпусных деталях большой жесткости. При плоском шлифовании главное движение Dr придается ре­жущему инструменту — шлифовальному кругу. Движения подачи придаются заготовке и кругу. Заготовку устанавливают на магнит­ный стол станка или в приспособлениях (например, в тисках, в синусных тисках, на синусной линейке), устанавливаемых на маг­нитном столе.



а, б — соответственно много - и однопроходное с продольной подачей;

в — мно­гопроходное с продольной и поперечной подачами; г — однопроходное с попе­речной подачей

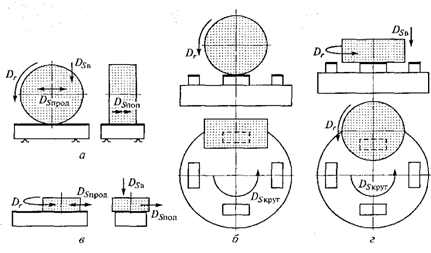
Рисунок 5 - Схемы внутреннего планетарного шлифования

Плоское шлифование (рисунок 6) выполняется периферией или торцем круга. При шлифовании торцем круга колебания инструменталь­ного шпинделя меньше влияют на рельеф обработанной поверх­ности, поэтому обеспечивается большая точность и меньшая ше­роховатость обработанной поверхности.

Плоское шлифование периферией круга по многопроходной схеме с линейной продольной, поперечной и вертикальной пода­чами (рисунок 6, а) применяется для чернового и чистового шли­фования поверхностей с относительно большой шириной или ком­плектов деталей (шпонки, линейки, клинья). Однопроходная схе­ма с линейной продольной и поперечной подачами применяется только для чернового шлифования поверхностей. Шлифование с круговой подачей (рисунок 6, б) применяют для обработки отно­сительно большой партии деталей небольших размеров (напри­мер, кольца, втулки).

Плоское шлифование торцем круга по многопроходной схеме с линейной продольной, поперечной и вертикальной подачами (рисунок 6, в) применяется для чернового и чистового шлифова­ния больших плоских поверхностей (плиты, столы).

Однопроходная схема с линейной продольной, поперечной и вертикальной подачами применяется для чернового шлифования.



а - периферией круга с продольной, поперечной и вертикальными подачами;

б - периферией круга с круговой подачей; в - торцем круга с продольной, поперечной и вертикальной подачей; г- торцем круга с круговой подачей

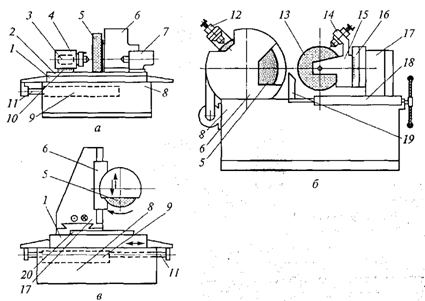
Рисунок 6 - Схема плоского шлифования

**Станки шлифовальной группы.**В условиях единичного и серий­ного производства широко используются универсальные кругло-шлифовальные, плоскошлифовальные и бесцентрово-шлифовальные станки.

Круглошлифовальный станок представлен на рисунок 7, а. На верх­них направляющих станины 8 установлен стол 1. На верхней, по­воротной части 2 стола размещен поворотный суппорт 10 с перед­ней 4, задней 17 бабками и коробкой скоростей 3. На задней части станины расположена шлифовальная бабка 6 с шлифовальным кругом 5. Стол станка перемещается в продольном направлении штоком 11 гидроцилиндра 9.

При шлифовании длинных коничес­ких поверхностей заготовка устанавливается в центрах передней и задней бабок (рисунок 8, а). Верхняя часть стола поворачивается на половину угла при вершине конуса заготовки. При шлифовании коротких конусных поверхностей заготовку зажимают в патроне передней бабки, которую поворачивают на требуемый угол с по­мощью поворотного суппорта (рисунок 8, б).

Внутришлифовальный станок имеет аналогичную компоновку. Однако у него нет задней бабки, а шлифовальная бабка выполне­на консольной. Так как круги для внутришлифовальных работ имеют малый диаметр, механизм главного движения должен обес­печить высокие обороты шлифовального круга.



