

Оглавление

Введение	2
1. Область применения и виды резбонарезных инструментов	2
2. Резьбовые резцы	4
3. Метчики	9
3.1. Метчики машинные и ручные	10
3.2. Гаечные метчики	13
3.3. Специальные метчики	16
4. Плашки круглые	17
5. Резбонарезные головки (РНГ)	18
5.1. Рабочая часть РНГ	21
5.2. Круглые радиальные гребенки и кулачки	22
5.3. Базирование и закрепление круглых гребенок	24
5.4. Геометрические параметры круглых гребенок	26
6. Резьбовые фрезы	28
6.1. Нарезание резьбы многониточными резьбовыми фрезами	28
6.2. Основные конструктивные элементы резьбовых фрез (рисунки 34 и 35)	31
7. Конструктивные элементы и геометрические параметры рабочей части резбонарезного инструмента	33
8. Срезание припуска и формирование резьбового профиля	35
9. Расчет рабочей части метчиков и плашек	36
9.1. Определение угла φ и длины l_1 режущей части метчиков и плашек	37
9.2. Определение длины l_2 направляющих и l рабочих частей метчиков и плашек	39
10. Геометрические параметры рабочих частей метчиков и плашек	40
10.1. Углы стружечных канавок метчиков и плашек	41
11. Элементы базирования и закрепления метчиков и плашек	42
Заключение	45
Форма отчета по лабораторной работе	46
Приложения к отчету по лабораторной работе	50
Литература	51

Введение

В соответствии с ГОСТ 25751-83 "Инструменты режущие. Термины и определения общих понятий" к резьбонарезному инструменту относится режущий инструмент для образования резьбы методом срезания припуска. В практике широко используется термин "нарезание резьбы".

Для углубленного изучения отдельных видов резьбонарезных инструментов целесообразно получить первичные общие представления, рассматривая в комплексе обширную группу режущих инструментов для образования резьбы. Это позволяет выявить общее и отличия в конструкциях инструментов, кинематике резания и формообразования и более четко понять область применения отдельных видов резьбонарезных инструментов. В предлагаемом учебном пособии основное внимание уделяется конструкциям метчиков и плашек, как массовому резьбонарезному инструменту. Учебное пособие рекомендуется использовать при изучении раздела "Резьбонарезной инструмент" в курсе "Основы проектирования режущего инструмента" в рамках часов учебной нагрузки, отведенных для самостоятельной работы студентов, а также при подготовке к выполнению практической (лабораторной) работы по резьбонарезному инструменту. Вариант лабораторной работы прилагается.

Целью учебного пособия является: изучение основных видов резьбонарезных инструментов, выявление их конструктивных и геометрических параметров; изучение методов образования резьбового профиля и срезания припуска; освоение основных принципов назначения и расчета конструктивных элементов и геометрических параметров инструментов (метчиков и плашек).

1. Область применения и виды резьбонарезных инструментов

Резьбонарезной инструмент применяется для изготовления наружной и внутренней резьб треугольного, трапецеидального, круглого и другого профиля на цилиндрических и конических поверхностях. Резьба может быть однозаходной или многозаходной, левого или правого направления винтового движения. В зависимости от размеров резьбы, требований к точности и качеству обрабатываемых поверхностей, типа производства (единичное, мелкосерийное, серийное, массовое) одна и та же резьбовая поверхность может быть изготовлена различными инструментами. В рамках учебного пособия рассматривается нарезание наружной и внутренней цилиндрической метрической резьбы, как наиболее распространенной.

[Оглавление](#)

Резьбонарезные инструменты могут быть разделены на три основные группы:

1. Резьбовые резцы, резьбовые гребенки.
2. Метчики, плашки, резьбонарезные головки (РНГ).
3. Резьбовые фрезы.

Наиболее широко используются инструменты первых двух групп.

Кинематическая схема резьбонарезания инструментами первой и второй групп представлена на рисунке 1, а.

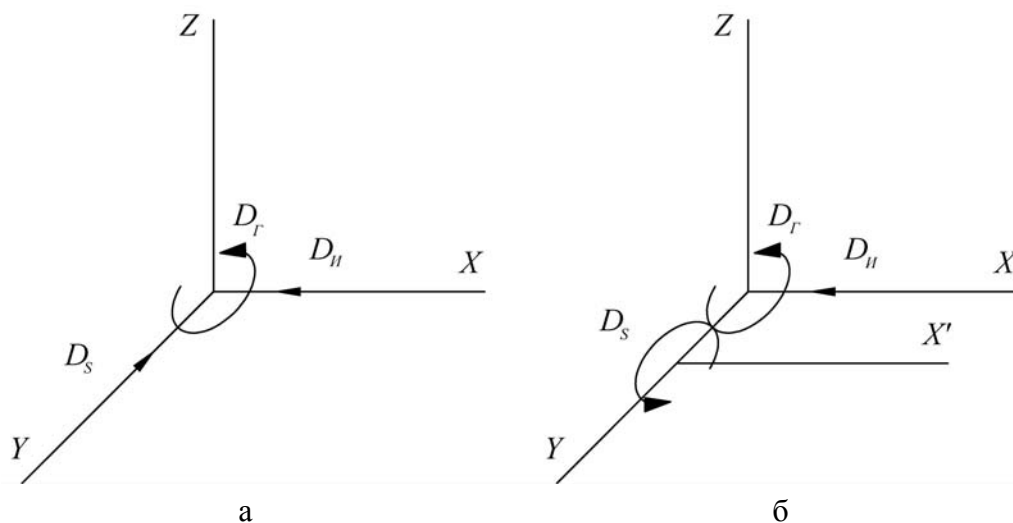


Рисунок 1. Принципиальные кинематические схемы резьбонарезания:
а) резьбовыми резцами, гребенками, метчиками, круглыми плашками, резьбонарезными головками; б) резьбовыми одно- и многониточными фрезами.

При резьбонарезании осуществляется три одновременных движения:

1. Вращательное движение D_r вокруг оси X , являющееся главным движением, характеризующимся скоростью резания v ;
2. Поступательное движение D_s вдоль оси Y , являющееся вспомогательным движением, характеризующимся подачей на один проход резца или на один режущий профиль S_z для гребенок, метчиков, плашек и РНГ. В последнем случае подача осуществляется посредством конструкции режущей части инструментов;
3. Поступательное движение вдоль оси X - это дополнительное формообразующее движение $D_{и}$, характеризующееся шагом нарезаемой резьбы P . Третье движение в отличие от первых двух не является режимным параметром.

Кинематическая схема резьбонарезания фрезами представлена на рис. 1, б. В процессе нарезания резьбы одновременно реализуются три движения:

Оглавление

1. Вращательное движение вокруг оси X сообщается фрезе и является главным движением D_r , характеризующимся скоростью резания v ;
2. Вращательное движение вокруг оси X' , параллельной оси X , является движением окружной подачи D_s и может сообщаться как заготовке, так и инструменту;
3. Поступательное движение оси X является дополнительным движением $D_{и}$, характеризующимся шагом нарезаемой резьбы P .

Вращательные движения D_r и D_s количественно определяются режимами резания – скоростью резания v и подачей на зуб фрезы S_z .

2. Резьбовые резцы

Резьбовые резцы используются для нарезания наружных и внутренних резьб на токарно-винторезных станках и автоматах, на специализированных станках. Применение резцов характерно для единичного и мелкосерийного производства, а также в тех случаях, когда использование другого инструмента нецелесообразно, например, в некоторых случаях при обработке деталей на станках с ЧПУ, ОЦ и при обработке крупной резьбы.

Резьбовые резцы подразделяются на:

- стержневые прямые (рисунок 2, а) – для нарезания наружных резьб;
- стержневые отогнутые (рисунок 2, б) – для нарезания внутренних резьб;
- призматические односторонние (рисунок 3) – для нарезания наружных резьб;
- призматические многосторонние (призматические гребенки) (рисунок 4) – для нарезания наружных резьб;
- дисковые односторонние (рисунок 5) – для нарезания наружных и внутренних резьб;
- дисковые многосторонние (круглые гребенки) (рисунок 6) – для нарезания наружных и внутренних резьб.

Примечание: классификационные признаки, выявленные для токарных резцов, применимы для резьбовых резцов.

Резьбовые резцы имеют профиль соответствующий профилю нарезаемой резьбы. При нарезании резьбы стержневыми, односторонними призматическими и дисковыми резцами инструменты испытывают большие нагрузки и прочность режущей части оказывается недостаточной при нарезании резьбы на всю глубину профиля.

[Оглавление](#)

Поэтому резбонарезание осуществляется за несколько рабочих проходов. На каждом рабочем проходе снимается часть припуска H (высота резьбового профиля) за счет радиальной или направленной вдоль боковой стороны резьбового профиля подачи S_x

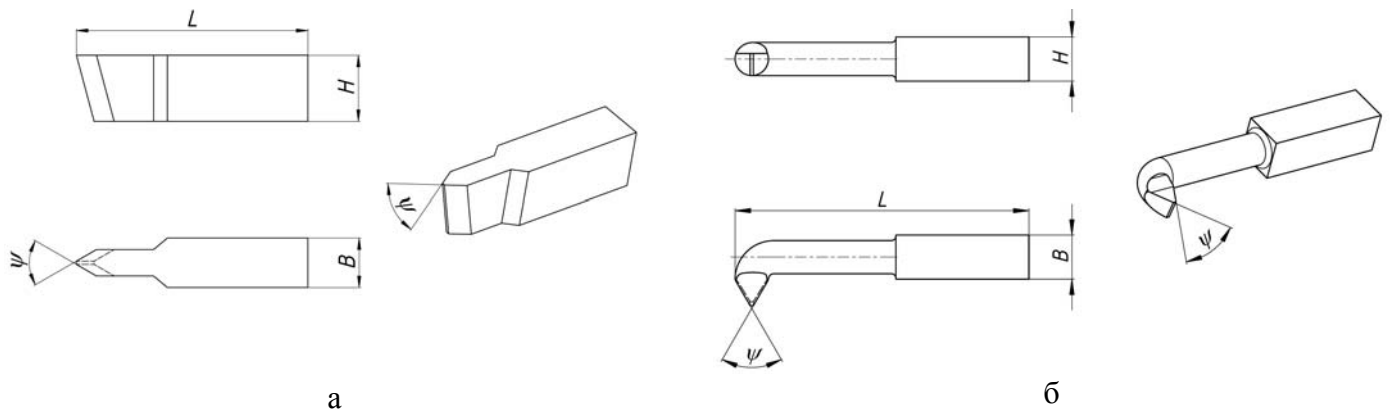


Рисунок 2. Резьбовой стержневой резец: а) для наружных резьб; б) для внутренних резьб

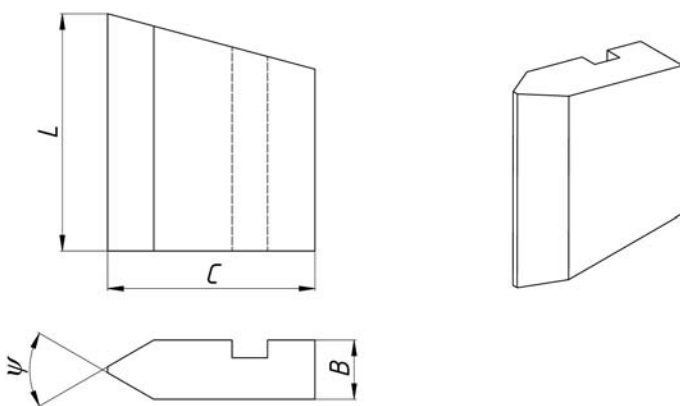


Рисунок 3. Призматический односторонний резьбовой резец

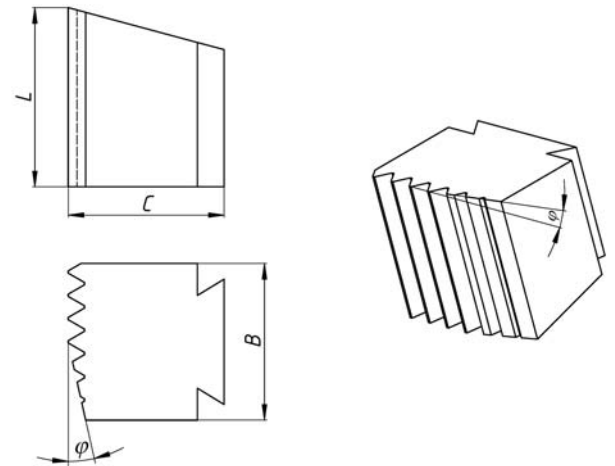


Рисунок 4. Призматический многосторонний резьбовой резец

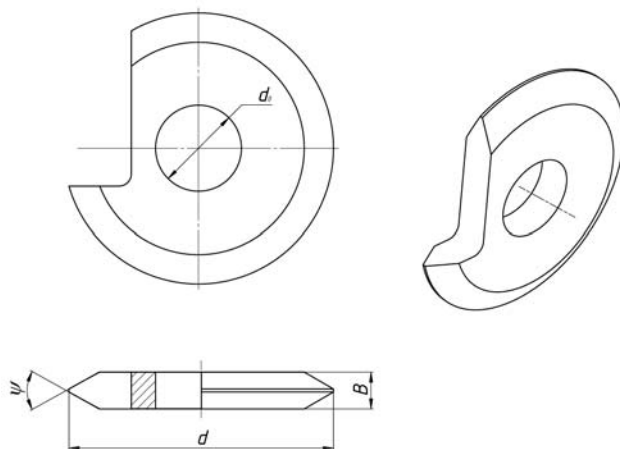


Рисунок 5. Дискový односторонний резьбовой резец

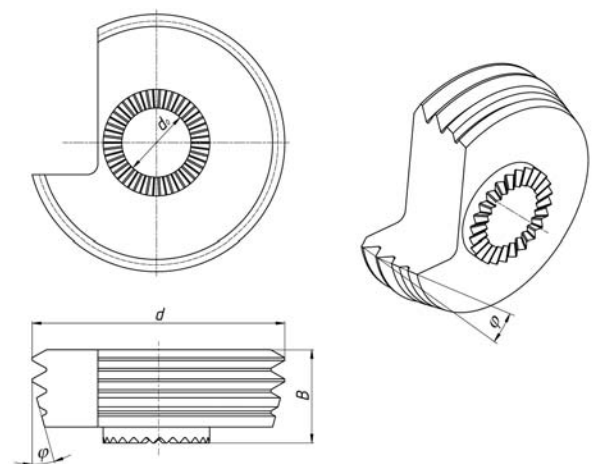


Рисунок 6. Дискový многосторонний резьбовой резец

[Оглавление](#)

На рисунке 7 представлена циклограмма перемещений резца.

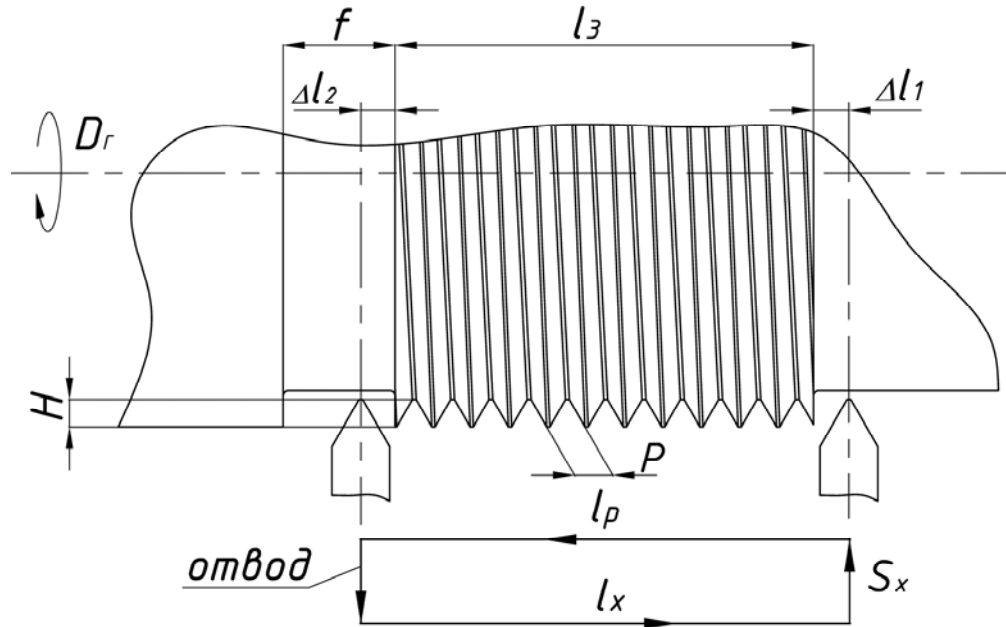


Рисунок 7. Схема работы резбового резца

Перемещение l_p является рабочим проходом, во время которого снимается очередной слой припуска. Величина $l_p = \Delta l_1 + l_3 + \Delta l_2$, где Δl_1 и Δl_2 – соответственно величины недобега и перебега, l_3 – длина нарезаемой резьбы. Обратное перемещение при реверсе шпинделя l_x равно рабочему.

Для того чтобы при повторных проходах резец возвращался в исходное положение без осевого смещения, нельзя нарушать кинематическую связь между суппортом с установленным на нем резцом и шпинделем станка. Поэтому перемещение резца в исходное положение осуществляется реверсом вращения без отключения ходового винта станка. При включении реверса резбовой резец из-за опасности поломки не должен находиться в контакте с заготовкой. Для выхода резца предварительно протачивают канавку. Для предотвращения трения резбового резца об обработанную поверхность при реверсе шпинделя резец отводят от заготовки. Подача на рабочий ход S_x на очередном проходе задается с учетом величины отвода резца при включении реверса. Число проходов при нарезании резьбы зависит от величины S_x , определяемой свойствами обрабатываемого материала, и принятой схемы срезания припуска. Таким образом, срезание припуска и формирование полного резбового профиля осуществляется за несколько рабочих проходов.

