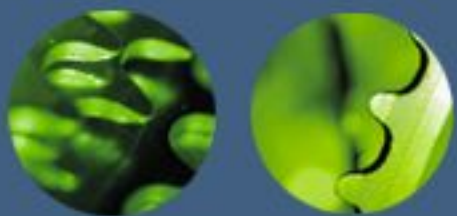




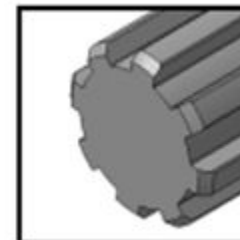
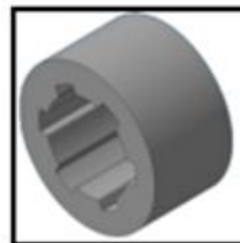
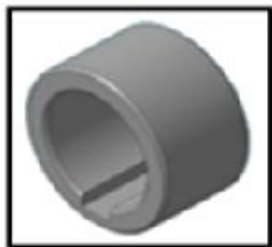
Обработка на валах элементов типовых сопряжений

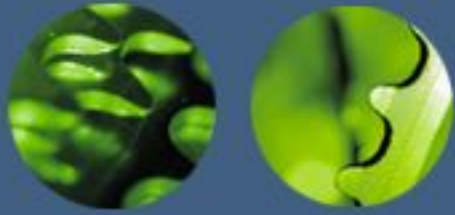
Дисциплина «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»



Конструктивные элементы валов

- Кроме цилиндрических и конических поверхностей вращения, валы обычно содержат также и другие элементы, к которым относятся шпоночные пазы, шлицевые и резьбовые поверхности и т.п.



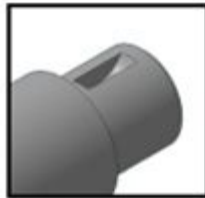


Шпоночные пазы

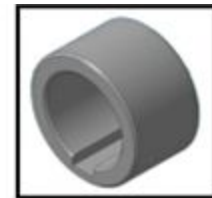
- Для передачи крутящего момента деталям, сопряженным с валом, широко применяют шпоночные и шлицевые соединения. Наибольшее распространение в машиностроении получили призматические и сегментные шпонки. Шпоночные пазы для призматических шпонок могут быть сквозными, закрытыми с одной стороны, закрытыми с двух сторон, т.е. глухими. Наименее технологичными являются глухие шпоночные пазы. Предпочтительнее применение сквозных пазов и пазов, закрытых с одной стороны, но с радиусным выходом.



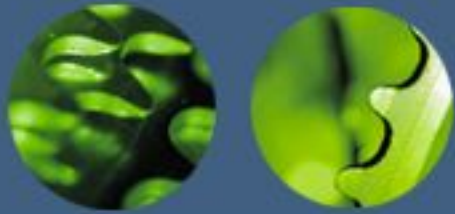
Шпоночный паз ГОСТ 29175-91 наружный



Шпоночный паз ГОСТ 24071-97 наружный



Шпоночный паз ГОСТ 24071-97 внутренний



Методы фрезерования шпоночных пазов

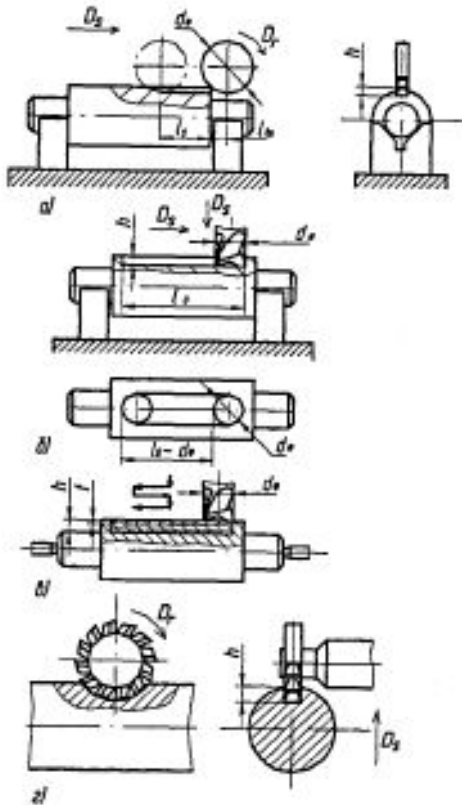
К технологическим задачам, стоящим при обработке шпоночных пазов относятся требования по точности ширины паза (по IT9), глубины паза (с рядом отклонений: +0,1; +0,2; +0,3), длины (по IT11...IT12). Требуется обеспечить также симметричность расположения паза относительно оси шейки, на которой он расположен.

Установка валов при обработке пазов обычно производится на призме или в центрах . При проектировании техмаршрута операция "фрезеровать шпоночный паз" располагается после обтачивания шейки, до ее шлифования, так как вследствие удаления части материала посадочное место вала иногда деформируется.

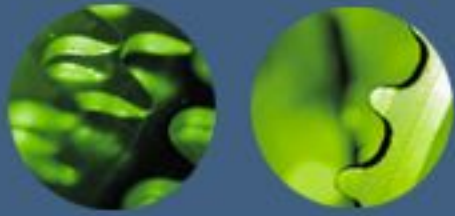
Шпоночные пазы выполняются на горизонтально-фрезерных или вертикально- фрезерных станках общего назначения или специальных.

Сквозные и закрытые с одной стороны шпоночные пазы изготавливаются фрезерованием дисковыми фрезами (а). Фрезерование пазов производится за один-два рабочих хода. Этот способ наиболее производителен и обеспечивает достаточную точность ширины паза.

