Уважаемые студенты!

Ниже представлена лекция. Вам необходимо:

1. Внимательно прочитать лекционный материал.
2. Законспектировать лекцию, выделяя основные понятия и определения, конспект должен составлять не менее 3-4 страниц тетради.
3. Ответить на вопросы письменно в конце законспектированной лекции.
4. Краткий конспект лекции предоставить преподавателю на его электронный адрес (trekhlebinga@mail.ru) в срок до 14.06.2023 года.
5. В случае возникновения вопросов можно обратиться к преподавателю на электронный адрес или по телефону (072-503-67-40) с 8^{00} до 16^{30}.

Тема: Растачивание, протягивание, шлифование отверстий

План:

1. Протягивание

2. Шлифование

3. Хонингование

1. Протягивание

Протяжками обрабатывают сквозные отверстия любой формы, прямые или винтовые канавки, наружные поверхности разнообразной формы, зубчатые колеса наружного и внутреннего зацепления. Протяжка — многозубый инструмент; каждый последующий зуб протяжки выше предыдущего; движение резания прямолинейное и реже—круговое (рис.1). Протяжку закрепляют в ползуне станка и она перемещается вместе с ним. При работе круглой протяжки это перемещение осуществляется вдоль оси отверстия (рис.1 а). Если сила прилагается к хвостовику, то корпус протяжки работает на растяжение. Если сила прилагается к задней части протяжки, то это уже прошивка, которая в отличие от протяжки работает на сжатие (рис.1,б). Во избежание продольного изгиба прошивка должна быть короче протяжки, и ее длина обычно не превышает 15-кратного диаметра.

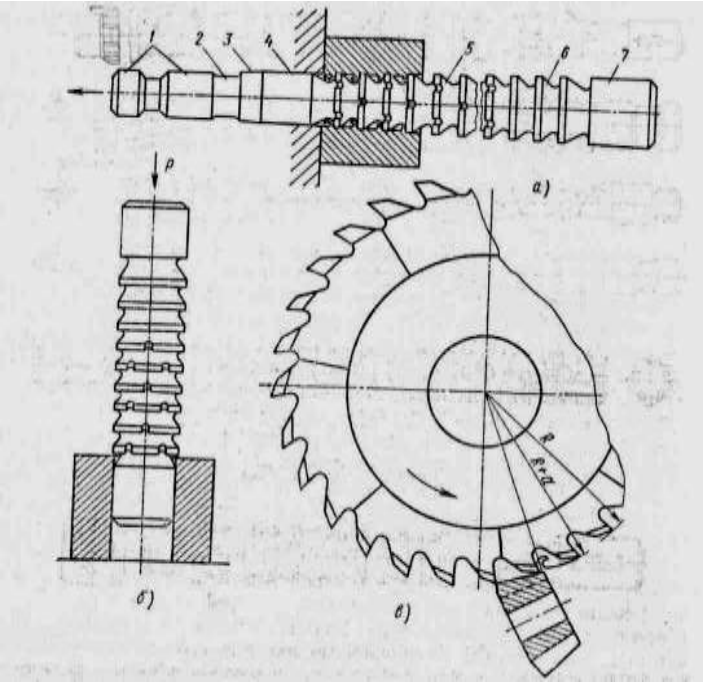

Рис.1.Схема работы:*а* — круглой протяжки; *б* — круглой прошивки, в — круговой протяжки:

1 — хвостовик; *2* - шейка; *9* - переходный конус; 4 — направляющая часть; *6* — режущая часть; *6* — калибрующая часть; 7— задняя направляющая часть

Несмотря на сравнительно низкие скорости резания (2— 15 м/мин), применяемые при протягивании, производительность протягивания высокая, так как велика суммарная длина режущих кромок, работающих одновременно. Производительность при протягивании еще более повышается, если используются протяжные станки с непрерывным рабочим движением и автоматической загрузкой заготовок. Вследствие высокой производительности и точности обработки (3—2-й класс) протяжки получают все большее распространение в машиностроении; однако протяжки—дорогой инструмент, и их применение оправдывается в основном только при крупносерийном и массовом производстве.