Применяются несколько схем срезания припуска при резбонарезании стержневыми и однниточными резцами. Наибольшее распространение имеют схемы, представленные на рисунке 8.

[Оглавление](#)

Для резьб с шагом P до 2,5 мм подачу на рабочий S_x ход при черновых и чистовых проходах производят в радиальном направлении (рисунок 8.1). Величина подачи при черновых проходах принимается вдвое больше, чем при чистовых. Для получения минимальной шероховатости профиля нарезанной резьбы производят зачистные проходы с низкой скоростью резания.

При шаге резьбы P более 2,5 мм черновые проходы ведут с подачей на рабочий ход S_x , направленной вдоль правой боковой стороны резьбового профиля (рисунок 8.2,а). Чистовые проходы осуществляют с радиальной подачей и производят зачистные проходы (рисунок 8.2,б). В этом случае резьбонарезание может выполняться двумя резцами – черновым и чистовым.

В настоящее время на станках с ЧПУ для шага резьбы P более 2,5 мм широко применяется схема, представленная на рисунке 8.3. Согласно этой схеме резьбовой профиль движется по линии, направленной под углом $3^\circ \dots 5^\circ$ к боковой стороне профиля резьбы. В этом случае последний проход является чистовым, совпадающим с профилем нарезаемой резьбы. В отличие от предыдущей схемы (рисунок 8.2) износ боковых режущих кромок резца более равномерный.

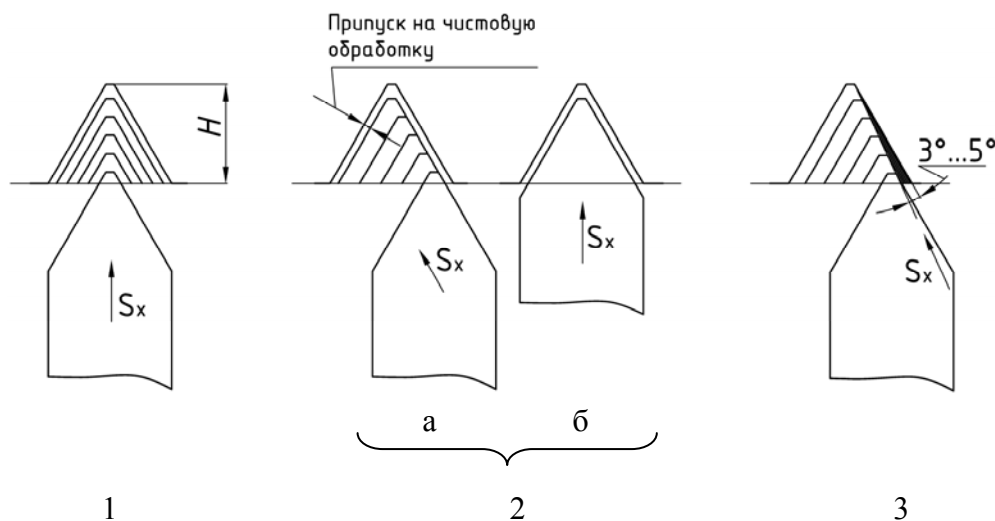


Рисунок 8. Схемы срезания припуска при нарезании резьбы резьбовыми односторонними резцами $P \leq 2,5$ мм: радиальная подача; 2, 3. $P > 2,5$ мм: а) черновой проход, б) чистовой проход.

Основные конструктивные элементы и геометрические параметры резьбовых резцов на примере стержневого резца показаны на рисунке 9, где:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Рабочая часть l | 4. Задние поверхности |
| 2. Режущая часть l_1 | 5. Режущие кромки |
| 3. Передняя поверхность | 6. Державка l_0 |

Оглавление

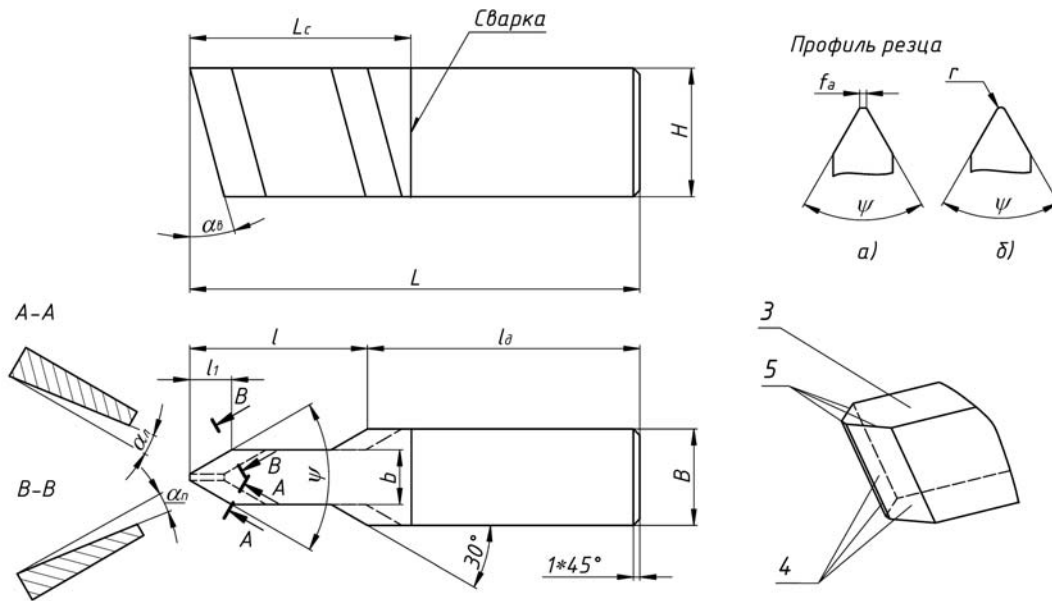


Рисунок 9. Стержневой резьбовой резец из быстрорежущей стали:
 а) профиль резца с плоской вершиной; б) профиль резца со скругленной вершиной

Задние углы бокового профиля $\alpha_{л}$ и $\alpha_{п}$ из-за особенности кинематики резания в общем случае должны быть разными по величине. Различие в значениях между $\alpha_{л}$ и $\alpha_{п}$ зависит от угла подъема σ нарезаемой резьбы. При σ меньше 4° углы $\alpha_{л}$ и $\alpha_{п}$ отличаются несущественно и их принимают равными $\alpha_{л} = \alpha_{п} = 3...5^\circ$. При угле σ больше 4° принимают $\alpha_{л} = 10^\circ$, $\alpha_{п} = 3...5^\circ$. Для левой резьбы величины $\alpha_{л}$ и $\alpha_{п}$ меняются местами. Угол подъема резьбы измеряется по среднему диаметру d_2 и определяется по формуле $\text{tg}\sigma = P / (\pi d_2)$. Задний угол по вершине $\alpha_{в}$ равен $10...12^\circ$. Передний угол γ для чистовых резцов равен нулю. Для черновых резцов передний угол $\gamma = 5...20^\circ$ в зависимости от механических свойств материала заготовки. Передний γ и задний α углы призматических и круглых резьбовых резцов образуются в результате их установки в специальных державках.

Габаритные размеры L , B , H державки устанавливаются такими же, как для проходных токарных резцов. Размеры рабочей части l и b устанавливаются в зависимости от величины шага резьбы. С увеличением шага нарезаемой резьбы возрастает нагрузка на инструмент. Следовательно, размеры l и b устанавливаются такими, чтобы обеспечивалась жесткость и виброустойчивость инструмента при нарезании резьбы.

Режущая часть стержневых резьбовых резцов может быть: цельной, составной неразъемной (сварные, паяные), сборной разъемной конструкции (механическое крепление режущей части к державке).

[Оглавление](#)

Однониточные призматические (рис 3) и дисковые (рис5) резцы работают по многопроходной схеме нарезания (рисунок 7). Многониточные резьбовые гребенки (рисунки 4 и 6) нарезают резьбу полного профиля за один проход. По такой же схеме работают инструменты второй группы – метчики, плашки, РНГ – у которых каждый зуб можно рассматривать как гребенку. Описание этой схемы представлено ниже на примере метчиков.

Резьбовые резцы различных конструкций представлены в предлагаемом экспонатном наборе и их описание могут быть найдены в литературных источниках по специальности (см. сайт кафедры "Инструментальная техника и технологии" МГТУ им.Н.Э.Баумана <http://mt2.bmstu.ru>).

3. Метчики

Метчики предназначены для нарезания внутренних резьб в сквозных и глухих отверстиях. Резьбонарезание метчиками является основным видом изготовления внутренних резьб, особенно при нарезании их в отверстиях малых и средних диаметров. Резьбонарезание метчиками может осуществляться ручным способом в единичном и мелкосерийном производстве, при выполнении ремонтных работ и в бытовых условиях. Резьбонарезание метчиками с использованием машинного привода осуществляется на сверлильных, токарных, револьверных и агрегатных станках, токарных многошпиндельных автоматах и полуавтоматах, автоматических линиях, специализированных гайконарезных станках, станках с ЧПУ, ОЦ и других видах технологического оборудования.

В зависимости от шага резьбы, типа отверстия (сквозное или глухое), механических свойств обрабатываемого материала, требуемой шероховатости поверхности резьбы резьбонарезание может проводиться за один, два или более проходов комплектом инструмента. Предпочтительным является однопроходное резьбонарезание.

Возможны различные схемы нарезания резьбы метчиками:

- с реверсированием вращения;
- с периодическим вращением;
- с непрерывным вращением.

С реверсированием вращения работают обычно метчики машинные и ручные. Реверсирование необходимо для вывинчивания метчика из отверстия. В некоторых случаях инструменту и детали придается разное число оборотов в одном направлении, что приводит к обгону метчика деталью и вывинчиванию его из отверстия.

[Оглавление](#)

С периодическим вращением нарезается резьба в гайках метчиками с прямыми удлиненными хвостовиками. Гайки проходят одна за другой рабочую часть и накапливаются на хвостовике метчика. По мере заполнения хвостовика необходимо освобождать его от гаек, что достигается прекращением процесса резбонарезания и изъятием метчика из патрона.

Нарезание резьбы с непрерывным вращением производится на гайконарезных автоматах метчиками с изогнутыми хвостовиками. Гайки проходят одна за другой вдоль оси метчика через рабочую часть на хвостовик. Каждая новая гайка продвигает вдоль оси метчика предыдущие. По мере заполнения хвостовика гайки сходят с него в накопитель без остановки процесса.

Для резбонарезания используют метчики разных конструкций. Однако метчики имеют ряд общих функционально обусловленных конструктивных элементов, что представлено на рисунке 10 на примере машинно-ручного метчика, где:

1 – рабочая часть l , которая состоит из двух участков: режущей части l_1 , формирующей резьбовой профиль в отверстии заготовки, и направляющей части l_2 , обеспечивающей калибрование резьбы, центрирование и самоподачу инструмента, и являющейся запасом для его переточки;

2 – хвостовая часть l_3 , которая служит для закрепления инструмента в патроне станка и является накопителем гаек у гаечных метчиков;

3 – элемент для передачи крутящего момента l_4 (квадрат, лыска, торцевая шпонка и т.п.);

4 – зуб метчика;

5 – стружечная канавка, которая служит для размещения и транспортирования стружки.

3.1. Метчики машинные и ручные

Ввиду того, что один и тот же метчик может быть использован при машинном и ручном способе резбонарезания, в технической литературе встречается использование обобщенного названия – "машинно-ручные метчики". По способу применения различают инструменты, предназначенные для нарезания резьбы машинным способом на металлорежущих станках – машинные метчики и ручным способом с помощью воротка – ручные метчики.

При резбонарезании машинными метчиками на металлорежущих станках выполняется рабочий и обратный ход инструмента реверсивным вращением шпинделя. Без реверсирования осуществляется нарезание резьбы в сквозных отверстиях, когда по окончанию обработки метчик освобождают из патрона и вынимают из отверстия вдоль оси нарезанной резьбы, так называемая схема "падающий метчик".

[Оглавление](#)

Машинные метчики могут иметь прямые или винтовые стружечные канавки, проходящие через рабочую часть, и укороченные канавки. Наибольшее распространение имеют машинные метчики с прямыми стружечными канавками (рисунок 10).

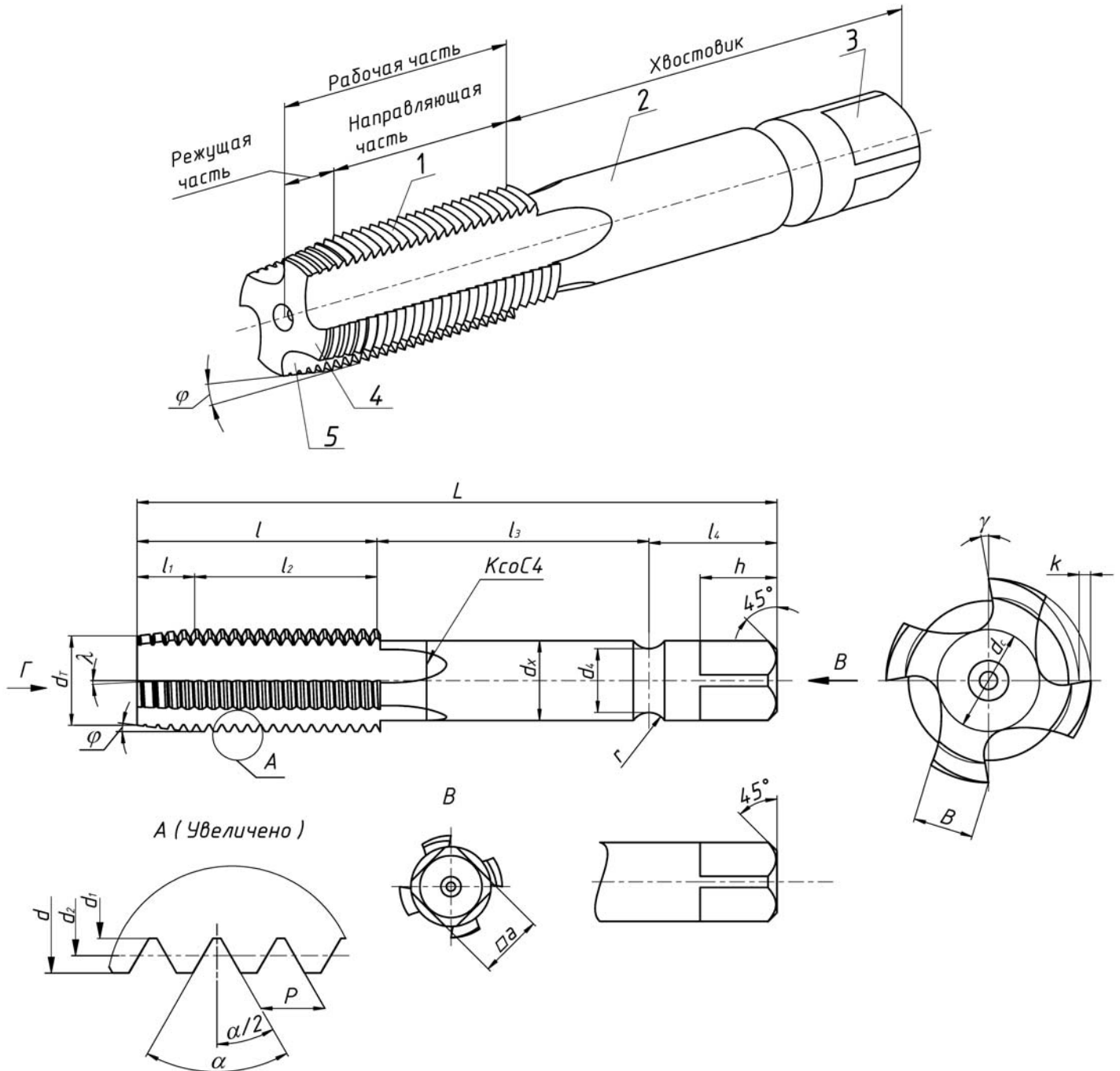


Рисунок 10. Конструктивные элементы метчика

[Оглавление](#)

Машинные метчики с винтовыми стружечными канавками под углом ω (рисунок 11) используются для управления направлением отвода стружки из отверстия. Метчики с правой винтовой стружечной канавкой направляют стружку в сторону, противоположную осевому перемещению инструмента вдоль оси, т.е. выводят стружку из отверстия (рисунок 12, а). Поэтому такие метчики преимущественно используются при нарезании резьбы в глухих отверстиях. Метчики с левой винтовой стружечной канавкой направляют стружку в сторону, совпадающую с осевым перемещением инструмента, и используются для нарезания резьбы в сквозных отверстиях (рис 12, б).

Метчики с винтовыми стружечными канавками используются для нарезания резьбы в отверстиях с прерывистой поверхностью (наличие прорезей, окон и т.п.). Это обеспечивает плавное неодновременное вхождение режущей части в работу, что предотвращает радиальное смещение оси метчика при прохождении зубом инструмента прорези или окна.