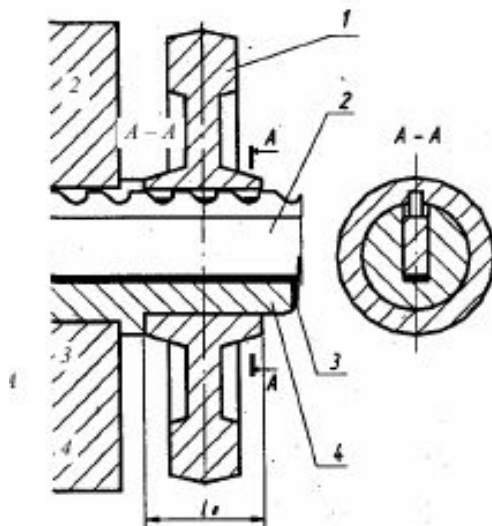
Сквозные шпоночные пазы валов можно обрабатывать на строгальных станках. Пазы на длинных валах, например, на ходовом вале токарного станка, строгают на продольно-строгальном станке. Пазы на коротких валах строгают на поперечно-строгальном станке – преимущественно в единичном и мелкосерийном производствах.



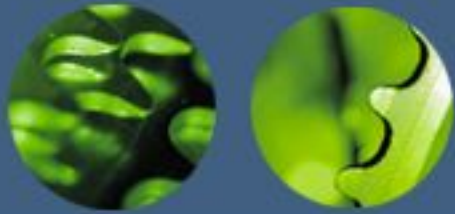
а – дисковой фрезой с продольной подачей; б – концевой фрезой с продольной подачей; в – шпоночной фрезой с маятниковой подачей; г – дисковой фрезой с вертикальной подачей



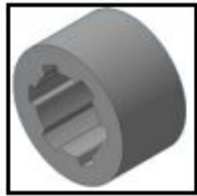
Шпоночные пазы в отверстиях



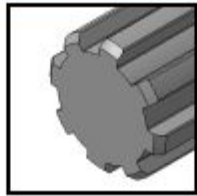
Шпоночные пазы в отверстиях втулок зубчатых колес, шкивов и других деталей, надевающихся на вал со шпонкой, обрабатываются в единичном и мелкосерийном производствах на долбежных станках, а в крупносерийном и массовом – на протяжных станках. На показано протягивание шпоночного паза в заготовке зубчатого колеса на горизонтально-протяжном станке. Заготовка 1 насаживается на направляющий палец 4, внутри которого имеется паз для направления протяжки 2. Когда канавка протягивается за 2-3 рабочих хода, то под протяжку помещают подкладку 3.



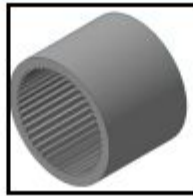
Шлицевые соединения



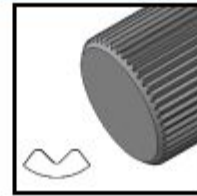
Шлицы прямоугольные
ГОСТ 1139-80 внутренние



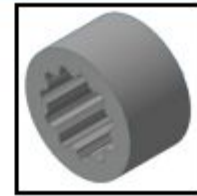
Шлицы прямоугольные
ГОСТ 1139-80 наружные



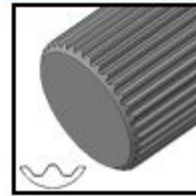
Шлицы треугольные
внутренние



Шлицы треугольные
наружные



Шлицы эвольвентные
ГОСТ 6033-80 внутренние



Шлицы эвольвентные
ГОСТ 6033-80 наружные

Шлицевые соединения широко применяются в машиностроении (станкостроении, автомобиле- и тракторостроении и других отраслях) для неподвижных и подвижных посадок. Различают шлицевые соединения прямоугольного, эвольвентного и треугольного профиля.

В наиболее часто используемых шлицевых соединениях прямоугольного профиля сопряженные детали центрируются тремя способами: – центрированием втулки (или зубчатого колеса) по наружному диаметру шлицевых выступов вала по (D) ; – центрированием втулки (или зубчатого колеса) по внутреннему диаметру (шлицев вала (т.е. по дну впадины) по (d) ; – центрированием втулки (или зубчатого колеса) по боковым сторонам (B) шлицев.

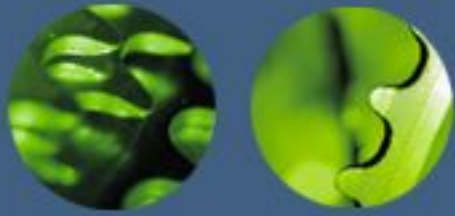


Виды центрирования шлицевых соединений

Центрирование по D наиболее технологично, но его использование ограничивается в основном неподвижными шлицевыми соединениями, не требующими повышенной твердости.

Центрирование по d применяется в тех случаях, когда элементы шлицевого соединения используются для подвижных сопряжений, подвергнутых закалке.

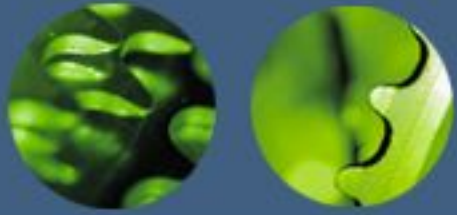
Центрирование по b применимо в случае передачи больших крутящих моментов с реверсированием вращения.



Маршруты обработки шлицев

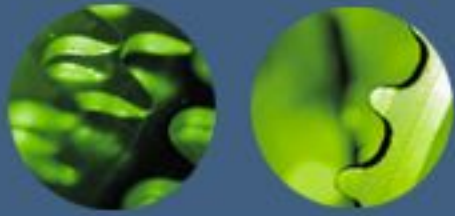
- Технологический процесс изготовления шлицев валов зависит от того, какой принят способ центрирования вала и втулки, т.е. термообрабатываются или нет поверхности шлицев.