Протяжки разделяют на внутренние (предназначенные для обработки отверстий) и наружные (для обработки незамкнутых поверхностей). Протяжки могут быть режущие и уплотняющие; последние не режут, а уплотняют тонкие слои металла. Уплотняющие — выглаживающие протяжки могут увеличивать отверстия на очень малую величину. На рис.13 показаны основные типы внутренних протяжек.

Наружные протяжки подразделяются по типу обрабатываемых поверхностей на плоские, круглые и фасонные. Протяжки целесообразно изготовлять из быстрорежущих сталей. В отдельных случаях можно применять сталь ХВГ, которая мало деформируется при термической обработке, что важно при значительной длине протяжки. При оснащении протяжки твердым сплавом (ВК8, ВК6М) стойкость ее значительно повышается по сравнению со стойкостью протяжек из быстрорежущей стали, например при обработке чугуна. Наружные и круглые протяжки диаметром свыше 80 мм часто изготовляют сборными.

Каждая внутренняя протяжка, например круглая (рис.2 а). имеет хвостовик (для закрепления протяжки в патроне протяжного станка); шейку; переходный конус; направляющую часть (для направления протяжки в начале ее работы по предварительно обработанному отверстию); режущую часть, на которой расположены зубья, срезающие основной припуск; калибрующую часть, на которой расположены зубья, калибрующие отверстие и обеспечивающие необходимый класс шероховатости поверхности; заднюю направляющую часть, служащую для удержания длинной протяжки от провисания и не допускающую перекоса заготовки и конце протягивания (в момент выхода последнего зуба).

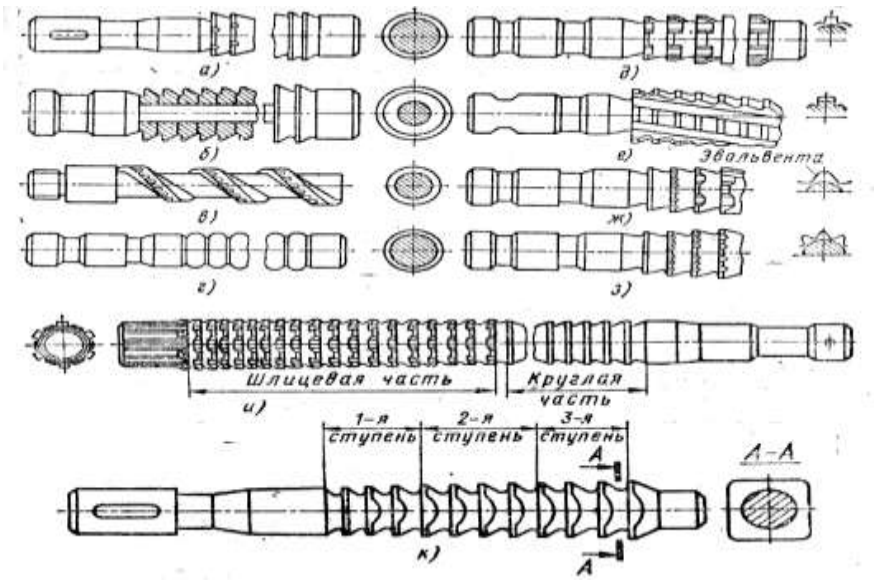

Рис.2. Типы протяжек для отверстий:
о — круглая цельная; б — круглая сборная; *в* — с винтовым зубом; *г* — выглаживающая; *д* — примошлицева я; *е* — спирально-шлицевая; *ж* — эвольвентная; *з* — ост роуголыю-шлицевая; *и* — комбинированная; кс — квадратная

2. Шлифование

Шлифование — основной процесс получения точных (З... 1-й класс) с шероховатостью 7... 10-го класса наружных и внутренних поверхностей на деталях из высокопрочных металлов.

, Шлифование цветных металлов затруднено из-за склонности шлифовального круга к «засаливанию». Поверхности деталей из цветных сплавов и чугуна шлифуют (если этого нельзя избежать) мягкими и пористыми кругами из абразивного материала карбида кремния (SiC),

Для шлифования деталей из закаленной стали применяют «мягкие», а из незакаленной — «твердые»; круги из абразивного материала—кристаллической окиси алюминия (Al2Oз).