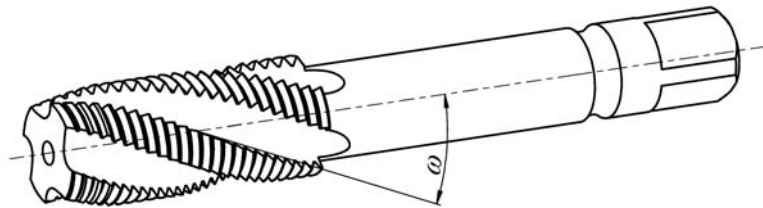


Рисунок 11. Общий вид метчика машинного с винтовыми стружечными канавками

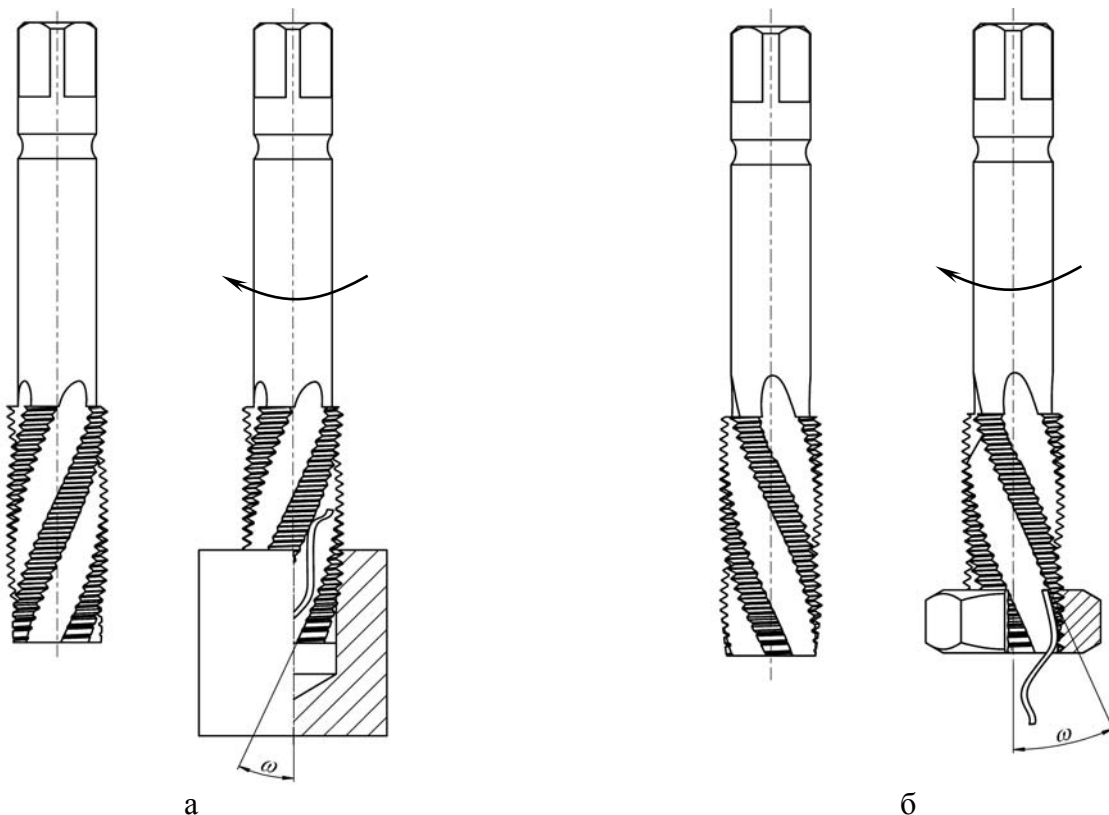


Рисунок 12. Схема отвода стружки из отверстия

[Оглавление](#)

Метчики с укороченными канавками имеют хорошее базирование и надежное центрирование в отверстиях заготовки. Они применяются для нарезания резьб в сквозных отверстиях тонкостенных деталей (штампованных из листа) и в деталях с косым торцом со стороны выхода метчика из отверстия (рисунок 13).

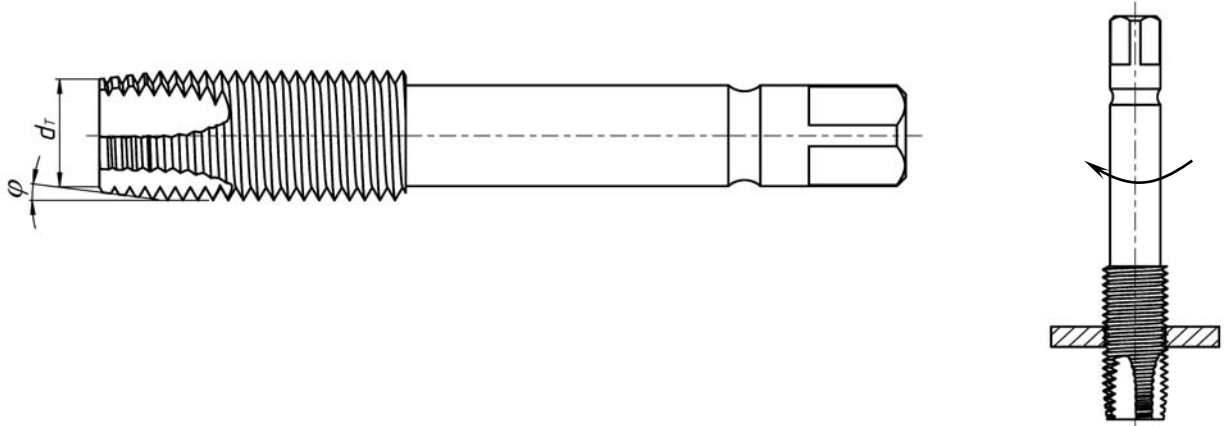


Рисунок 13. Метчик с укороченной стружечной канавкой

Ручные метчики применяются для нарезания резьбы ручным способом. Такие метчики используются в комплектах по 2...3 инструмента, работающих последовательно от предварительного резбонарезания к достижению окончательных размеров резьбы. Внешнее отличие в комплекте проявляется в длине l_1 и угле φ режущей части метчиков и в количестве кольцевых рисок на их хвостовике. (рисунок 14). Количество рисок указывает на номер метчика в комплекте.

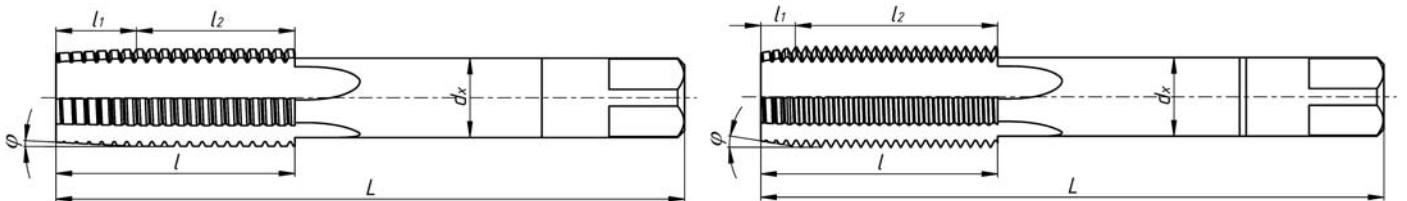


Рисунок 14. Комплект ручных метчиков

3.2. Гаечные метчики

Гаечные метчики предназначены для нарезания резьбы в заготовках гаек. Гаечные метчики с прямым хвостовиком (рисунок 15) работают непрерывно до заполнения хвостовика готовыми гайками, далее гайки удаляются. Гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (рисунок 16) работают с непрерывным вращением и применяются на гайконарезных станках. Аналогичным образом эксплуатируются гаечные метчики с S-образным хвостовиком (рисунок 17).

[Оглавление](#)

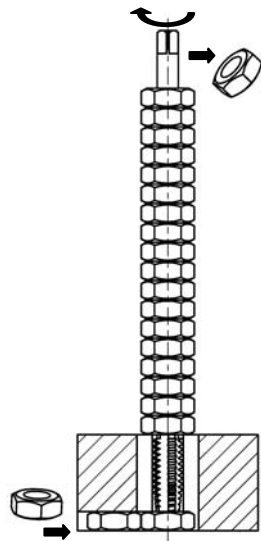
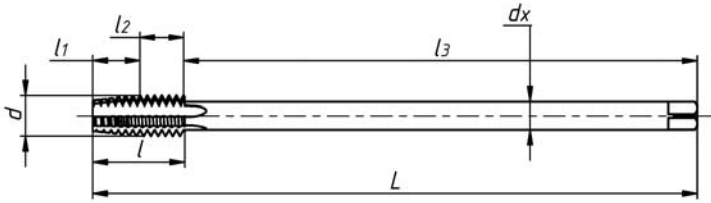


Рисунок 15. Гаечный метчик с прямым хвостовиком

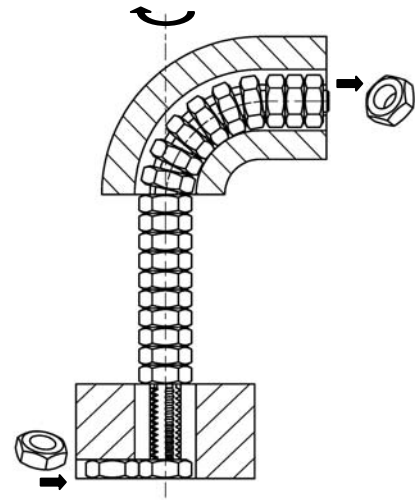
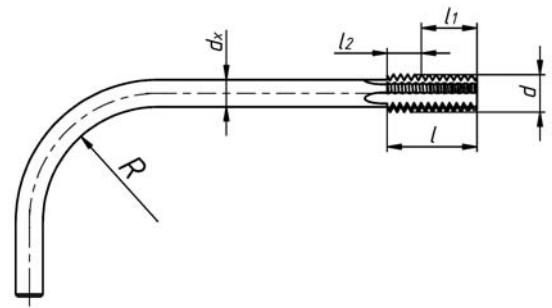


Рисунок 16. Гаечный метчик с изогнутым хвостовиком

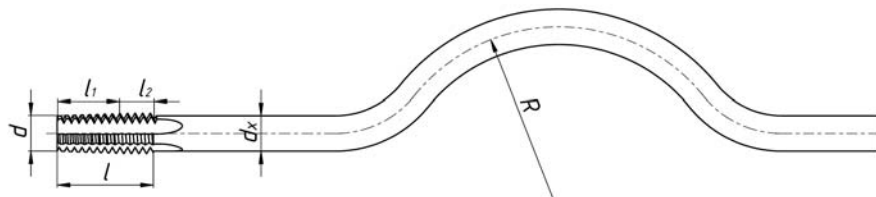


Рисунок 17. Гаечный метчик с S-образным хвостовиком

Машинные и гаечные метчики, изготовленные с вырезанной ниткой, предназначены для нарезания резьбы в вязких и труднообрабатываемых материалах: сплавах меди и алюминия, нержавеющей и жаропрочных сталях и сплавах, титановых сплавах и т.д. (рисунок 18). При использовании таких метчиков достигается:

1) уменьшение трения на боковых поверхностях режущих и калибрующих профилей зубьев об обработанную поверхность, тем самым уменьшается схватывание и налипание материала заготовки на резьбовые нитки метчика и момент резбонарезания;

[Оглавление](#)

2) улучшение условий стружкообразования за счет увеличения толщины срезаемого слоя, приходящейся на режущий профиль, так как срезание тонких стружек на вязких материалах затруднено;

3) улучшение доступа СОЖ в зону резания и на поверхности трения.

Вырезание нитки производится на режущей и направляющей частях, при этом каждый оставшийся зуб работает с увеличенной толщиной срезаемого слоя. Если условия срезания стружки удовлетворительные или увеличение толщины срезаемого слоя приводят к увеличению нагрузки, то срезание нитки производится только на направляющей части.

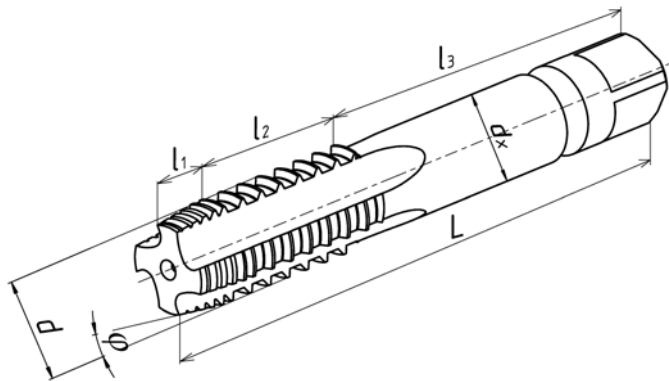


Рисунок 18. Метчик с вырезанной ниткой

Схема вырезания нитки (пунктирная линия) на примере трехканавочных метчиков представлена на рисунке 19, при этом: а) для метчиков с вырезанной ниткой на режущей и направляющей частях; б) только на направляющей части. Существуют и другие схемы вырезания нитки, учитывающие особенности конкретного случая нарезания резьбы.

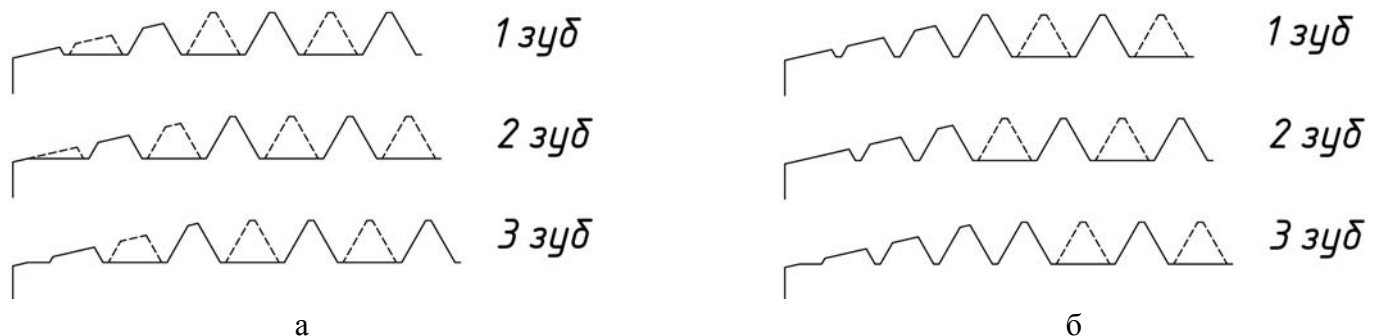


Рисунок 19. Схема вырезания нитки

[Оглавление](#)

3.3. Специальные метчики

Специальные метчики – многочисленная группа инструментов, конструктивные и геометрические параметры которых удовлетворяют требованиям отдельных видов производства. К специальным метчикам можно отнести:

- насадные метчики для нарезания резьб крупных размеров (рисунок 20);
- двухступенчатые метчики ("тандем"), совмещающие часть предварительного (I) и окончательного (II) резбонарезания (рисунок 21);
- метчики с направляющей частью, разработанные для отверстий с косым входом (рисунок 22);
- метчики с внутренним подводом СОЖ и размещением стружки;
- метчики сборных конструкций;
- метчики для инструментального производства: плашечные и маточные, предназначенные для изготовления плашек;
- метчики со специальными хвостовиками, выполненными с учетом особенностей закрепления инструмента на технологическом оборудовании и другие конструкции метчиков специального назначения.

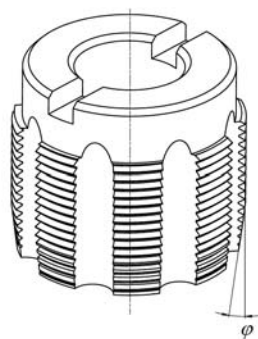


Рисунок 20. Насадные метчики

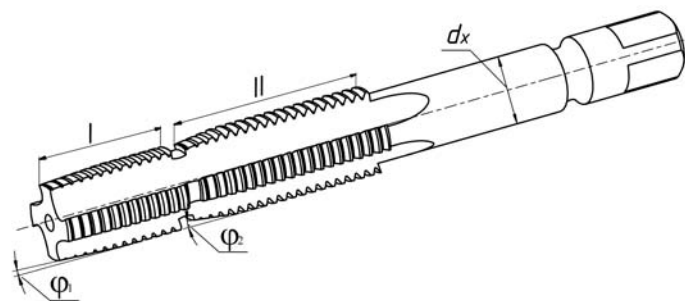
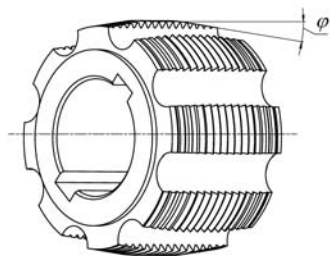


Рисунок 21. Двухступенчатый метчик "Тандем"

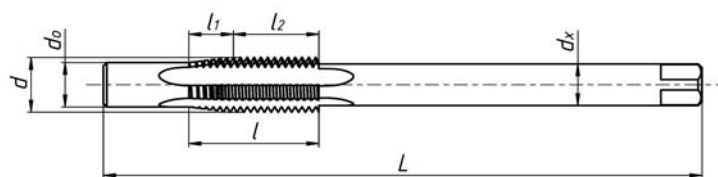
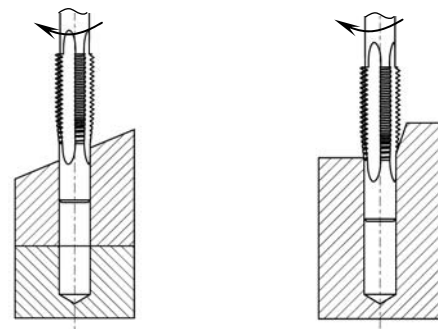


Рисунок 22. Метчик с направляющей частью



[Оглавление](#)

4. Плашки круглые

Плашки применяются для нарезания наружной резьбы машинным или ручным способом. Резьбонарезание осуществляется в основном с реверсированием. Наиболее распространенными являются круглые плашки и их разновидности – шестигранные, квадратные и др. Основные конструктивные элементы плашки представлены на рисунке 23, где:

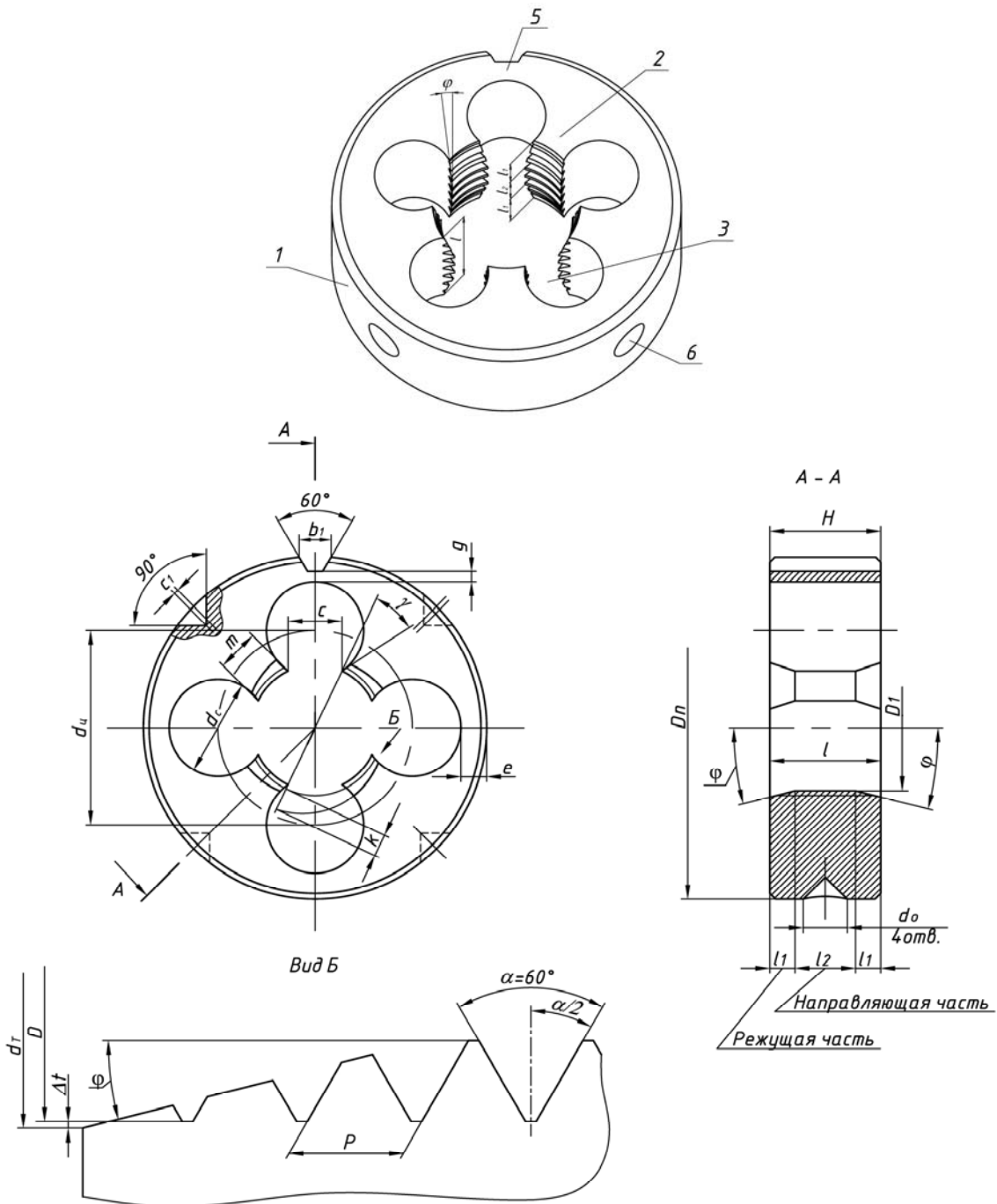


Рисунок 23. Круглая плашка

[Оглавление](#)

1 – корпус плашки, габаритными размерами которого являются наружный диаметр D_n и высота H ;

2 – зуб плашки;

3 – стружечное окно для размещения стружки (d_c);

4 – рабочая часть l , состоящая из двух режущих частей l_1 , которые предназначены для формирования профиля резьбы, и направляющей части l_2 , обеспечивающей калибрование резьбы, центрирование и самоподачу инструмента;

5 – перемычка g (удаляется при потере точности инструмента для регулирования на размер см. ниже);

6 – элементы закрепления инструмента в плашкодержателе, представляющие собой конические отверстия (обычно 3 или 4), расположенные симметрично относительно перемычки. Оси "нижних" отверстий лежат в осевых плоскостях плашки, а оси двух "верхних" имеют некоторое смещение от осевых плоскостей (размер c_1), что позволяет им выполнять дополнительную функцию регулирования плашки на размер (см. ниже).

5. Резьбонарезные головки (РНГ)

Резьбонарезные головки предназначены для нарезания наружной и внутренней резьбы. РНГ для нарезания наружной резьбы широко используются в массовом машиностроении и специализированном метизном производстве. РНГ для внутренней резьбы в основном используются для нарезания резьбы размерами более М35 в корпусных изделиях.

По схеме работы головки разделяются на вращающиеся и невращающиеся. Они отличаются друг от друга способами включения – выключения и конструктивным оформлением.

Резьбонарезные головки представляют собой сложный механизм, оснащенный комплектом гребенок, выполняющих роль зубьев плашек или метчиков, имеющих режущие и направляющие резьбовые профили.

В начале и в течение рабочего хода нарезания резьбы гребенки настроены на размер нарезаемой резьбы с требуемой точностью, т.е. РНГ находится в рабочем закрытом состоянии. В конце рабочего хода РНГ раскрывается – гребенки раздвигаются при нарезании наружной резьбы или сдвигаются при нарезании внутренней резьбы в радиальном направлении. На холостом ходу РНГ, не касаясь нарезанной резьбы, возвращается в начальное положение и гребенки приводятся в рабочее состояние – РНГ закрывается. Принцип работы наружных и внутренних РНГ одинаков.

[Оглавление](#)

Резьбонарезные головки по сравнению с плашками и метчиками обладают следующими преимуществами:

1. Более высокой производительностью из-за повышенных скоростей резания и отсутствия реверсирования.
2. Возможностью регулирования резьбы на размер.
3. В одном корпусе головки допускается установка гребенок (зубьев) различных размеров, что повышает универсальность инструмента.
4. Отсутствием соприкосновения с нарезаемой резьбой при реверсе, что улучшает качество нарезаемой резьбы.
5. Имеют значительное количество переточек.
6. Резьбовой профиль гребенок образуется шлифованием, что обеспечивает хорошее качество режущих и калибрующих профилей и, как следствие, улучшается точность и шероховатость поверхностей резьбового профиля нарезаемой резьбы.

Наибольшее распространение в массовом и крупносерийном производствах получили РНГ для однозаходного нарезания наружных резьб.

Вращающиеся РНГ (рисунок 24) предназначены для нарезания наружных резьб на токарных автоматах, полуавтоматах, сверлильных станках и т.д. РНГ вращается и подается на заготовку самозатягиванием или от механизма подачи станка с шагом, равным шагу нарезаемой резьбы. Раскрытие и закрытие головки осуществляется от упоров, расположенных на станке, через вилку, входящую в кольцевой паз на головке (рисунок 24, б).

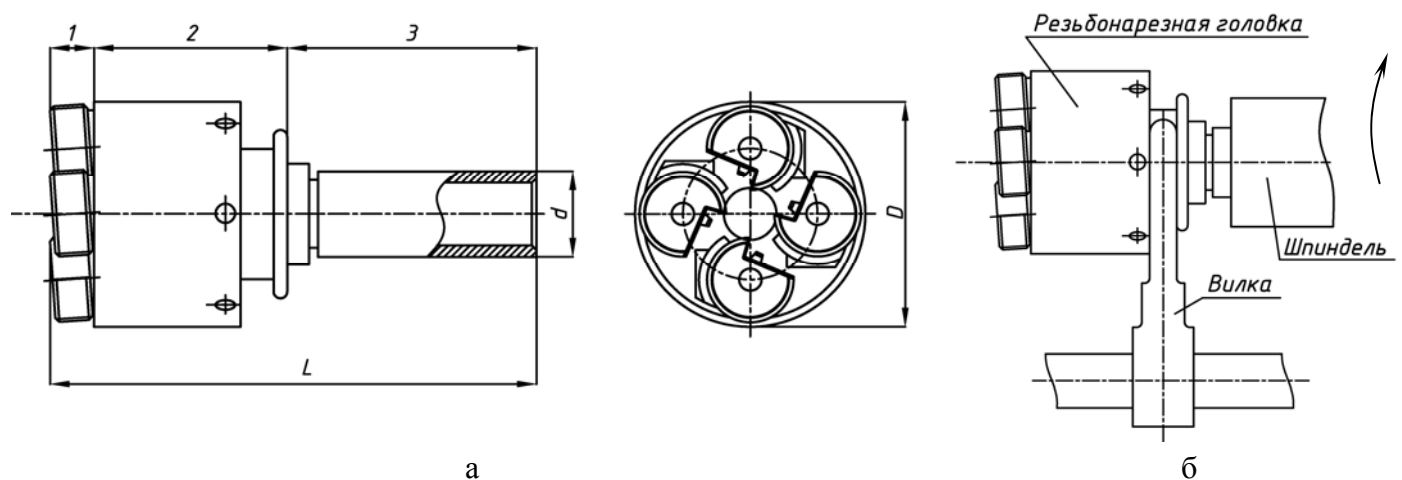


Рисунок 24. Вращающаяся резьбонарезная головка для наружной резьбы.

[Оглавление](#)

Невращающиеся РНГ (рисунок 25) предназначены для нарезания наружной резьбы на токарных, револьверных и резьбонарезных станках. При резьбонарезании вращается заготовка, подача осуществляется самозатягиванием или от механизма подачи станка с шагом, равным шагу нарезаемой резьбы. Раскрытие головки происходит автоматически в конце рабочего хода, закрытие осуществляется в исходном положении посредством рукоятки (рисунок 25, а).

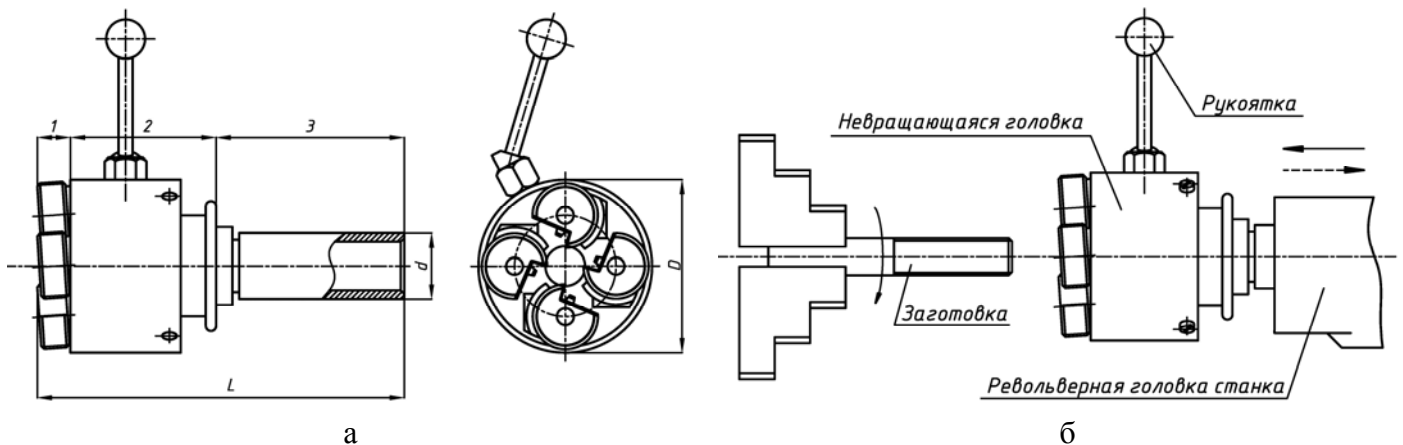


Рисунок 25. Невращающаяся резьбонарезная головка для наружной резьбы

Основные конструктивные части РНГ для нарезания наружной резьбы представлены на рисунках 24 и 25, где:

1. Рабочая часть.
2. Корпус.
3. Хвостовик.

В корпусе РНГ расположен сложный и точный механизм, состоящий из значительного количества узлов, которые обеспечивают выполнение следующих функций:

1. Базирование и закрепление гребенок в расчетном положении на головке.
2. Регулирование положения режущих лезвий гребенки относительно оси нарезаемой резьбы.
3. Регулирование головки на размер нарезаемой резьбы.
4. Смену гребенок.
5. Раскрытие головки в конце рабочего хода.
6. Закрытие головки (автоматическое или ручное) в исходном положении.

Указанные группы узлов в различном конструктивном исполнении присущи резьбонарезным головкам всех типов.

[Оглавление](#)

5.1. Рабочая часть РНГ

Рабочая часть РНГ состоит из комплекта гребенок, каждая из которых является аналогом зуба резьбонарезного инструмента. Рабочая часть выполняет следующие функции: формирование резьбового профиля на заготовке по генераторной схеме, калибрование нарезаемой резьбы, центрирование и подачу инструмента.

В зависимости от расположения гребенок на корпусе относительно оси заготовки головки разделяются на радиальные (рисунок 26) и тангенциальные (рисунок 27). При этом радиальные головки могут быть оснащены призматическими (рисунок 26, а) или круглыми гребенками (рисунок 26, б).

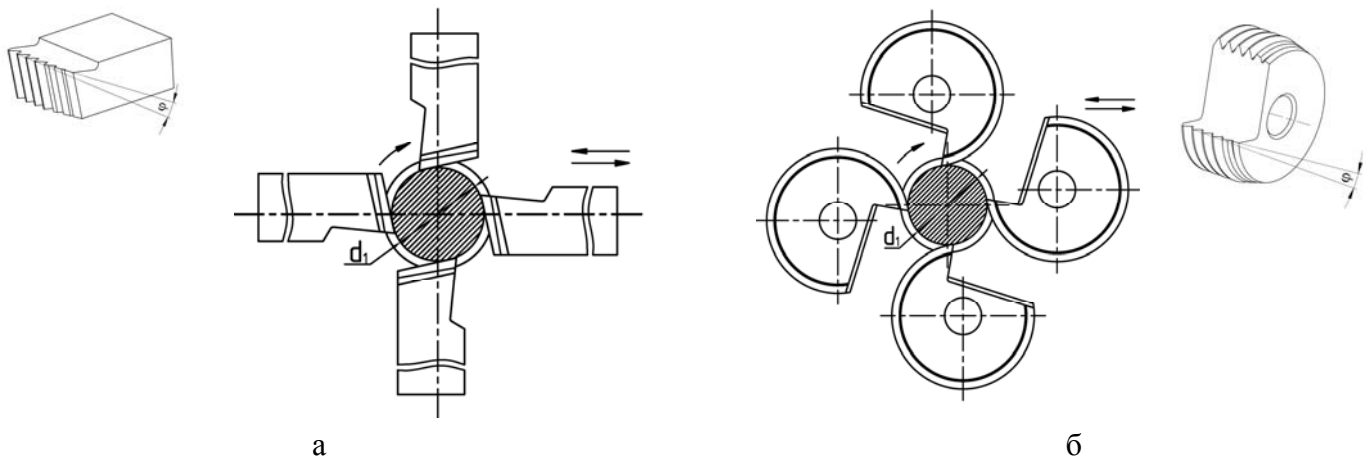


Рисунок 26. Схемы установки радиальных призматических (а) и круглых (б) гребенок.

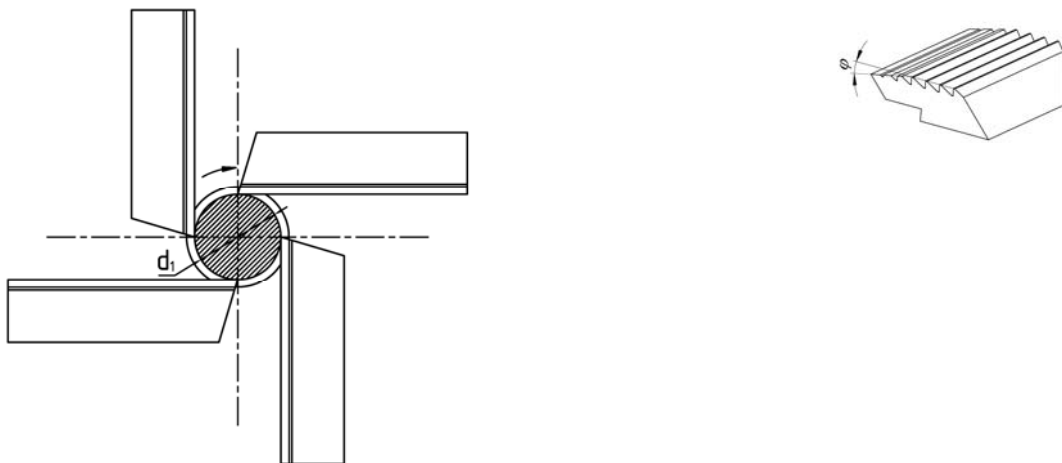


Рисунок 27. Схема установки тангенциальных гребенок.

[Оглавление](#)

Резьбонарезным головкам с призматическими радиальными гребенками свойственны ряд недостатков: небольшое количество переточек, уменьшение направляющей части при переточках, достаточно грубое регулирование на размер, технологические трудности при изготовлении гребенок. Это привело к тому, что резьбонарезные головки, оснащенные призматическими гребенками радиального типа, заменяются головками других видов.

Резьбонарезные головки с тангенциально расположенными гребенками имеют ряд преимуществ по сравнению с РНГ с радиально расположенными призматическими гребенками, среди которых: большее количество переточек, относительная простота и точность регулирования на размер. Однако эти головки и гребенки к ним сложны в изготовлении.

В силу этих причин для нарезания наружных резьб получили широкое распространение резьбонарезные головки, рабочая часть которых оснащена круглыми радиальными гребенками.

5.2. Круглые радиальные гребенки и кулачки

Ввиду того, что геометрические параметры рабочей части и положения поверхностей круглых гребенок достигаются при установке на кулачках, необходимо совместно рассматривать конструктивные и геометрические параметры гребенок и кулачков.