Термообработанный вал	Сырой вал
<ul style="list-style-type: none">• черновая токарная обработка,• чистовая токарная обработка• шлифование цилиндрических поверхностей под нарезание шлицев,• нарезание шлицев,• снятие заусенцев и промывка	<ul style="list-style-type: none">• черновая токарная обработка,• чистовая токарная обработка,• нарезание шлицев с припуском под шлифование,• фрезерование канавок для выхода круга при шлифовании центрирующей поверхности внутреннего диаметра (если на первой операции применяется фреза без усиков),• термическая обработка,• шлифование поверхностей шлицев,• снятие заусенцев• промывка



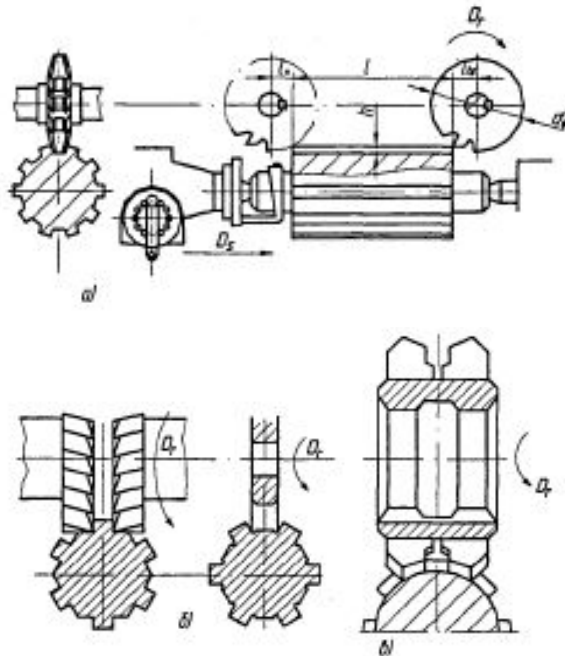
Способы изготовления шлицев

- фрезерование,
- строгание (шлицестрогание),
- протягивание (шлицепротягивание),
- накатывание (шлиценакатывание),
- шлифование.



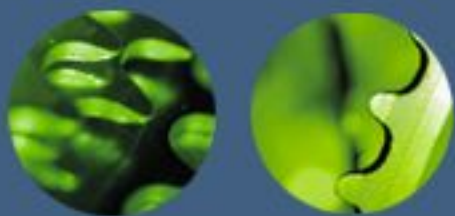
Фрезерование шлицев

- Фрезерование шлицев на валах небольших диаметров (до 100 мм) обычно фрезеруют за один рабочий ход, больших диаметров – за два рабочих хода. Черновое фрезерование шлицев, в особенности больших диаметров, иногда производится фрезами на горизонтально-фрезерных станках, имеющих делительные механизмы (рисунки а, б, в).

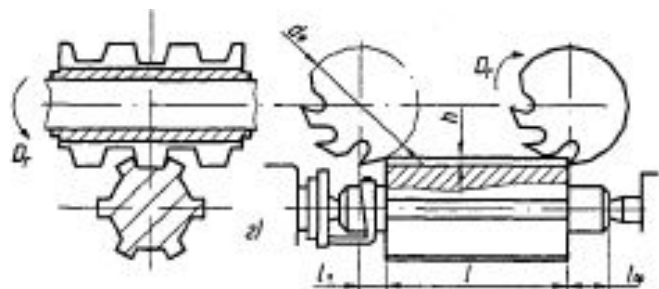


Фрезеровать шлицы можно способом, изображенным на рисунке (в), позволяющим применять более дешевые фрезы, чем фреза, изображенная на рисунке (а).

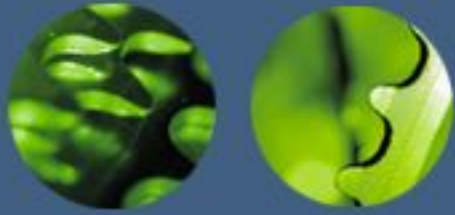
Более производительным способом является одновременное фрезерование двух шлицевых канавок двумя дисковыми фрезами специального профиля (рисунок (в)).



Метод обкатки червячной фрезой



Более точное фрезерование шлицев производится методом обкатки при помощи шлицевой червячной фрезы (г). Фреза, помимо вращательного движения, имеет продольное перемещение вдоль оси нарезаемого вала. Этот способ является наиболее точным и наиболее производительным.

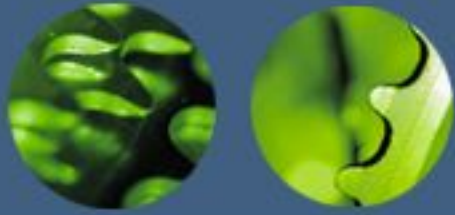


Шлицестрогание

Шлицестрогание реализуется, как правило, на специальных станках полуавтоматах, которые могут работать как отдельно, так и будучи встроенные в автоматическую линию. Этим методом чаще всего обрабатываются сквозные шлицы или шлицы, у которых предусмотрен выход для резцов.

Все шлицы нарезаются одновременно. При этом обработка ведется набором фасонных резцов, установленных с возможностью перемещаться в радиальном направлении. Число резцов равно числу пазов нарезаемого вала. Обрабатываемая заготовка расположена вертикально и ей сообщается возвратно-поступательное перемещение вдоль оси. Перед каждым перемещением заготовки вверх резцы перемещаются по направлению к оси заготовки на величину поперечной подачи. Рабочим движением является перемещение заготовки вверх. При ее перемещении вниз резцы отводятся от обрабатываемой поверхности, чтобы избежать трения о заготовку. Этот процесс высокопроизводителен и используется в крупносерийном и массовом производстве.

Шлицестрогание обеспечивает шероховатость поверхности $Ra = 3,2 \dots 0,8$ мкм.



Шлицепротягивание

Шлицепротягивание сквозных шлицев производится цепными протяжками, профиль которых соответствует профилю шлицевого паза. Каждый паз протягивается отдельно, а для обработки всех пазов используется делительное устройство.

Для обработки несквозных шлицев используются блочные протяжки с независимой установкой и перемещением резцов в радиальном направлении (рис. 1.31).

Возможна также обработка шлицев с использованием так называемых охватывающих протяжек. Однако из-за сложности инструмента этот процесс применяется сравнительно редко.

Шлицепротягивание обеспечивает шероховатость поверхности $Ra = 1,6...0,8$ мкм.