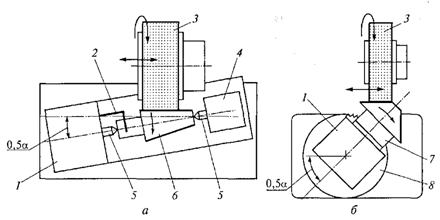
а — круглошлифовальный; б — бесцентрово-шлифовальный;

в — плоскошлифо­вальный;

1 — стол; 2 — верхняя, поворотная часть стола; 3 — коробка скоростей; 4 — передняя бабка; 5 — абразивный круг;

 6 — шлифовальная бабка; 7 — задняя бабка; 8 — станина; 9 — гидроцилиндр; 10, 16 — поворотные суппорты; 11 — шток; 12, 14 — механизмы правки; 13 — ведущий круг; 15 — бабка ведущего Круга; 17 — задняя бабка (колонна); 18 — стол ведущего круга; 19 — нож; 20 — магнитная плита

Рисунок 7- Станки шлифовальной группы



а — в центрах; б — в патроне;

1 — передняя бабка; 2 — поводок; 3 — шлифоваль­ный круг; 4— задняя бабка; 5— центр; 6— заготовка; 7— патрон; 8— поворот­ный суппорт; α — угол при вершине конуса заготовки

Рисунок 8- Шлифование наружных конических поверхностей

Производительность внутришлифовальных станков невысока, так как консольное расположение шлифовальной бабки и консоль­ное закрепление шлифовального круга не обеспечивают необхо­димой жесткости системы СПИД, кроме того, требуется частая правка круга.

Бесцентрово-шлифовальный станок показан на рисунок 7, б. На станине 8 размещена шлифовальная бабка 6 с абразивным кругом 5. На верхних направляющих станины установлен стол 1 и вертикальная колонна 17 с поворотным суппортом 16 и бабкой 15 ведущего круга 13. Каждый из кругов периодически правят с по­мощью механизмов для правки 12 и 14. Заготовку устанавливают на нож 19 между шлифовальным и ведущим кругами, которые выбираются таким образом, чтобы трение между заготовкой и

ведущим кругом было больше трения между заготовкой и шлифо­вальным кругом. Если необходимо продольное перемещение заго­товки, ведущий круг поворачивают на угол 1...7" относительно оси заготовки. Появляется осевая составляющая силы трения, кото­рая придает заготовке осевое движение подачи, и гладкие цилинд­рические заготовки (цилиндры, кольца) можно подавать непре­рывно, что резко повышает производительность обработки.

Плоскошлифовальный станок показан на рисунке 7, в. На попе­речных направляющих станины 8 установлена вертикальная ко­лонна 17, по вертикальным направляющим которой перемещает­ся шлифовальная бабка 6 с абразивным кругом 5. Круг частично закрыт защитным кожухом. По горизонтальным направляющим станины перемещается стол 1. Продольные движения стола осу­ществляются штоком 11 гидроцилиндра 9. В направляющих стола могут устанавливаться заготовка, машинные тиски, синусные тиски или стол, магнитная плита (стол) 20. На магнитной плите могут размещаться заготовка, синусные тиски или стол.

**Задание:**

1.Изучите теоретический материал.

2.Контрольные вопросы

1) Какие поверхности можно обрабатывать шлифованием?

2) Какое движение является главным, а какое – движением подачи при шлифовании вала?

3) Объясните обозначение шлифовального круга:

24А 16 СМ1 8 К5/ПСС 40 15 тип1 35м/с

**Форма отчета.**

Сделать фото ответов на контрольные вопросы (можно ответить в электронном виде)

**Срок выполнения задания** 16.04.2020г.

**Получатель отчета.** Сделанные фото (или ответы в электронном виде) высылаем на электронную почту [olga\_galkina\_2021@mail.ru](mailto:olga_galkina_2021@mail.ru)

Обязательно укажите фамилию, группу, название дисциплины (ОМРСиИ).