Кулачок представляет собой деталь сложной формы (рисунок 28) и выполняет функции базирования и закрепления гребенки в расчетном положении. Кулачок может перемещаться в радиальном направлении корпуса РНГ, что необходимо для регулирования головки на размер нарезаемой резьбы и для раскрытия и закрытия головки. Основные элементы кулачков: T – направляющие поверхности, расстояние между которыми B_k ; по этим поверхностям осуществляется посадка кулачков в пазы корпуса головки; d – наружный диаметр цилиндрического выступа, называемого "пуговкой"; на внутренней цилиндрической поверхности "пуговки" изготовлено Z_1 зубьев; B – опорная плоскость гребёнки (база), которая наклонена под углом τ , равным углу подъема резьбы изделия по среднему диаметру. Для каждого размера резьбы необходимо изготовить отдельный комплект кулачков, так как каждому размеру резьбы соответствует определенный угол τ . Иногда для резьб различных размеров, но с близкими значениями углов подъема нитки можно использовать один комплект кулачков; Γ и E – опорные цилиндрические поверхности; на поверхность E опирается кулачок при резьбонарезании, на поверхность Γ кулачок опирается, когда резьбонарезная головка раскрыта, т.е. гребенки отошли в радиальном направлении от обрабатываемой детали. Таким образом, при раскрытии головки гребёнка проходит расстояние e_1 .

[Оглавление](#)

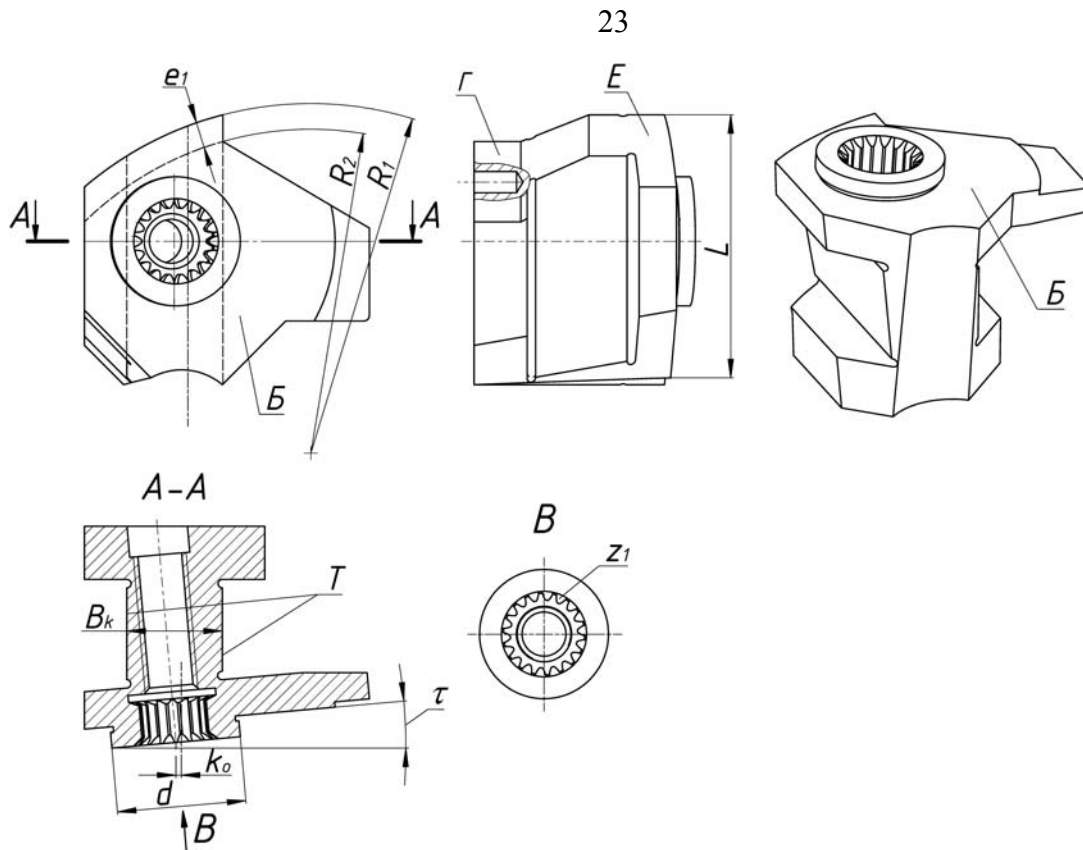


Рисунок 28. Кулачок.

Круглая гребенка радиального типа по ГОСТ 21761-76 (рисунок 29) представляет собой круглый фасонный резец, профиль которого образован кольцевыми витками резьбы, расположенными параллельно торцам гребенки. На резьбонарезных головках устанавливается четыре гребенки (кроме специальных случаев). Витки на каждой гребенке смещены один относительно другого на $1/4$ шага резьбы, а гребенки располагаются под углом подъема резьбы, как бы образуя состоящую из частей гайку.

Режущая часть l_1 выполняет основную работу по формированию профиля нарезаемой резьбы. Передняя поверхность гребенок обычно изготавливается так, что ее ширина увеличивается от направляющей части к режущей за счет заточки гребенки под углом ψ . Это способствует отводу стружки в направлении подачи головки и увеличивает объем пространства на режущей части, т.е. в том месте, где происходит процесс стружкообразования.

В зависимости от требуемого сбега резьбы угол режущей части φ выбирается равным 15° или 20° , при нарезании резьбы в упор - $\varphi = 30^\circ$ или 45° .

Направляющая часть круглой гребенки l_2 выполняет функции калибрования резьбы, центрирования и подачи РНГ по нарезаемой резьбе.

[Оглавление](#)

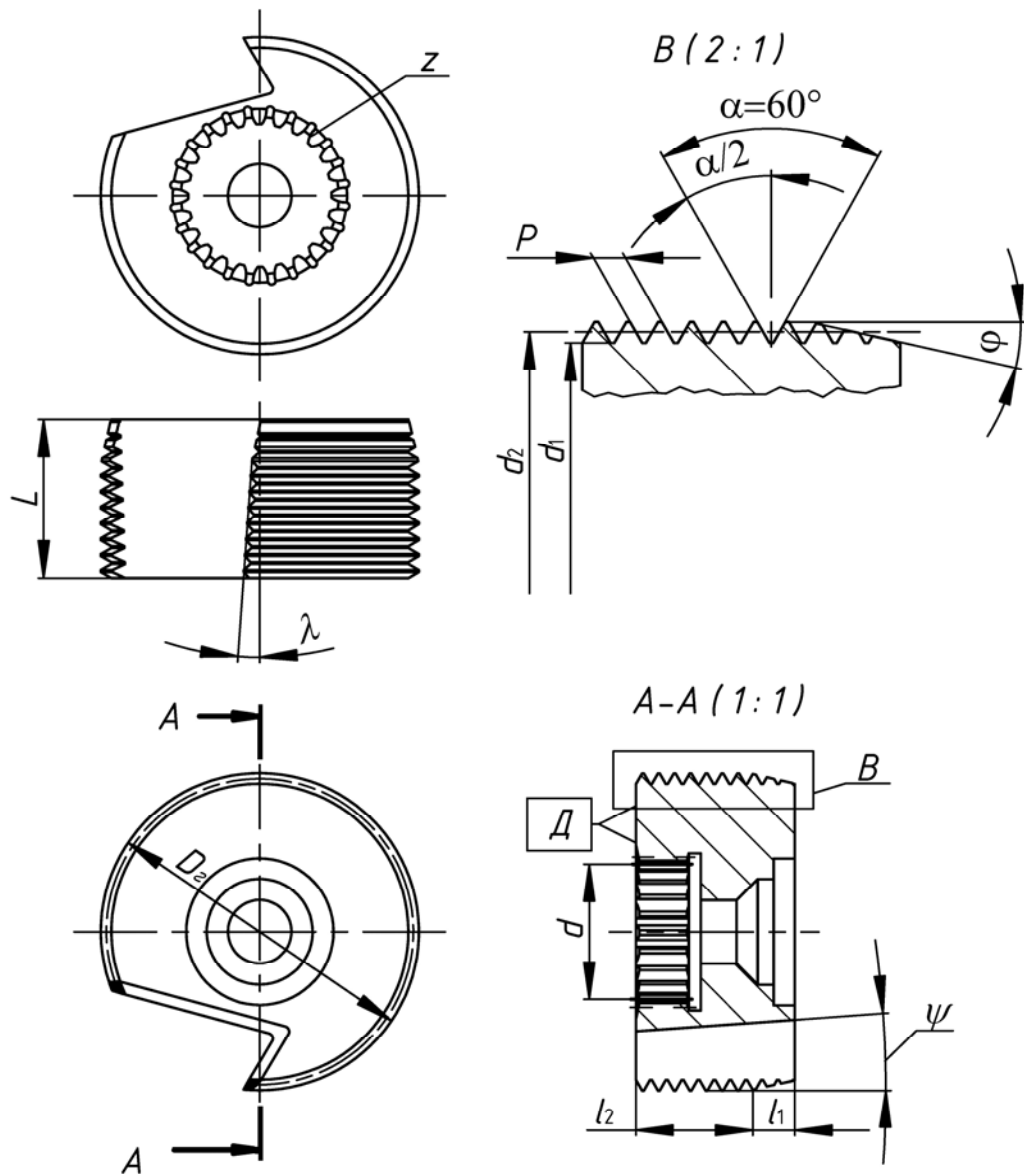


Рисунок 29. Круглая гребенка для РНГ.

5.3. Базирование и закрепление круглых гребенок

Гребенки 2 при установке на кулачок 4 (рисунок 30), базируется торцевой плоскостью Д на поверхности Б и центрируются на цилиндрическом выступе – "пуговке" кулачка 4 своей внутренней цилиндрической поверхностью диаметром d . На внутренней поверхности гребенки изготовлено Z зубьев. Гребенка соединяется с кулачком посредством звездочки 3, которая воспринимает крутящий момент резбонарезания и не дает гребенке возможности проворачиваться. Звездочка 3 имеет два венца, на большом венце изготовлено Z зубьев, на малом Z_1 , при этом $Z = Z_1 + 1$.

[Оглавление](#)

Такое соединение гребенки с кулачком представляет собой дифференциальный механизм и позволяет производить точную установку режущей части относительно изделия после переточки гребенки. Если переставить звездочку 3 вместе с гребенкой в кулачке на $1/z$, а затем гребенку переместить относительно звездочки на $1/z$ в обратную сторону, то перемещение точки, лежащей на наружном диаметре гребенки, определится из уравнения:

$$a_o = \pi d_r \left(\frac{1}{Z_1} - \frac{1}{Z} \right) = \frac{\pi d_r}{Z_1 \cdot Z}.$$

С учетом этого соотношения устанавливается величина стачивания изношенной гребёнки при переточке. Гребёнка перетачивается в сборе с кулачком по передней поверхности. Величина стачивания должна превышать величину допустимого износа гребёнки по задней поверхности h_3 и быть кратной a_o . Вычисляется отношение $h_3 / a_o = i_1$. Число i_1 округляют в большую сторону до ближайшего целого.

При сборке гребёнки и кулачка перемещают звездочку относительно кулачка и гребенку относительно звездочки на i_1 зубьев в разные стороны. В собранном состоянии гребёнка с кулачком закрепляется в специальном приспособлении, имитирующем корпус РНГ, и затачивается. В дальнейшем без разборки кулачок и гребёнка устанавливаются на корпусе РНГ в рабочее положение.

Для предотвращения смещения гребенки от расчетного положения из-за зазоров в зубьях соединения гребенка – звездочка – кулачок эти детали стягиваются винтом 1. При этом для нарезания правой резьбы на винтах используется левая резьба и наоборот. Это обеспечивает дополнительное затягивание резьбового соединения под действием момента резьбонарезания.

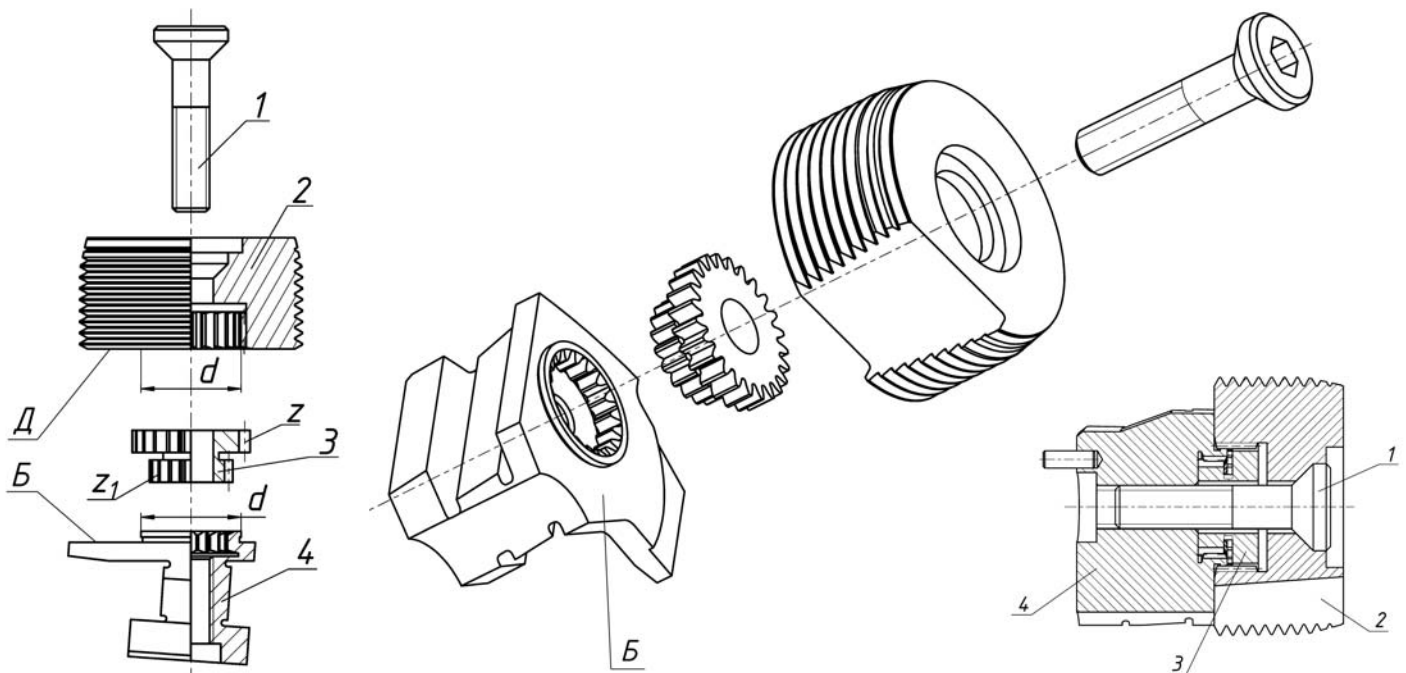


Рисунок 30. Базирование и закрепление круглых гребенок.

[Оглавление](#)

5.4. Геометрические параметры круглых гребенок

Геометрические параметры режущей части гребенок получаются в результате их установки на кулачках головки, измеряются относительно оси нарезаемой резьбы и являются функциями многих параметров.

Величина K_0 , приведенная к опорному торцу гребенки, приводит к смещению оси гребенки относительно оси отверстия кулачка (рисунок 31). Следовательно, ось гребенки смещена также и относительно оси нарезаемой резьбы. Это необходимо для создания заднего угла на гребенке, как это выполняется для фасонных резцов.

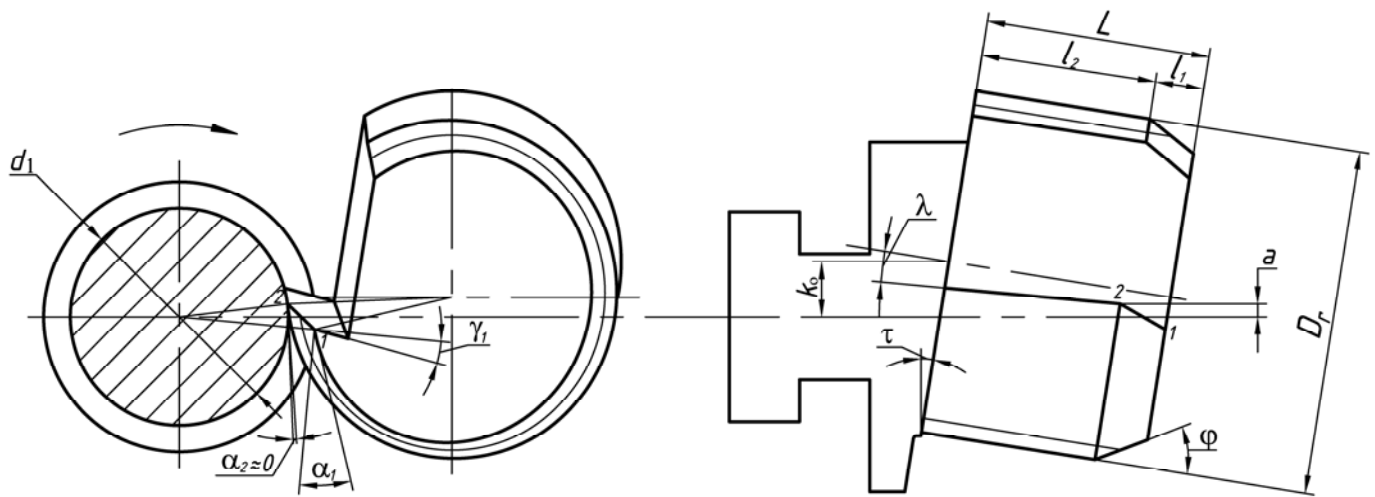


Рисунок 31. Геометрические параметры круглых гребенок.

Передняя поверхность гребенки наклонена под углом λ к ее оси (рисунок 29). Этот угол имеет большое значение в процессе резбонарезания. Угол λ является одним из факторов, обеспечивающих в рабочем состоянии получение переменных значений заднего угла, обусловленного смещением K_0 . Одновременно этот угол обеспечивает также и отвод стружки в направлении подачи и тем самым способствует удалению ее из зоны резания.