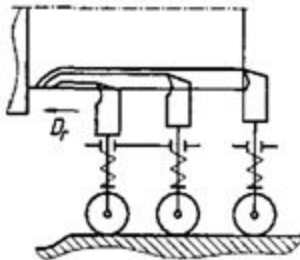
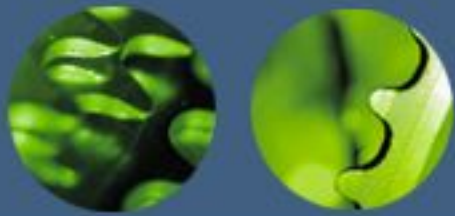


Схема шлицепротягивания



Шлиценакатывание

- Шлиценакатывание без нагрева детали осуществляется роликами, имеющими профиль, соответствующий форме поперечного сечения шлицев. Вращающиеся на осях ролики (диаметром 100 мм) по одному на каждый шлиц расположены радиально в сегментах массивного корпуса накатной головки

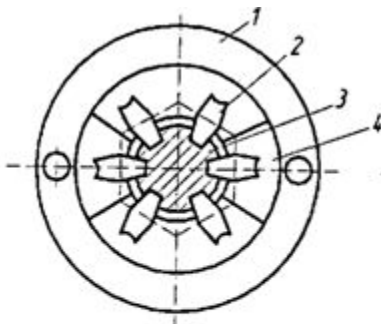


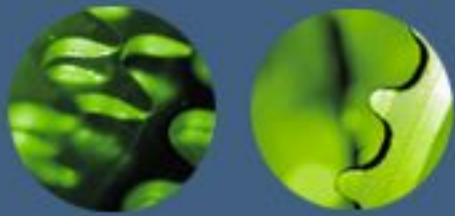
Схема накатной головки
для шлицепрокатного станка

1 — корпус; 2 — накатной ролик; 3 — обрабатываемая деталь; 4 — сегмент

При передвижении головки по детали свободно вращающиеся ролики, вдавливаясь в поверхность вала, образуют на ней шлицы соответствующей профилю ролика формы. Все шлицы накатываются одновременно, без вращения детали.

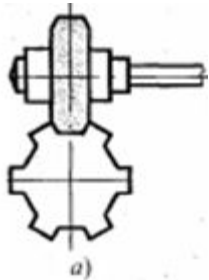
Процесс накатывания весьма производителен, так как все шлицы накатываются одновременно, при малой затрате времени, с достаточно высокой точностью.

<http://video.yandex.ru/users/eainfo/view/87/>

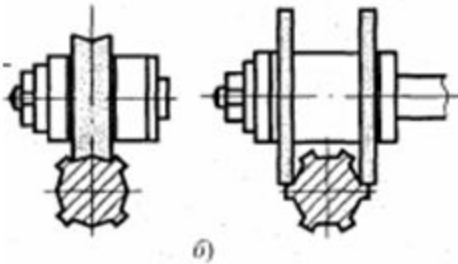


Шлифование шлицев

Наиболее производителен способ шлифования фасонным кругом, (а), но при таком способе шлифовальный круг изнашивается неравномерно ввиду неодинаковой толщины снимаемого слоя у боковых сторон и впадины вала, поэтому требуется частая правка круга. Несмотря на это, данный способ широко распространен в машиностроении.

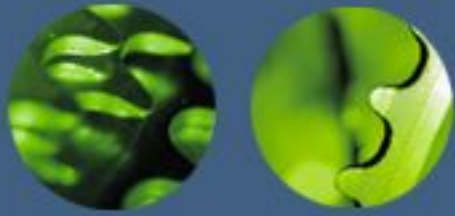


Шлифовать шлицы можно в две отдельные операции (б); в первой шлифуют только впадины (по внутреннему диаметру), а во второй – боковые стороны шлицев. Для уменьшения износа шлифовального круга после каждого хода стола вал поворачивается, и, таким образом, шлифовальный круг обрабатывает впадины постепенно, одну за другой.



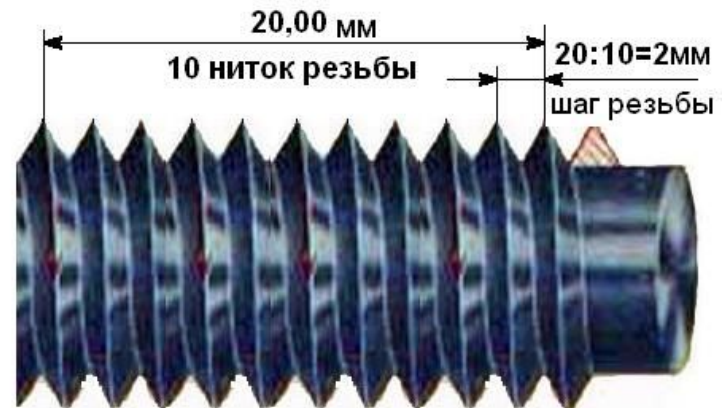
Для объединения двух операций шлифования в одну применяются станки, на которых шлицы шлифуются одновременно тремя кругами: один шлифует впадину, а два других – боковые поверхности шлицев.



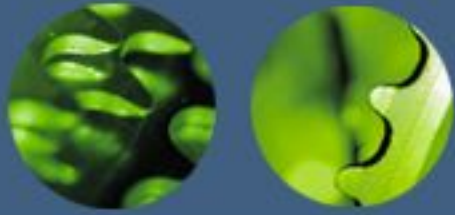


ОБРАБОТКА НА ВАЛАХ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

- В машиностроительном производстве применяют цилиндрические резьбы — крепежные и ходовые, а также конические резьбы.
- Основной крепежной резьбой является метрическая резьба треугольного профиля с углом профиля 60° .
- Применяются ходовые резьбы с прямоугольным и трапецеидальным профилем; последние бывают однозаходные и многозаходные.
- Резьба может быть наружная (на наружной поверхности детали) и внутренняя (на внутренней поверхности детали).