Для шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей вращения применяют универсальные круглошлифовальные и бесцентрово-шлифовальные станки, а для шлифования плоских поверхностей — плоскошлифовальные станки.

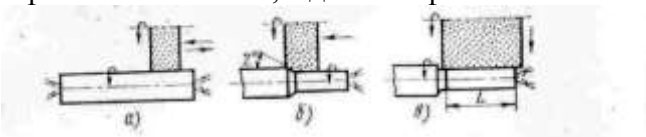

Рис.3. Схемы наружного круглого шлифования:
а — с большой продольной подачей и малой глубиной; *б*— с малой продольной подачей и большой глубиной; *в* — только с поперечной подачей (врезанием)

Наружное круглое шлифование ведут:

а) с большой продольной подачей (0,3...0,8 ширины круга за один оборот шлифуемой заготовки) и малой глубиной (0,005... 0,02 мм). Припуск удаляют за несколько десятков проходов (рис.3, *а):*

б) с малой продольной подачей (0,08...0,15 ширины круга за один оборот заготовки) и большой глубиной (0,1...0,3 мм). Весь припуск на шлифование удаляют за один проход. Этот (глубинный) метод шлифования более производителен, но применим при обработке достаточно жестких заготовок (рис.3, б);

в) только с поперечной подачей (врезанием). Ширина шлифовального круга при этом должна быть больше шлифуемой поверхности, а деталь должна иметь высокую жесткость. Максимальная длина шлифуемой поверхности L *w* 300 мм, подача 0,001...

0,008 мм/об детали (рис.3, в).

Шлифование врезанием — высокопроизводительный процесс.

Применяется для получения фасонных и ступенчатых поверхностей (с правкой кругов по копиру), позволяет обрабатывать одновременно несколько поверхностей одной или нескольких

деталей и легко автоматизируется вследствие малого числа рабочих движений станка,

Внутреннее круглое шлифование применяют в основном для отверстий в закаленных шлицевых и тонкостенных деталях, когда нельзя применить другие, более производительные процессы чистовой обработки (растачивание, развертывание, протягивание). При этом нужно учитывать трудности шлифования отверстий небольшого диаметра (3...10 мм), когда малая жесткость системы не обеспечивает высокой точности обработки.

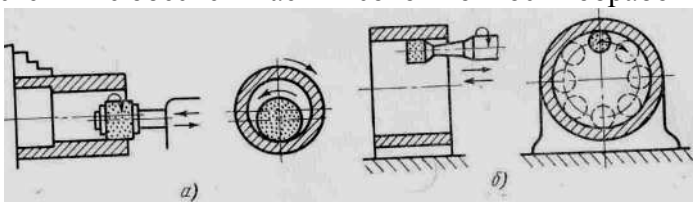

Рис.4.

Схемы внутреннего шлифования:

а — при вращающейся заготовке на круглошлифовальных станках; б — при неподвижной заготовке на станках с планетарным движением шпинделя

Внутреннее круглое шлифование производят при вращающейся детали, закрепленной в патроне (рис.4а), и при неподвижной детали на станках с планетарным движением шпинделя (рис.4*б)*. Первый способ получил наибольшее распространение вследствие более высокой производительности и универсальности. Второй способ применяется только для отверстий в крупных деталях несимметричной внешней формы, для которых другие процессы шлифования применять невозможно.

Бесцентровое шлифование наружных поверхностей в зависимости от формы детали производят с продольной подачей за несколько проходов и с поперечной подачей (врезанием) за один проход (рис.5*а)*.

Шлифование с продольной подачей применяют для деталей без буртиков. Для продольной подачи ведущий круг поворачивают относительно горизонтальной оси на 2 ... 6°. С изменением угла наклона ведущего круга изменяется величина подачи: чем больше угол, тем больше подача и ниже класс шероховатости.