С целью унификации согласно ГОСТ 21761-76 для всех моделей резбонарезных головок угол λ установлен одинаковым в зависимости от шага нарезаемой резьбы. Для резьбы с шагом 0,4...1,25 мм принят угол $\lambda = 1^\circ 30'$, для шагов 1,5...4 мм $\lambda = 1^\circ$. Уменьшение угла λ ведет к ухудшению самозатягивания, что приводит к нарушению точности нарезаемой резьбы, а при чрезмерно большом увеличении - к ухудшению шероховатости.

[Оглавление](#)

Из-за наличия угла наклона передней поверхности λ и угла подъёмарезьбы τ смещение осей гребенки и оси резьбы имеет переменное значение в различных сечениях, и, как следствие, изменяется задний угол. При этом передняя поверхность получает наклон относительно оси нарезаемой резьбы на угол, равный $\lambda + \tau$. Одновременно выдерживается превышение вершины первого полного витка направляющей части гребенки на величину a относительно той же оси (рисунок 31). Получение необходимых значений a и λ достигается при заточке гребенок в специальных приспособлениях [1, 2].

Правильный выбор параметров a и λ обеспечивает возможность выполнения режущей и калибрующей частями гребенок своих функций. Режущей частью производится срезание припуска, поэтому на данной части задние углы α , образованные за счет установки, должны быть положительными и постепенно уменьшаться по мере приближения к первому профилю направляющей части, где $\alpha = 0$. Окончательное формирование резьбового профиля детали осуществляется первым профилем направляющей части, происходит "калибрование" резьбы. Остальные профили направляющей части обеспечивают самоподачу и центрирование головки, при этом их передняя поверхность все больше и больше поднимается относительно оси резьбы, а задние углы получают значения от нуля до отрицательных с возрастанием по абсолютной величине. Такое положение передней поверхности определяет условия контакта между профилями направляющей части и профилем нарезаемой резьбы. При этом направляющие части гребенок выполняют роль закаленной ведущей гайки, в которую самозатягиванием ввертывается нарезаемая заготовка.

В общем случае задний угол в сечениях, перпендикулярных оси заготовки, является функцией многих величин: $\alpha = f(a, L, D_{\Gamma}, K_0, \tau, \lambda, \gamma, \varphi)$. Задние углы рассчитываются по сложным аналитическим зависимостям, вывод которых не является задачей настоящей разработки. Данные вопросы подробно рассмотрены в [1, 2]. На основании этих работ можно сделать следующие выводы: задний угол, возникший в результате установки гребенки на кулачке, в сечениях, перпендикулярных оси резьбы, с увеличением превышения a (при постоянном значении λ) уменьшается как в зоне режущей, так и на направляющей части. Увеличение угла λ (при постоянном значении a) приводит к росту заднего угла α на рабочей части и к уменьшению на направляющей части.

При малых значениях превышения a задний угол α получает положительные значения только на небольшом участке режущей части, оставаясь далее отрицательным ($\alpha < 0$), что ухудшает процесс резания. Превышение a обычно задается на основе опыта эксплуатации головок.

На качество нарезаемой резьбы и на работу отдельных механизмов головки оказывает влияние превышение a и угол наклона режущей части λ . В справочной литературе даются рекомендации по выбору a и λ .

[Оглавление](#)

В 5 разделе даются общие сведения о резьбонарезных головках. Предполагается в рамках лабораторной работы, используя натуральные образцы, изучить взаимодействие механизмов и узлов, настройку на размер, систему установки круглых гребенок в рабочее положение на кулачках посредством их сборки и разборки.

Особенности выбора и расчета геометрических параметров рабочей части РНГ выделены в раздел специального инструмента. В рамках курсового проекта рекомендуется использовать разделами работ [1, 9].

6. Резьбовые фрезы

Резьбовые фрезы применяются для нарезания внутренней (рисунок 32) и наружной резьбы (рисунок 33). Фрезерование резьбы осуществляется на специализированных резьбофрезерных станках, станках с ЧПУ, на обрабатывающих центрах (ОЦ) и другом технологическом оборудовании.

Резьбы с шагом $P > 3$ мм фрезеруют дисковыми фрезами, профиль которых соответствует профилю нарезаемой резьбы. Дисковые фрезы часто применяют для нарезания трапециидальной резьбы, профилей червяков и других специальных резьб крупных размеров.

Резьбы с шагом $P \leq 3$ мм фрезеруют многониточными фрезами, у которых каждую нитку – виток можно рассматривать как дисковую фрезу с резьбовым профилем. В таком случае многониточную фрезу можно представить как неразъемный набор дисковых фрез на одной оси. Кинематическая схема резьбофрезерования представлена на рисунке 1, б.

Принципы фрезерования любых поверхностей, в том числе и поверхностей вращения, остаются неизменными и в случае фрезерования наружной и внутренней резьбы. Все режущие профили срезают одинаковые по форме и площади сечения и принимают равное участие в формировании боковых сторон профиля нарезаемой резьбы.

6.1. Нарезание резьбы многониточными резьбовыми фрезами

Фреза устанавливается параллельно оси заготовки на всю длину нарезаемой резьбы (рисунок 32 и 33). При вращении (движение D_f) фреза врезается в радиальном направлении в заготовку на глубину профиля резьбы.

При одновременных движениях окружной подачи D_S и дополнительного движения вдоль оси $D_{и}$ производится фрезерование резьбы по всей цилиндрической поверхности заготовки одновременно всеми режущими профилями зубьев фрезы. Движения окружной подачи D_S и вдоль оси $D_{и}$ кинематически связаны между собой. Одному обороту относительного движения инструмента по среднему диаметру нарезаемой резьбы, совершаемому за счет движения D_S , должно соответствовать относительное перемещение фрезы вдоль оси на один шаг P за счет движения $D_{и}$.

Таким образом, обработка резьбы совершается за 1...1,25 оборота заготовки (или оси вращающейся фрезы вокруг оси заготовки - планетарное движение) при относительном перемещении заготовки и фрезы на (1...1,25) шага. Дополнительное перемещение на 0,25 оборота требуется для перекрытия захода фрезы при врезании на высоту профиля резьбы.

Направление движения $D_{и}$ при фрезеровании определяет направление нарезаемой резьбы – правое или левое (рисунок 32,а).

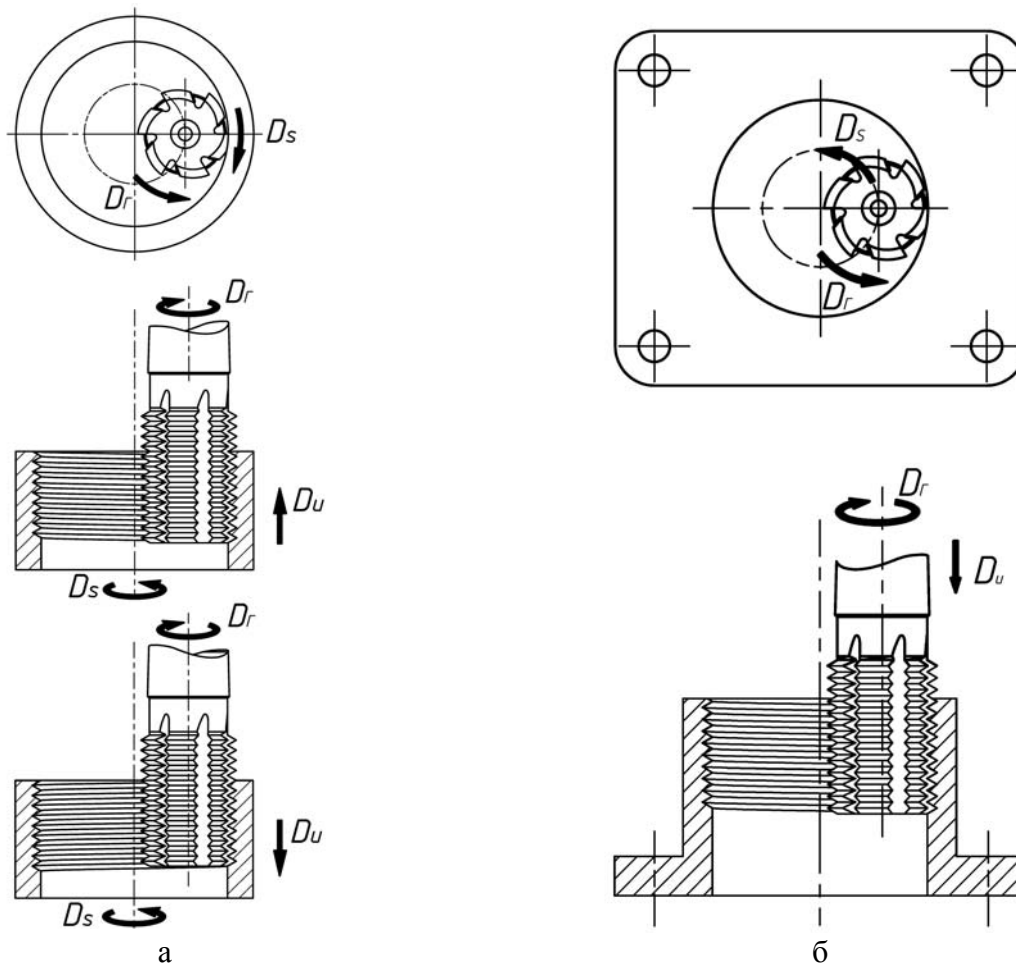


Рисунок 32. Фрезерование внутренней резьбы:

- а – круговая подача осуществляется заготовкой (правая и левая резьба),
- б – круговая подача осуществляется фрезой (планетарное движение).

[Оглавление](#)

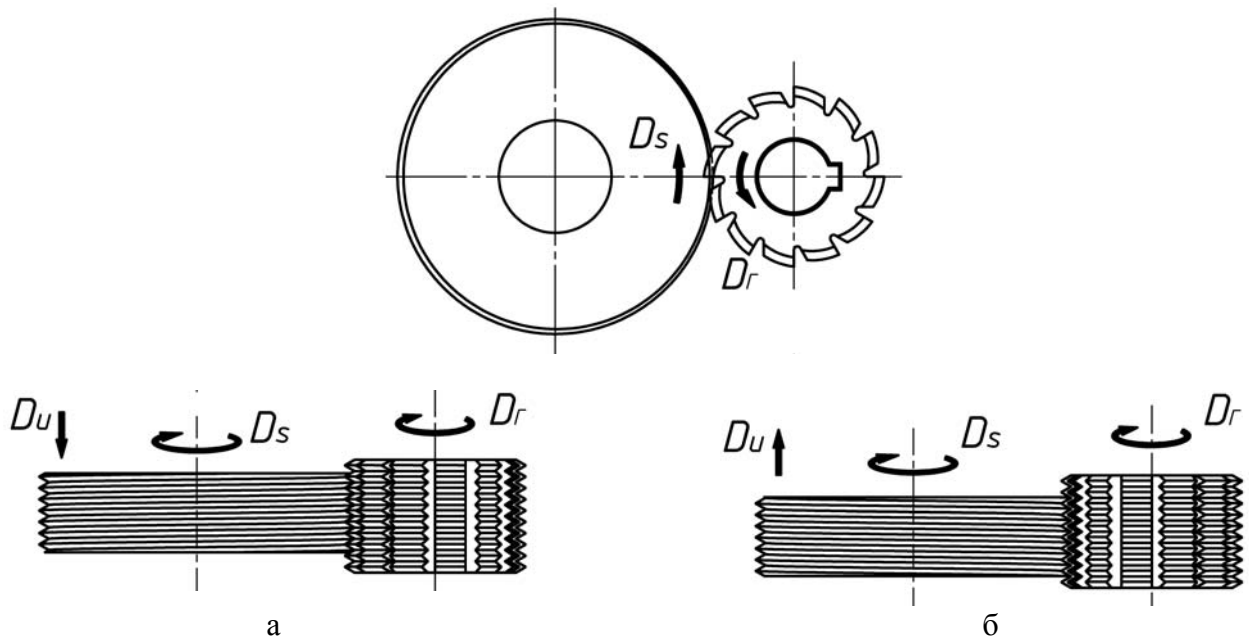


Рисунок 33. Фрезерование наружной резьбы: а – правая резьба, б – левая резьба.

Движения D_S и $D_{и}$ в зависимости от технологического оборудования могут выполняться заготовкой или фрезой (рисунок 32). Движение окружной подачи D_S фрезы (планетарное движение) используется при нарезании резьбы в корпусных деталях, что часто применяется на станках с ЧПУ (рисунок 32,б на примере фрезерования внутренней резьбы).

Резьбовые фрезы в зависимости от диаметра изготавливаются с хвостовиком (рисунок 34) или насадными (рисунок 35). Фрезы могут быть цельными или сборной конструкции (рисунок 36).

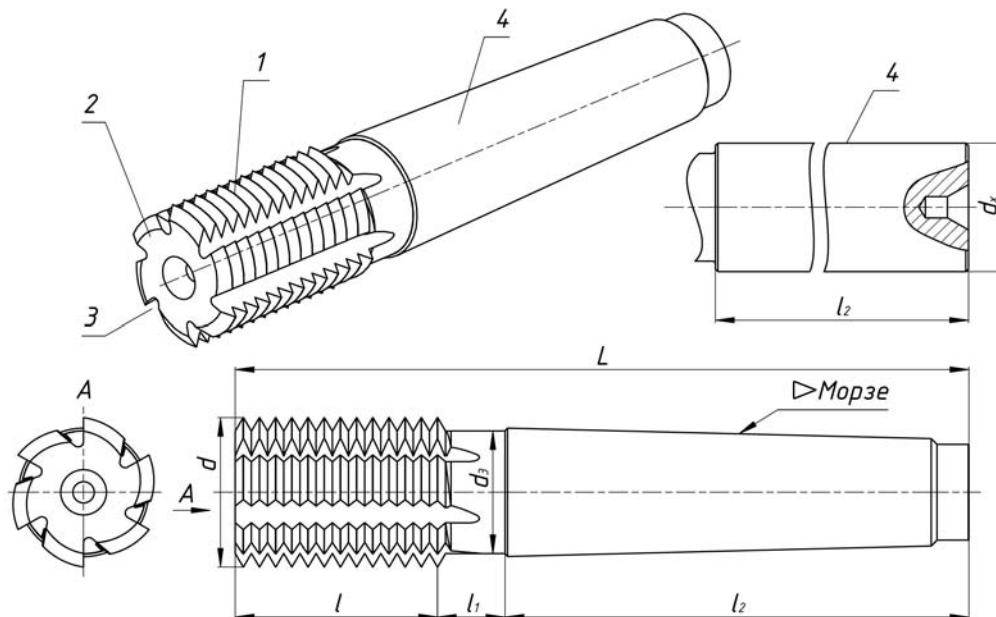


Рисунок 34. Хвостовая резьбовая фреза

[Оглавление](#)

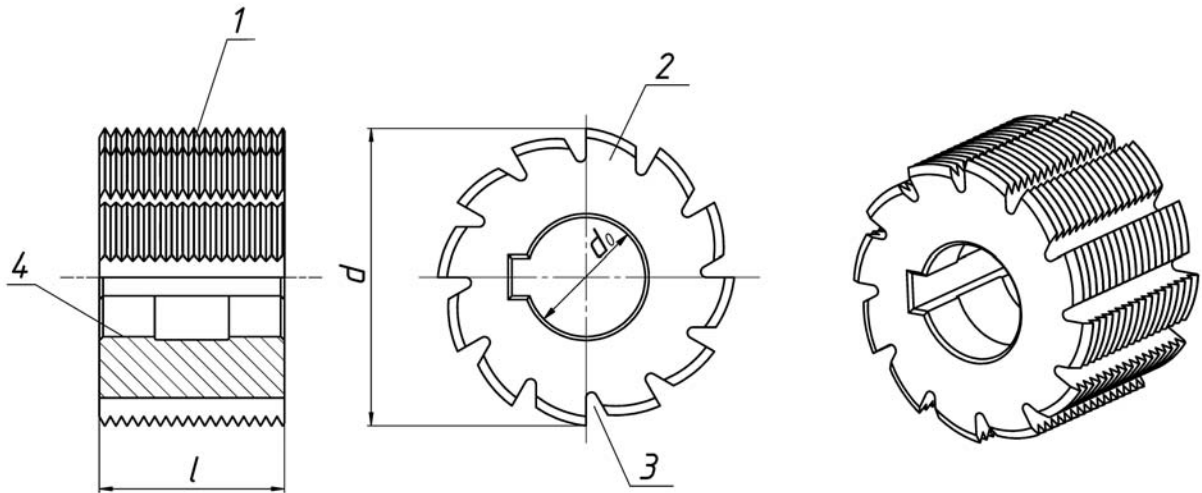


Рисунок 35. Насадная резьбовая фреза

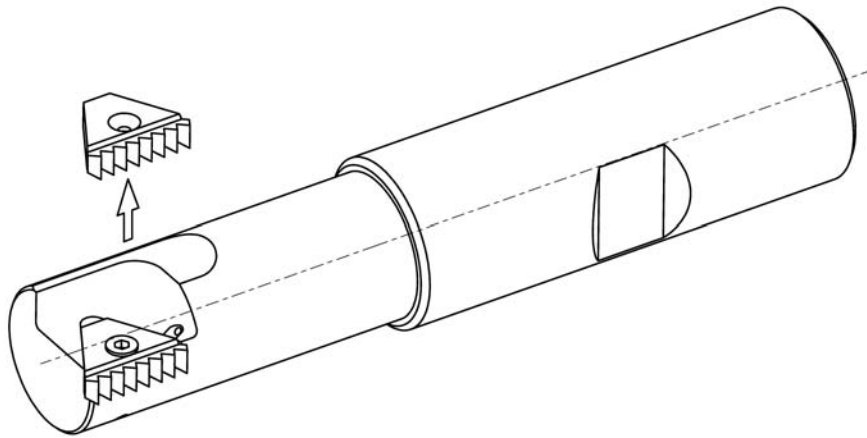


Рисунок 36. Резьбовая фреза сборной конструкции

6.2. Основные конструктивные элементы резьбовых фрез (рисунки 34 и 35)

Рабочая часть – формирует резьбовой профиль на заготовке;

Зуб резьбовой фрезы. На нем расположены режущие профили;

Стружечная канавка – предназначена для размещения стружки и формирует переднюю поверхность зуба;

Элементы базирования и закрепления в шпинделе станка и передачи момента резьбонарезания: резьбовые фрезы с цилиндрическим или коническим хвостовиком (рисунок 34), насадные фрезы с базированием на цилиндрическую оправку d_0 (рисунок 35).