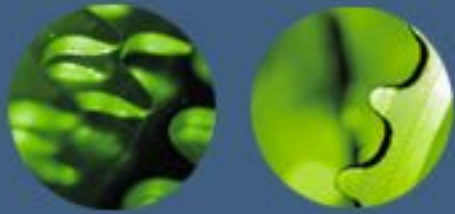


Измерение и вычисление шага резьбы



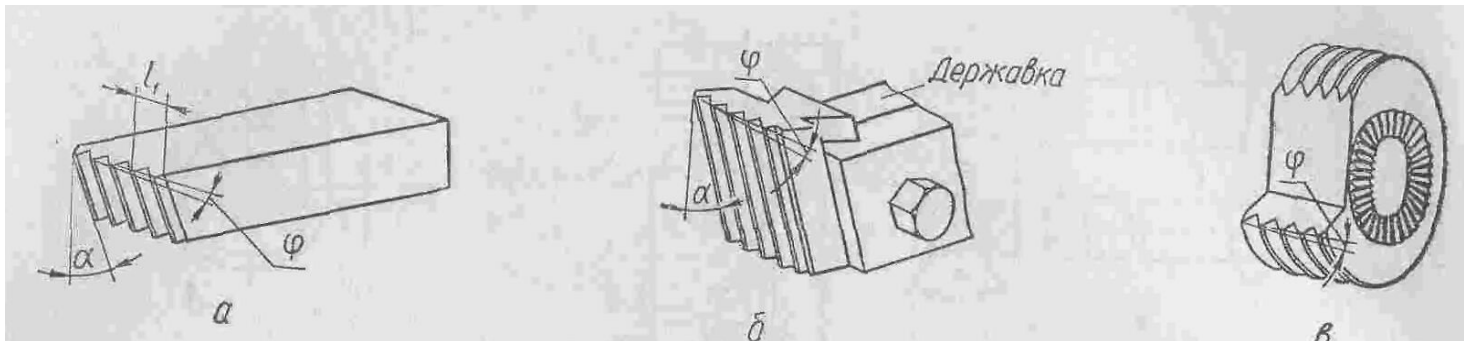
Инструмент для нарезания резьбы

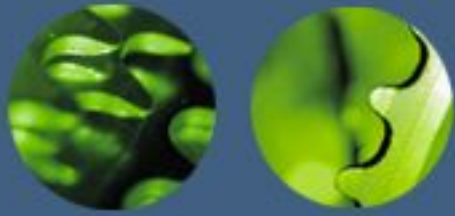
- Наружную резьбу можно изготавливать различными инструментами: резцами, гребенками, плашками, самораскрывающимися резьбонарезными головками, дисковыми и групповыми фрезами, шлифовальными кругами, накатным инструментом.
- Для изготовления внутренней резьбы применяют резцы, метчики, раздвижные метчики, групповые фрезы, накатные ролики.
- Тот или иной метод нарезания резьбы применяется в зависимости от профиля резьбы, характера и типа материала изделия, объема производственной программы и требуемой точности.
- Нарезание резьб осуществляется на резьбонарезных и резьбофрезерных станках и полуавтоматах, гайконарезных автоматах, резьбонакатных, резьбошлифовальных, токарных и других станках.



Нарезание резьбы резцами и резбовыми гребенками.

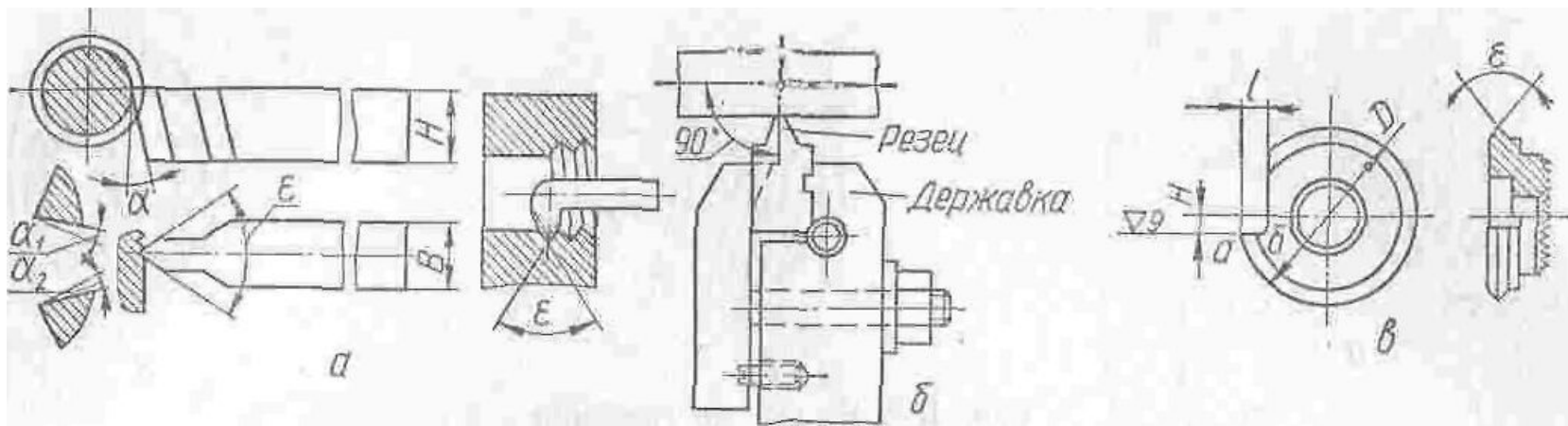
- Наружную и внутреннюю резьбы можно обработать на токарных станках. Это малопроизводительный процесс, так как обработка осуществляется за несколько рабочих ходов и требует высокой квалификации рабочего.
- На токарных станках нарезают точные резьбы на ответственных деталях, а также нестандартные резьбы и резьбы большого диаметра.
- Для повышения производительности обработки резьбы применяют резбовые гребенки — круглые и призматические. Обычно ширину гребенки принимают равной не менее чем шести шагам. При использовании гребенок снятие стружки выполняют несколько зубьев и число рабочих ходов может быть уменьшено до одного.