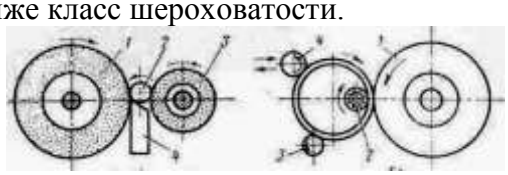

Рис.5. Схема бесцентрового шлифования:

а — наружного; 1 — шлифовальный круг; *2* — деталь; 3 — ведущий круг; *4* — опора (нож); б — внутреннего; 1 — ведущий круг; 2 — шлифовальный круг; *3* —поддерживающий ролик; *4* — нажимной ролик

Шлифование с поперечной подачей (врезанием) применяется в основном для деталей с буртиками и конусами. При шлифовании врезанием цилиндрических деталей оси ведущего и шлифующего кругов параллельны. Для шлифования конусных поверхностей ведущий круг заправляют на конус, а опору (нож) устанавливают под углом к горизонтальной оси. Производительность при шлифовании врезанием выше, чем с продольной подачей.

Бесцентровое шлифование внутренних поверхностей (рис.5,*б)* производят как с продольной подачей за один или несколько проходов (для сквозных отверстий в цилиндрических деталях), так и с поперечной подачей (для глухих цилиндрических и для конических отверстий) за один проход.

Деталь, предварительно отшлифованная по наружному диаметру, направляется и поддерживается двумя роликами. Она имеет скорость ведущего круга 1, который вращает деталь и в то же время удерживает ее от возможного вращения с большей, чем требуется скоростью. Верхний нажимной ролик *4* прижимает деталь к ведущему кругу *1* и поддерживающему ролику 3.

Бесцентровое шлифование внутренних поверхностей применяют для отверстий диаметром 10....200мм. Точность обработки при этом достигает 1-го класса, а шероховатость поверхности — 9-го класса.

Плоское шлифование выполняют на плоскошлифовальных станках торцом или периферией

круга. Производительность плоского шлифования выше других способов шлифования при высокой (2-й класс) точности и шероховатости (9...10-Й класс) поверхности.

В самолетостроении плоское шлифование применяют сравнительно редко, удовлетворяясь более производительными процессами обработки поверхностей — фрезерованием и протягиванием.

При всех видах шлифования применяют охлаждающую жидкость (вода—соль—масло). Правку шлифовальных кругов производят алмазом или дисками из твердых сплавов. Стойкость шлифовальных кругов между правками при наружном шлифовании составляет ~15 мин, при внутреннем~2—5 мин.

3. Хонингование

Хонингование — особый вид шлифования в основном внутренних поверхностей вращения размерным инструментом — хоном. Хон представляет собой головку с шестью и более мелкозернистыми абразивными брусками, закрепленными в оправках, раздвигающихся в радиальном направлении с помощью механических, гидравлических или пневматических устройств, что обеспечивает размерную обработку. В процессе обработки заготовка неподвижна, а хон, связанный со шпинделем, получает вращательное и возвратно-поступательное движение (рис.17.).

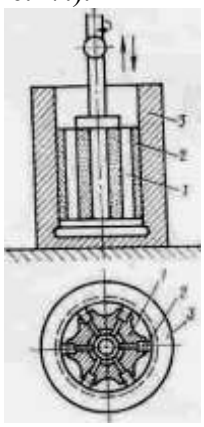

Рис.6. Схема хонингования:1 — корпус хона; *2* — абразивный брусок; 3 - деталь

Хонингование ведут после чистового растачивания, шлифования или развертывания отверстий с припуском на обработку 0,03...0,2 мм. При этом точность получают в пределах 2...1-го класса, а шероховатость поверхности—9...13-го классов.

Скорость возвратно-поступательного движения хона 10.... **15** м/мин, скорость вращения 30...60 м/мин. При хонинговании обрабатываемую поверхность смачивают смесью керосина с маслом.

В самолетостроении хонингование широко применяют для обработки внутренних цилиндрических поверхностей диаметром 15...500 мм и длиной до 2300 мм при изготовлении деталей гидросистем на хонинговальных станках 384, 385 и 386, работающих по автоматическому циклу.

Суперфиниш — особо тонкая отделочная обработка (полирование) поверхностей мелкозернистыми абразивными брусками при сложном рабочем движении, небольшой скорости резания (~15 м/мин) и малых давлениях брусков на обрабатываемую поверхность 0,05...0,25 МПа (0,5...2,5 кгс/см^2).