Фрезы имеют кольцевые нитки – витки с профилем нарезаемой резьбы. Наличие кольцевых витков на фрезе обуславливает отличие их профиля от профиля нарезаемой резьбы.

[Оглавление](#)

Расчеты показывают, что при переднем угле зуба фрезы $\gamma = 0$ и прямых стружечных канавках ($\omega = 0$) искажения угла профиля резьбовых витков фрезы будут незначительны в пределах $3' \dots 4'$ для наружной резьбы и $7' \dots 9'$ для внутренней. Все это и определяет геометрические параметры резьбовых фрез: передний угол γ и угол наклона стружечной канавки принимаются равными 0, режущие профили витков фрезы совпадают с профилем нарезаемой резьбы. В этом случае погрешности угла профиля резьбы находятся в пределах регламентированных ГОСТом значений [1]. Задние поверхности и углы режущих профилей фрезы образованы затылованием на величину k , что обеспечивает сохранение идентичности профиля витков при переточке фрезы по передней поверхности. В зависимости от диаметра задняя поверхность зуба фрезы имеет один затылованный участок при $d < 25$ мм (рисунок 37,а) или два затылованных участка при $d \geq 25$ мм (рисунок 37,б).

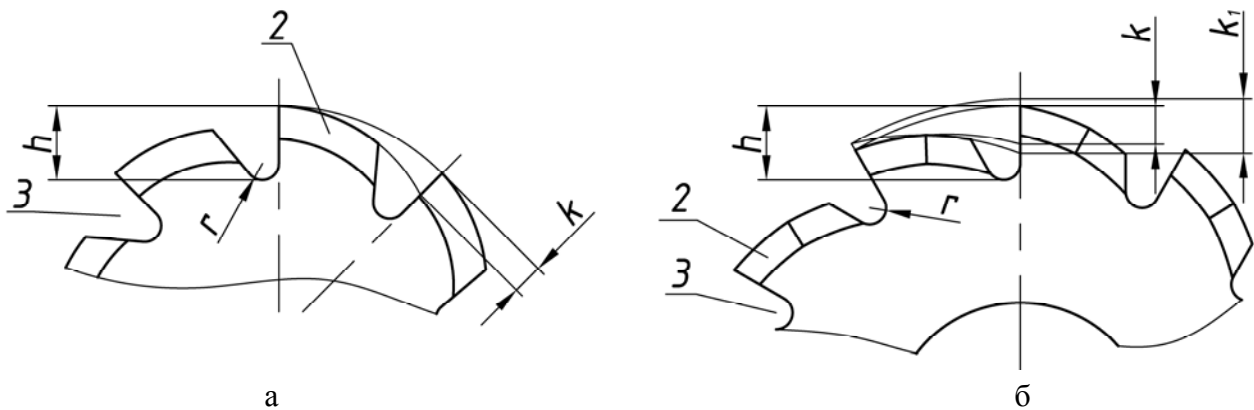


Рисунок 37. Формы зуба резьбовых фрез:
а – для фрез диаметром до 25 мм, б – для фрез диаметром более 25 мм).

Фрезерование резьбы многониточными резьбовыми фрезами по сравнению с другими способами резбонарезания имеет ряд преимуществ. К ним можно отнести: высокую производительность, обусловленную образованием резьбы на всей длине заготовки за 1,25 оборота, отсутствие обратных ходов; фреза с одним шагом может быть использована для нарезания резьбы в определенном интервале диаметров заготовок; обеспечивается лучшее проникновение СОЖ в зону обработки, лучшие условия размещения стружки. Имеются и другие преимущества. Одновременно для реализации резбонарезания многониточными фрезами требуется более сложное технологическое оборудование, имеется ограничение по длине и по размерам наружного диаметра фрез.

Примечание: Раздел "Резьбовые фрезы" в рамках самостоятельного изучения и выполняемой лабораторной работы является дополнительным. Студент выявляет конструктивные и геометрические параметры на экспонатных резьбовых фрезах и отвечает на контрольные вопросы преподавателя.

[Оглавление](#)

7. Конструктивные элементы и геометрические параметры рабочей части резбно-нарезного инструмента

При всех очевидных внешних отличиях метчиков, плашек, гребенок, в том числе гребёнок РНГ, общим является то, что зубья (гребенка – своеобразный зуб) образуют рабочую часть инструментов, конструктивно выполненную по общим принципам, содержат одинаковые элементы и выполняют одинаковые функции при резбнонарезании. Рабочая часть (зуб) каждого из указанных инструментов состоит из режущей части l_1 , на которой расположены режущие профили, и направляющей и центрирующей части l_2 , на которой расположена резьба полного профиля. У инструментов имеются ограниченные (стружечные канавки у метчиков и плашек) и открытые (у гребенок) пространства для размещения и транспортировки срезаемой стружки. Зубья инструментов имеют одноименные геометрические параметры – угол режущей части φ , передний γ и задний α углы, могут иметь угол λ и другие общие конструктивные элементы зубьев.

Основные конструктивные элементы, поверхности и режущие кромки рабочей части резбно-нарезного инструмента приведены на рисунке 38, где:

1 - передняя поверхность - плоскость у призматических гребёнок или плоскость, плавно сопряженная с дном стружечной канавки у метчиков, плашек, круглых гребёнок;

2 – главная задняя поверхность; у метчиков и плашек чаще всего образована затылованием по спирали Архимеда, у призматических гребенок представляет собой плоскость, у круглых гребенок – коническую поверхность;

3 – режущие профили - часть резбовой нитки, заточенной под углом φ , имеющ задние и передние углы;

4 – направляющие профили - часть резбовой нитки полного профиля;

5* – главные режущие кромки, образованы пересечением передней и главной задней поверхности; наклонены под углом φ к оси инструмента;

6* – вспомогательная задняя поверхность, образована боковыми поверхностями резбовой нитки;

7* – вспомогательные режущие кромки, являются пересечением передней и вспомогательной задней поверхности; частично участвуют в резании в пределах толщины срезаемого слоя a_z .

Примечание: конструктивные элементы, указанные в пунктах 5*, 6*, 7* иллюстрируются на примере режущего профиля метчика (выноска А - вид на переднюю поверхность), являются общими для рассматриваемых инструментов.

[Оглавление](#)

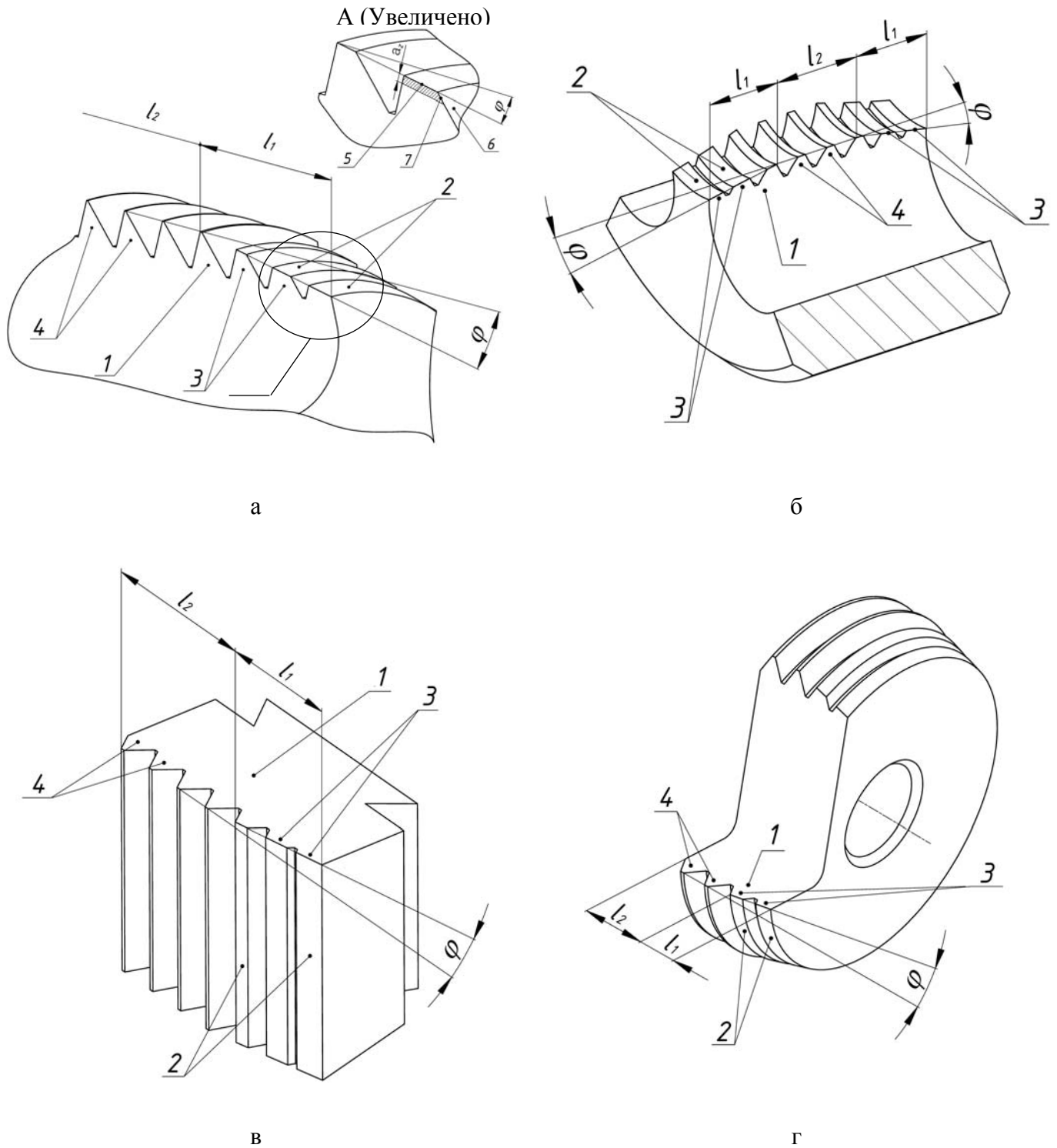


Рисунок 38. Основные конструктивные элементы, поверхности и режущие кромки рабочей части резьбонарезного инструмента: а - метчик, б - плашка, в - призматическая резьбовая гребенка, г - круглая резьбовая гребенка

[Оглавление](#)

8. Срезание припуска и формирование резьбового профиля

Режущая часть метчиков, плашек и гребёнок РНГ формирует профиль резьбы по генераторной схеме. Каждый режущий профиль зуба метчика, плашки и РНГ срезает стружку определенного вида и сечения и одинаковой толщины a_z . Профиль резьбовой впадины образуется в результате последовательного суммирования работы вспомогательных кромок режущих профилей, т.е. по генераторной схеме.

Формирования резьбового профиля по генераторной схеме на примере нарезания резьбы трехзубым метчиком представлена на рисунке 39. Сплошной линией показан зуб метчика, условно принятый за первый, и главные кромки режущих профилей 1, 4 и 7, расположенные на нем. Главные кромки 5 и 6, расположены на последующих по ходу резьбовой нитки режущих профилях - соответственно на втором и третьем зубе метчика. Они перенесены в плоскость передней поверхности первого зуба (принимая $\gamma = 0^\circ$, $\lambda = 0^\circ$) посредством вращения вокруг оси метчика и показаны пунктирной линией. Главные кромки смещены друг относительно друга по ходу подъема резьбовой нитки на расстоянии P/z , где P – шаг резьбы, z – число зубьев метчика (для РНГ число гребёнок). Схема позволяет легко определить (см. треугольник abv) превышение любого режущего профиля относительно предыдущего в направлении, перпендикулярном главной режущей кромке, что является толщиной срезаемого слоя [7] :

$$a_z = (P / z) \cdot \sin\varphi,$$

где φ - угол режущей части.

Таким образом, угол режущей части φ метчиков, плашек и РНГ является параметром, определяющим толщину срезаемого слоя и длину режущей части (рисунок 39). Угол φ резьбообразующих инструментов устанавливается, исходя из требований точности и шероховатости нарезаемой резьбы, свойств обрабатываемого материала, конструктивных особенностей детали, требований унификации и т.д.

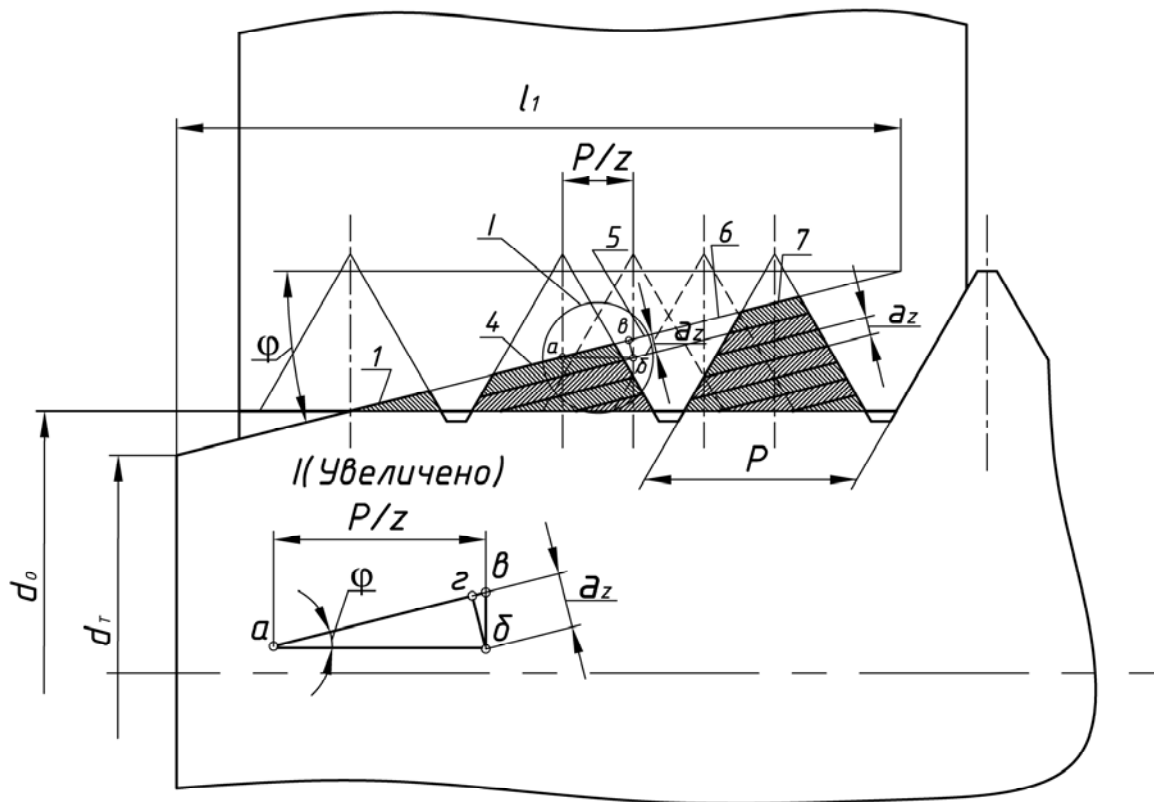


Рисунок 39. Схема формирования резьбового профиля

9. Расчет рабочей части метчиков и плашек

Расчет рабочей части метчиков и плашек (рисунки 10 и 23) включает:

- определение длины режущей и направляющей части, общей длины рабочей части, выбор и расчет стружечных канавок метчиков и стружечных отверстий плашек, ширины зубьев, исполнительных размеров резьбового профиля инструментов;

- определение геометрических параметров рабочей части метчиков и плашек – угла режущей части φ , главных задних углов (или величины затылования k), переднего угла γ , углов наклона режущей кромки λ и направления стружечной канавки ω (последние для метчиков) и других конструктивных и геометрических параметров.

Ниже в рамках самостоятельной работы студента и подготовки к лабораторной работе укрупнено рассматривается расчет размеров рабочей части, выбор и назначение геометрических параметров. Более полный расчет указанных величин и их значений выполняется в курсовом проекте.

[Оглавление](#)

9.1. Определение угла φ и длины l_1 режущей части метчиков и плашек

Режущая часть метчиков. Угол режущей части метчика φ , определяемый из зависимости

$$a_z = (P / z) \cdot \sin\varphi,$$

должен обеспечивать толщину срезаемого слоя a_z в пределах заданных ограничений $a_{zmin} < a_z < a_{zmax}$. Допустимая величина $a_{zmin} = 0,02$ мм. При меньших значениях толщина срезаемого слоя a_z соизмерима с радиусом округления режущей кромки, что затрудняет процесс резания. При $a_z > 0,2$ мм шероховатость резьбового профиля резко ухудшается. Если $a_z > 0,15$ мм, процесс резбонарезания сопровождается большой нагрузкой на метчик. В этом случае необходимо вводить предварительное резбонарезание черновыми метчиками.

Рекомендуемые значения a_z для различных обрабатываемых материалов приведены в приложении.