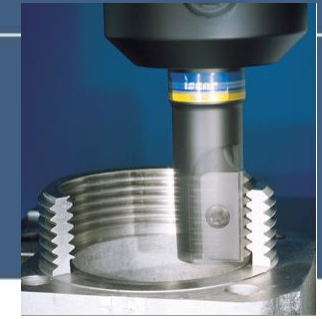
Резцы для нарезания резьбы

- Резьбовые резцы служат для нарезания наружной и внутренней резьбы остроугольного, трапециидального, прямоугольного профилей. По конструкции они разделяются на стержневые (а), призматические (б) и круглые (в). Все они характеризуются тем, что в момент окончательного оформления резьбы (при последнем проходе) их режущая кромка располагается на винтовой поверхности резьбы. Отличаются друг от друга только формой и размерами задней поверхности, и способами закрепления на станке. Стержневые резцы имеют режущую кромку, соответствующую форме профиля нарезаемой резьбы. Эти резцы допускают сравнительно небольшое число переточек. Их переточка и установка довольно трудоемки.
- Для упрощения заточки и установки резца применяют призматические фасонные резьбовые резцы, перетачиваемые только по передней поверхности и устанавливаемые в специальных державках.
- Более простыми в изготовлении являются круглые фасонные резьбовые резцы, устанавливаемые на специальной державке и перетачиваемые по передней поверхности

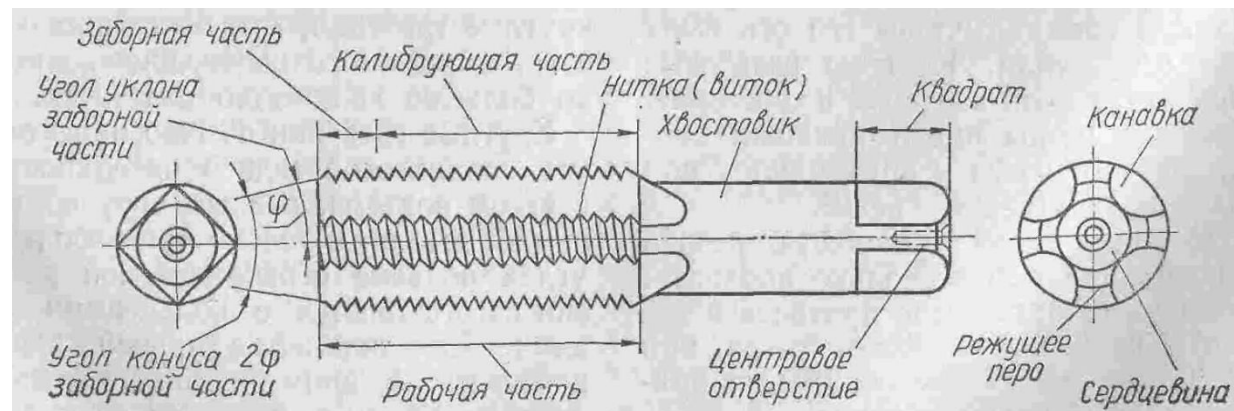


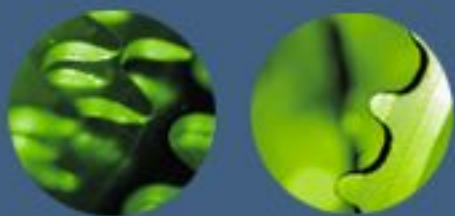


Метчики



Метчики используются для обработки внутренних, а плашки — наружных резьб. Метчик состоит из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть включает ряд зубьев, которые подобно резьбовым гребенкам, имеют режущую и калибрующую части. Режущая часть метчика выполняет основную работу по образованию профиля резьбы. Она имеет угол в плане φ , благодаря чему обеспечивается распределение работы резания на всю длину режущей части. Калибрующая часть служит для зачистки и окончательной калибровки нарезаемой резьбы, а также для направления метчика в работе.

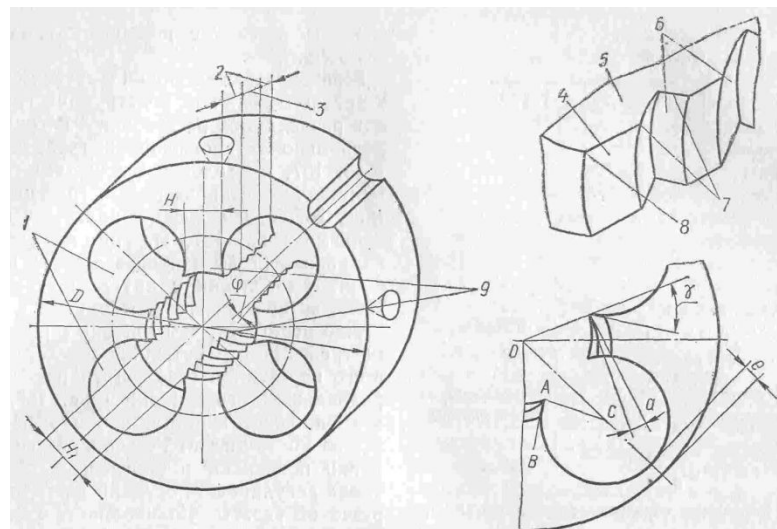


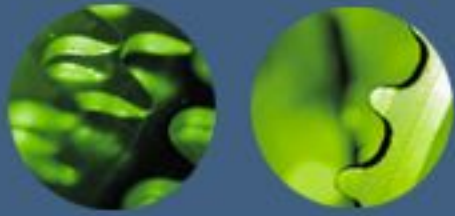


Плашки

Круглая плашка предназначена для нарезания наружных резьб невысокой точности за один проход. Рабочая часть круглой плашки имеет с обоих торцов режущую или заборную части, что дает возможность нарезать резьбу как одной, так и другой стороной.

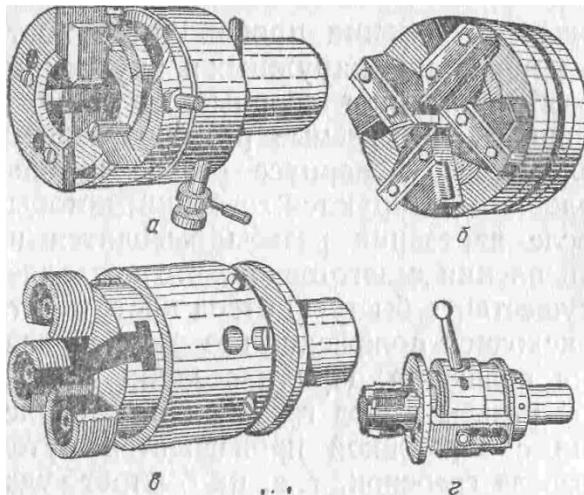
Для распределения работы резания между отдельными режущими элементами плашки, подобно метчикам, имеют угол в плане φ на режущей части. Для калибрования резьбы и обеспечения правильного направления в работе плашка снабжается калибрующей частью. В отличие от метчиков, плашка не имеет хвостовика. Для установки и закрепления предусмотрены на наружной поверхности конические гнезда, в которые входят крепежные винты и прижимают плашку нерабочим торцом к торцу плашкодержателя.