При применении смазки определенной вязкости (например, 10 частей керосина и 1 часть турбинного или веретенного масла) процесс автоматически прекращается по достижении заданной

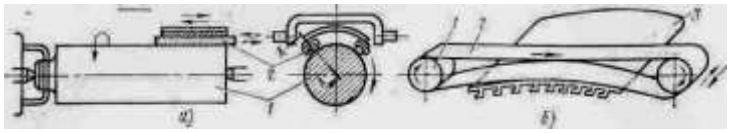

Рис.7.Схема полирования:

а — суперфиниширование; 1—деталь; *3*—абразивный брусок; б — полирование внешней поверхности панели широкой лентой; 1 - ролик; 2 — лента; *3* — панель

шероховатости поверхности. После удаления гребешков микронеровностей между абразивными брусками и обрабатываемой поверхностью образуется сплошная масляная пленка, и процесс снятия стружки прекращается.

Толщина удаляемого суперфинишированием слоя металла 0,004...0,007 мм, при этом шероховатость поверхности достигает 14-го класса при ничтожно малой величине дефектного слоя. Суперфинишированием обрабатывают внешние и внутренние цилиндрические поверхности деталей из любых материалов.

Рабочие движения головки комбинируют так, чтобы абразивные зерна брусков не проходили дважды по одному и тому же пути. Для простейших схем суперфиниширования характерны следующие движения: вращение детали со скоростью 1 ...12 м/мин, короткие возвратно-поступательные (осциллирующие) движения брусков от 500 до 12 000 двойных ходов в 1 мин с амплитудой 1,5...5 мм, медленное движение брусков вдоль обрабатываемой поверхности с продольной подачей ~0,1 мм/об (рис.7 *а).*

Бруски промежуточной правке не подвергаются, они самозатачиваются об острия шероховатости в первые секунды обработки. Процесс весьма производительный. Машинное время в зависимости от размеров обрабатываемой поверхности составляет 3...50 с.

В самолетостроении для суперфиниширования применяют специальные станки типа СФШ-1 или универсальные токарные и шлифовальные станки с установкой на них специальных головок.

Механическое полирование — процесс чистовой обработки поверхностей мягк ми (войлочными, фетровыми," суконными) кругами с нанесенным на них мелкозернистым абразивом, смешанным со смазкой в виде пасты (ГОИ).

Механическим полированием получают высокий класс шероховатости поверхности (10 ... 12-й) и в отличие от суперфиниширования обрабатывают поверхности сложной конфигурации после шлифования или тонкого обтачивания. Процесс высокопроизводительный, время обработки от долей минуты до нескольких минут.

При применении эластичных кругов из мелкозернистого абразива с графитовым наполнителем на органических связках исключаются пасты, периодическое нанесение которых на мягкие круги отнимает много времени, и повышается производительность труда в 6 ... 8 раз.

Полирование ведут периферией или торцом круга со скоростью 20 ... 30 м/с. Поверхности простых форм полируют по схеме круглого или бесцентрового шлифования на станках упрощенной конструкции с механической подачей. Для полирования поверхностей большого размера (монолитные панели) выпуклой формы применяют станки типа ШПП-1 с широкой лентой, покрытой тонким слоем абразива или абразивной пасты (рис.18,*б).*

Гидрополирование — (абразивно-жидкостная обработка) — воздействие на поверхность детали абразивными частицами, взвешенными в жидкости в пропорции 1 : 4 по объему. Состав подается из специальной насадки (сопла) сжатым воздухом под давлением 0,4 ... 0,5 МПа (4 ... 5 кгс/см^2). Абразивные частицы срезают гребешки неровностей и слегка наклепывают поверхность детали. Шероховатость обработанной поверхности в зависимости от зернистости абразива и содержания его в жидкости— 7 ... 9-й класс.

Гидрополирование имеет широкую область применения. Его используют как для очистки поверхностей штамповок и отливок от окалины, ржавчины, пригаров, так и для полирования поверхностей деталей сложной конфигурации (с полостями), обработка которых кругами или лентами невозможна.