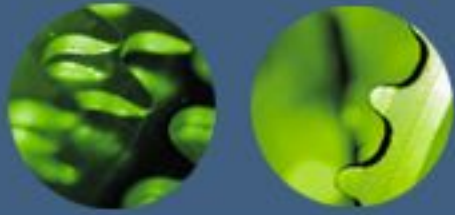


Резьбонарезные головки

С целью повышения производительности для нарезания наружных и внутренних резьб применяют сборные «метчики и плашки», называемые резьбонарезными головками. В корпусе резьбонарезной головки монтируются гребенки, которые после нарезания резьбы выводятся из зацепления с заготовкой, что позволяет осуществить быстрый отвод инструмента в исходное положение без реверсирования вращения.



При нарезании наружной резьбы вывод гребенок из зацепления с заготовкой производится путем развода гребенок, т. е. их быстрого удаления от оси головки. При обработке же внутренней резьбы гребенки в конце обработки быстро сводятся к оси инструмента. Головки бывают вращающиеся, применяемые на токарных автоматах и полуавтоматах, а также на сверлильных станках. У этих головок отвод гребенок от заготовки и возвращение их в исходное положение осуществляются упорами, с которыми входит в зацепление вилка, свободно расположенная в кольце-вой выточке головки.

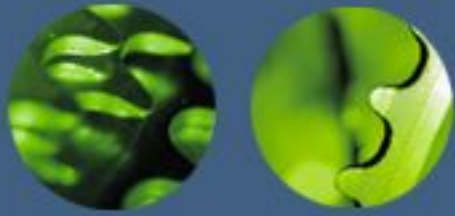


Фрезерование резьбы

Фрезерование дисковой фрезой часто применяют как черновую обработку перед нарезанием резьбы резцом.

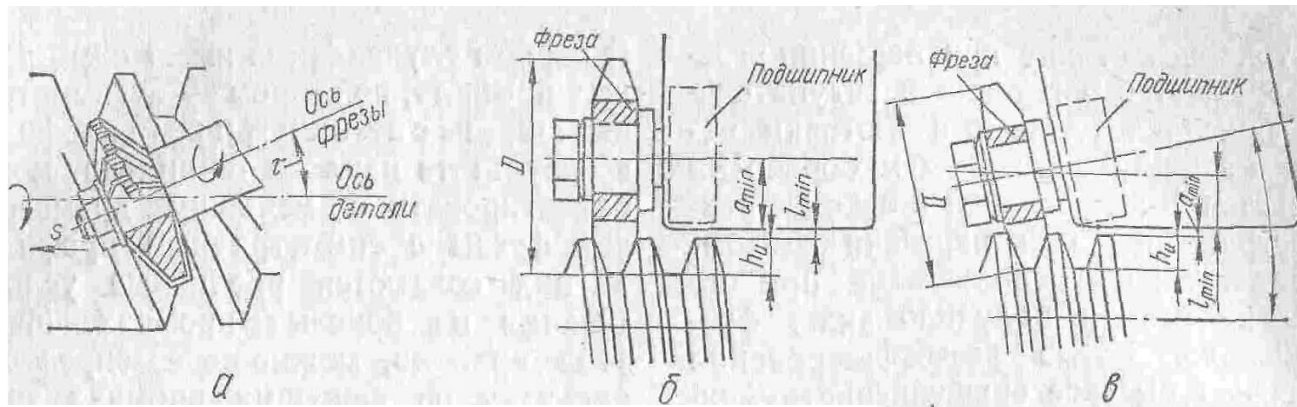
Фрезерование гребенчатой фрезой — применяется для получения коротких резьб с мелким шагом. Длина фрезы обычно принимается на 2...5 мм больше длины фрезеруемой детали. Групповая фреза устанавливается параллельно оси детали, а не под углом, как дисковая фреза. Нарезание резьбы с большим углом подъема гребенчатой фрезой затруднительно.

Фрезерование резьбы является одним из наиболее производительных методов обработки резьбы.



Фрезерование дисковой фрезой

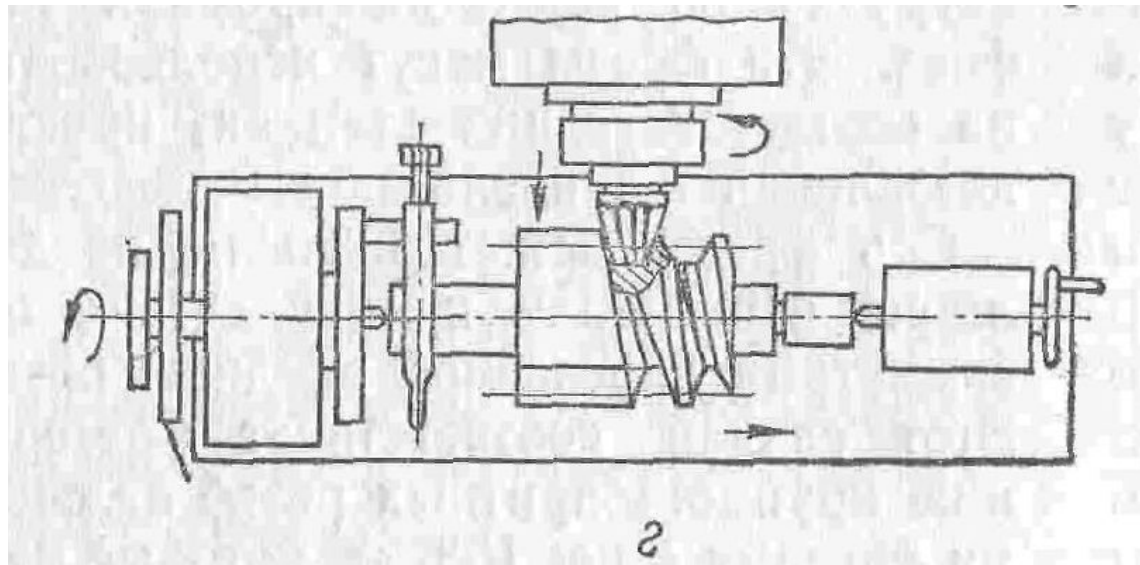
- Для нарезания трапецеидальных резьб с крупным шагом, большого диаметра, резьб, пересеченных шпоночными пазами или лысками и резьб на тонкостенных деталях применяются дисковые резьбовые фрезы. Установка и схема работы дисковой резьбовой фрезы показана на рисунке (а). Ось дисковой фрезы обычно располагается в плоскости Σ , перпендикулярной средней линии впадины резьбы. В проекции на плоскость Σ ось детали может занимать положение, параллельное оси фрезы (б), или наклонное положение (в).

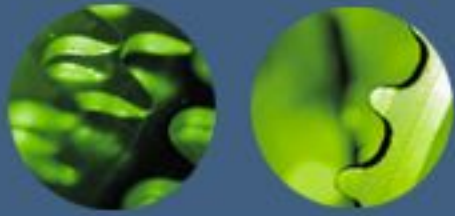




Фрезерование пальцевыми фрезами

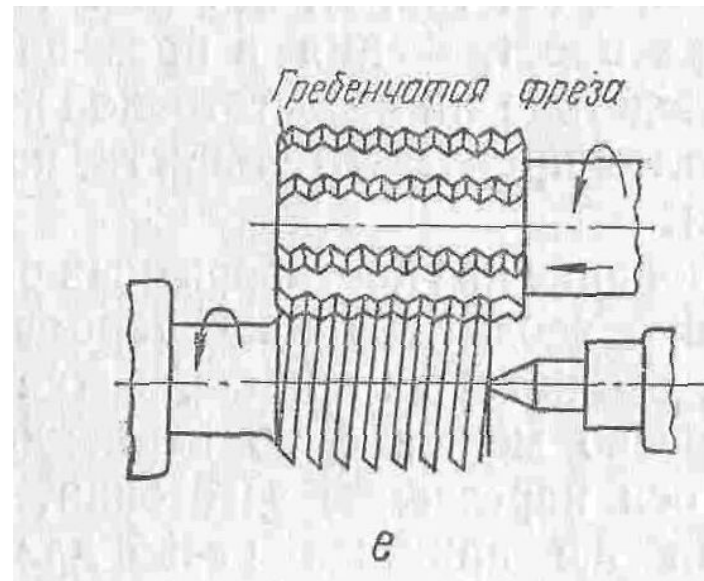
- Ось фрезы может идти перпендикулярно оси детали и совпадать с осью симметрии нарезаемой впадины резьбы. Этот случай соответствует фрезерованию крупногабаритных резьб пальцевыми фрезами (г), которые не получили распространения в промышленности вследствие их недостаточной жесткости, малой производительности, малой стойкости.

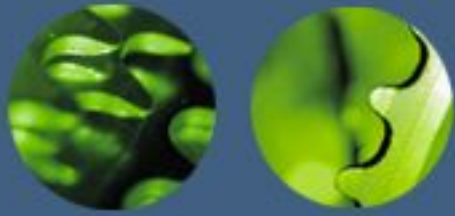




Фрезерование гребенчатыми фрезами

- В процессе обработки фреза и деталь вращаются вокруг своих осей. Кроме того фреза за один оборот детали перемещается поступательно вдоль ее оси на шаг резьбы. Длина фрезы выполняется несколько больше длины обрабатываемой резьбы, что позволяет вести фрезерование одновременно по всей длине детали и закончить его за 1,26 оборота заготовки.

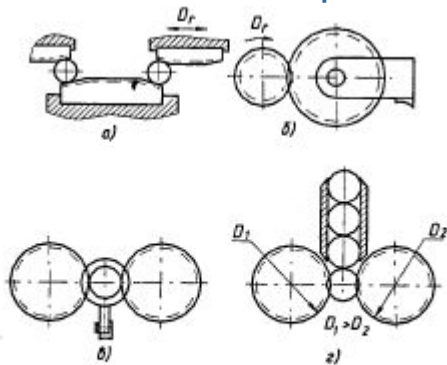




Накатывание резьбы

Преимущества резьбонакатывания

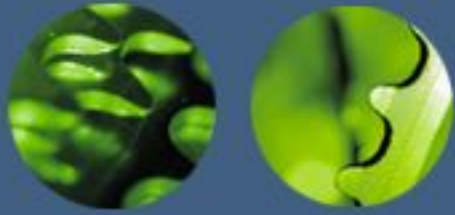
- Поверхность резьбы обладает более высокой контактной прочностью и износостойкостью благодаря пластическому деформированию материала при накатывании.
- Улучшается качество поверхности резьбы, что приводит к улучшению износостойкости.
- Скорость резания увеличивается для обеспечения пластического деформирования материала, что приводит к значительному снижению основного времени.
- Так как не образуется стружка, длина резьбы не ограничена. Не требуется также переработка стружки.
- Раскатники подходят как для сквозных, так и для глухих отверстий.
- Повышается качество резьб.



Р и с. 1.40. Схема накатывания резьбы:

а — плоскими плашками; б — одним роликом; в — двумя роликами; г — накатывание с тангенциальной подачей





Шлифование резьбы

Выполняют чаще всего после термической обработки заготовок. Резьбошлифование может быть наружным и внутренним, осуществляется на различных резьбошлифовальных станках. Существуют следующие способы шлифования резьбы: однопрофильным кругом; многопрофильным кругом с продольным движением подачи; врезное; широким многопрофильным кругом.

Шлифование однопрофильным кругом является универсальным и точным методом. Его применяют для изготовления метчиков, резьбовых пробок, резьбовых колец и т. п.

Многопрофильные круги, шлифующие резьбу с продольным движением подачи, имеют заходную конусную часть. В обработке участвуют все нитки шлифовального круга, что является преимуществом перед врезным шлифованием, так как увеличивает производительность.