Угол режущей части φ влияет на величину момента резбонарезания, следовательно, его значение должно быть таким, чтобы момент резания не превышал момент разрушения инструмента, т.е. выполнялось соотношение:

$$M_{кр} \geq k \cdot M_p, \quad (1)$$

где: $M_{кр}$ – момент разрушения метчика,

M_p – момент резбонарезания при обработке затупленным до нормативной величины h_3 метчиком,

k – коэффициент запаса прочности инструмента.

Известна зависимость [4]:

$$M_{кр} = C_1 \cdot d_1^3 \text{ [Н·м]}, \quad (2)$$

где: d_1 – внутренний диаметр резьбы метчика, мм,

c_1 – коэффициент, учитывающий количество стружечных канавок; $c_1 = 0,085$ для трехзубых метчиков, $c_1 = 0,097$ для четырехзубых метчиков.

Момент резбонарезания определяется по следующей формуле [5]:

$$M_p = c \frac{d^{1,25} \cdot P^{1,75} \cdot z^{0,2}}{(\operatorname{tg}\varphi)^{0,2}} \cdot k_1 \text{ [Н·м]} \quad (3)$$

где: c – константа, учитывающая марку обрабатываемого материала,

d – номинальный диаметр метчика, мм,

P – шаг резьбы, мм,

z – число зубьев метчика,

[Оглавление](#)

k_1 – коэффициент, учитывающий затупление метчика. При достижении нормативной величины износа $[h]_д$ момент резбонарезания увеличивается до трех раз.

Из соотношения (1) можно определить значение угла φ при принятом коэффициенте запаса прочности k (рекомендуется принимать $k = 2...2,5$). В этом случае определяется максимальное допустимое значение угла φ . Либо значение k , если угол φ установлен в соответствии с требованиями технологического процесса или конструктивных особенностей резьбового отверстия.

Угол φ определяет длину режущей части l_1 метчика:

$$l_1 = \frac{d - d_T}{2 \operatorname{tg} \varphi},$$

где d_T – диаметр переднего торца метчика, который устанавливается из условия свободного направления метчика в отверстие под резьбу d_0 заготовки, т.е. необходимо обеспечить неравенство $d_T < d_0$; рекомендовано назначать $d_T = d_1 - (0,1...0,35)$, где d_1 – внутренний диаметр резьбы метчика в соответствии с ГОСТ 17039-71.

Конструктивные особенности резьбового отверстия оказывают влияние на длину режущей части l_1 . Если отверстие глухое, то величина сбега резьбы определяет необходимость уменьшения режущей части метчика и, как следствие, увеличение угла φ . Если отверстие сквозное и короткое, то используются метчики с малыми значениями угла φ и длинной режущей частью, что обеспечивает более надежное центрирование инструмента.

Угол φ и длина режущей части оказывают влияние на стойкость, основное технологическое время и другие эксплуатационные показатели метчика, что учитывается при окончательном назначении этих величин.

Режущая часть плашек. В целях сокращения номенклатуры плашек ГОСТ 9740-71 устанавливает значение угла $\varphi = 25^\circ$ для резьб диаметром $d > 2,5$ мм. Допускается выпуск плашек с углами $\varphi = 30^\circ$ и 40° , предназначенных для резбонарезания до упора.

Однако установленные стандартные значения угла φ не всегда обеспечивают оптимальное протекание процесса резания. Возможны срывы резьбовой нитки, затруднение направления плашки при заходе на деталь. В тех случаях, когда сбеги резьбы не лимитированы, при выборе угла φ исходят из условия повышения стойкости и надежности направления плашки, что возможно при уменьшении угла φ . В этих случаях для резьбы с шагом $P = 2...3$ мм рекомендуется угол $\varphi = 20^\circ$, при $P > 3$ мм рекомендуется $\varphi = 15^\circ$, при обработке вязких и твердых материалов угол φ принимается от 20° до 15° .

Угол φ определяет длину режущей части плашки:

[Оглавление](#)

$$l_1 = \frac{d_T - D_1}{2 \operatorname{tg} \varphi},$$

где d_T – диаметр основания конуса режущей части на торце, превышающий наружный диаметр d нарезаемой резьбы на величину $2\Delta t = 0,1 \dots 0,3$ мм, т.е. $d_T = d + 2\Delta t$; D_1 – внутренний диаметр резьбы плашки.

9.2. Определение длины l_2 направляющих и l рабочих частей метчиков и плашек

Формирование резьбового профиля на детали заканчивается при вступлении в работу первых профилей направляющей l_2 части инструментов, что можно назвать калиброванием резьбы. Остальные профили направляющей части служат для центрирования и обеспечения подачи инструмента.

Для выполнения функций калибрования, центрирования и обеспечения подачи инструментов достаточно иметь направляющую часть длиной 3...4 резьбовые нитки. Одновременно на величину l_2 влияет ряд других факторов: для метчиков – это запас на переточку, для плашек – технологические ограничения и условия отвода стружки и др.

Направляющая часть метчиков l_2 . Минимальное значение l_2 принимается равным 0,5 диаметра нарезаемой резьбы. Остальные нитки служат запасом для переточки метчика по задней поверхности, количество переточек будет ограничено длиной направляющей части. Длина направляющей части равна

$$l_2 = l_{2\min} + i \cdot \Delta l_2,$$

где i – число переточек; Δl_2 – величина стачивания за одну переточку. Значения i и Δl_2 заданы в нормативных справочниках.

Метчики для нарезания глухих резьб перетачивают по передней поверхности и количество переточек у них ограничено шириной зуба B (рисунок 10).

Длина рабочей части метчика равна: $l = l_1 + l_2$.

Направляющая часть плашек l_2 . При назначении длины направляющей части плашек l_2 исходят из того, что с увеличением l_2 возрастают деформации зубьев при термообработке, что сказывается на точности нарезаемой резьбы. Одновременно ухудшаются и условия отвода стружки. Нет необходимости увеличивать длину направляющей части l_2 для создания запаса на переточку, т.к. плашки в основном перетачиваются по передней поверхности. Исходя из этого, устанавливается длина направляющей части плашки $l_2 = (4 \dots 5)P$ с последующим уточнением при назначении толщины плашки H , значения которой стандартизованы (рисунок 23).

Длина рабочей части плашки равна: $l = 2 l_1 + l_2$.

Оглавление

10. Геометрические параметры рабочих частей метчиков и плашек

Передний угол γ метчиков и плашек. Передняя поверхность метчиков и плашек образуется стружечной канавкой (рисунок 40). Профиль стружечной канавки должен быть очерчен плавными линиями для обеспечения устойчивого и беспрепятственного схода стружки. Это достигается заточкой и доводкой передней поверхности и стружечной канавки. При этом необходимо обеспечить требуемое значение угла γ на площадке, превышающей высоту резьбового профиля инструмента.

Рекомендуемые значения передних углов в зависимости от обрабатываемого материала представлены в [7, 9].

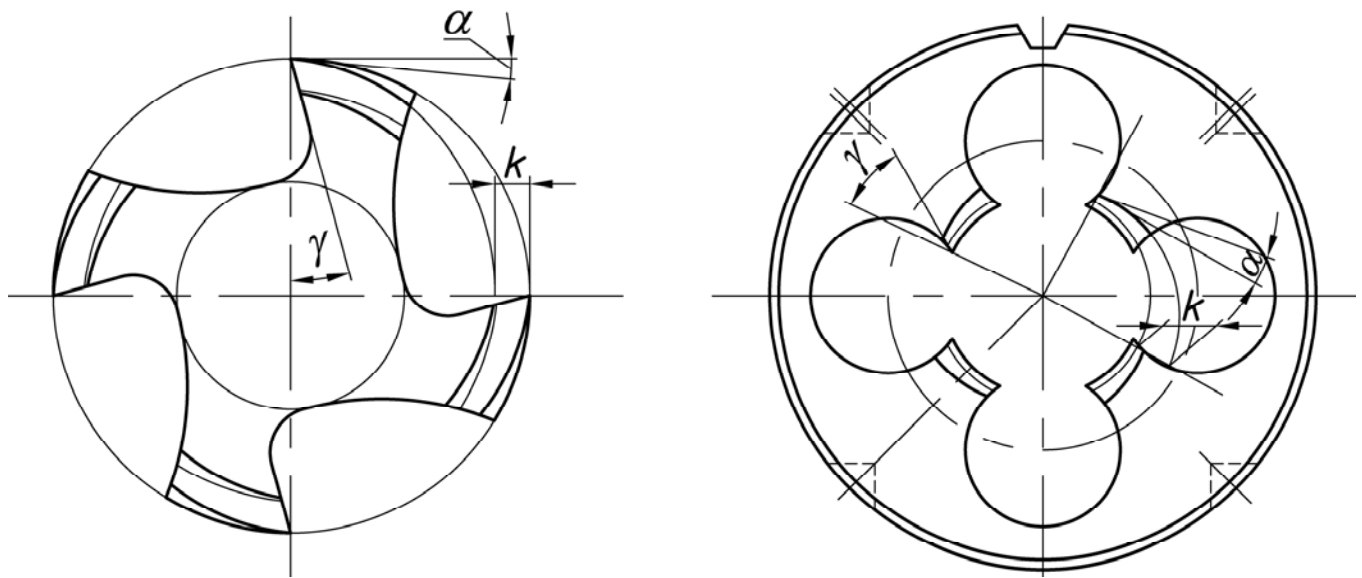


Рисунок 40. Геометрические параметры плашек

Задний угол α метчиков и плашек. Задняя поверхность образуется при затыловании режущей части (рисунок 40). Взаимосвязь между задним углом α и величиной падения затылка k определяется по зависимости:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{kz}{\pi d},$$

где k – падение задней поверхности зуба в радиальном направлении на дуге, равной $1/z$ части окружности наружного диаметра d резьбы инструмента.

Затылование метчиков осуществляется в радиальном направлении. Рекомендуемые значения углов α для метчиков представлены в [7].

[Оглавление](#)

Затылование плашек осуществляется в осевом направлении. Взаимосвязь между величиной осевого затылования плашки k_o и ее радиальной составляющей определяется по формуле $k = k_o \cdot \operatorname{tg}\varphi$. Значение заднего угла α в плоскости, перпендикулярной оси плашки, должно находиться в пределах $6^\circ \dots 9^\circ$.

10.1. Углы стружечных канавок метчиков и плашек

В практике резбонарезания в основном применяются метчики с прямыми стружечными канавками. С целью обеспечения лучшего отвода стружки и предотвращения забивания канавки стружкой при нарезании резьбы метчиками в сквозных отверстиях зуб метчика затачивают в пределах режущей части под углом к оси $\lambda = 5^\circ \dots 6^\circ$ (рисунок 41). Угол λ обеспечивает совпадение направления схода стружки с направлением осевого перемещения метчика и увеличивает объем стружечной канавки в пределах режущей части. Такая конструкция режущей части уменьшает момент резбонарезания за счет правильного отвода стружки. Величина угла λ определяется по зависимости:

$$\operatorname{tg}\lambda = \frac{h}{l_1 + P},$$

где $h = (0,5 \dots 0,7) B$, (B – ширина зуба);

l_1 - длина режущей части;

P - шаг нарезаемой резьбы.

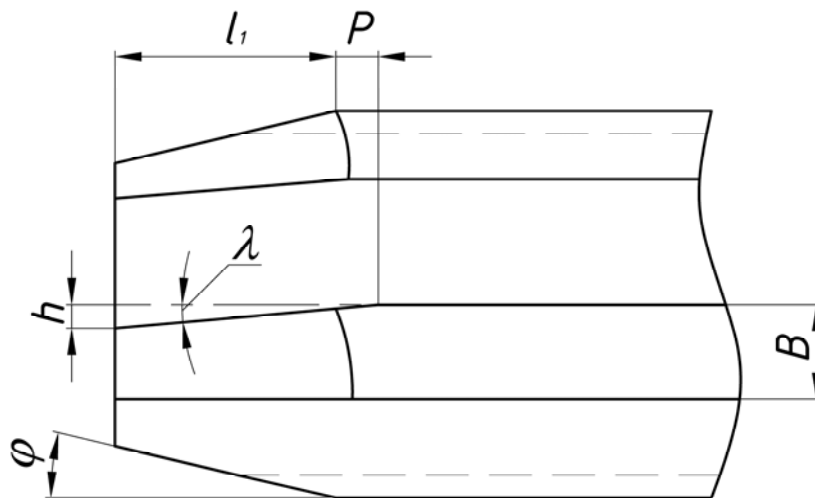


Рисунок 41. Схема заточки угла λ .

[Оглавление](#)

Функциональное назначение винтовых стружечных канавок у метчиков (рисунок 11, 12) описано в разделе 3. Величина угла наклона ω зависит от вида обрабатываемого материала. Для конструкционных и малолегированных сталей угол ω принимается равным $10^\circ \dots 16^\circ$, для лёгких сплавов и вязких материалов до $25^\circ \dots 30^\circ$.

Плашки имеют прямые стружечные канавки. В некоторых случаях выполняется заточка под углом λ для увеличения объёма стружечной канавки на режущей части и схода стружки в направлении осевого перемещения плашки.

11. Элементы базирования и закрепления метчиков и плашек

Базовыми поверхностями метчиков и плашек являются наружные цилиндрические поверхности: у метчиков – хвостовик, у плашек – наружная поверхность корпуса. Установка инструментов на станках осуществляется в специальных технологических устройствах, называемых патронами. При ручном нарезании резьбы для метчиков применяются воротки, для плашек – плашкодержатели.

Метчики имеют хвостовик в виде прямого или изогнутого круглого стержня. Метчики из быстрорежущей стали размерами М10 и более изготавливаются сварными с хвостовиком из качественной конструкционной стали. Для свободного прохода метчика через сквозное отверстие детали, а также для нарезания резьбы в отверстиях глубиной большей, чем длина рабочей части, диаметр хвостовика метчика должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы примерно на $0,25 \dots 1,5$ мм. У метчиков, меньших М3, с целью уменьшения поломок диаметр хвостовика выполняется равным или большим наружного диаметра рабочей части.

С целью уменьшения номенклатуры инструментов и приспособлений и унификации зажимных устройств установлен сокращенный ряд посадочных диаметров метчиков. Так как при резьбонарезании метчиками возникают большие моменты резания, конструктивные элементы передачи крутящего момента должны обладать максимальной прочностью. Крутящий момент передается с помощью квадратов, лысок, шпонок и других конструктивных элементов (рисунок 42). Если метчик не зажимается в патроне или разжимной втулке, то на хвостовой части выполняется кольцевая канавка, куда заводится шарик, штифт или винт патрона, предотвращающие выпадение метчика вдоль оси.

Базирование и закрепление насадных метчиков (рисунок 20) осуществляется на специальных оправках, устанавливаемых в шпинделе станка.

[Оглавление](#)

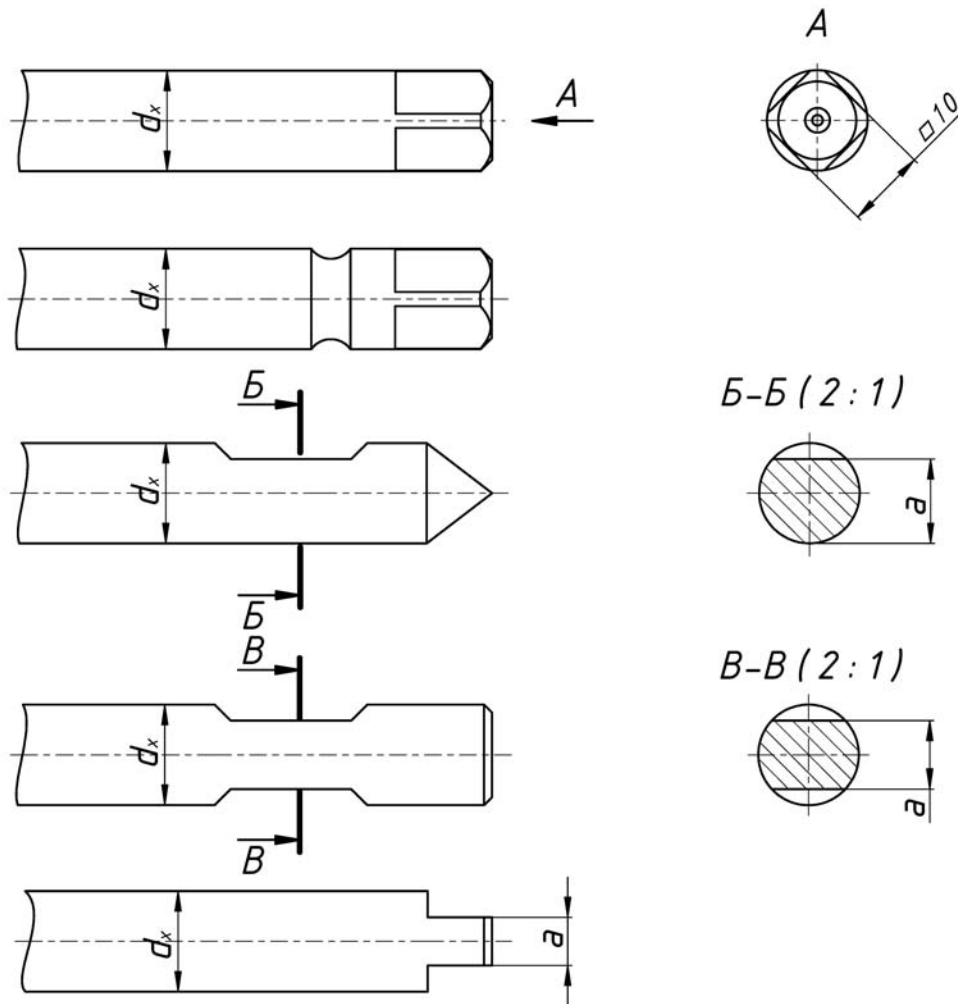


Рисунок 42. Варианты выполнения хвостовиков метчиков

Длина машинных метчиков выбирается в соответствии с ГОСТ и должна быть проверена на соответствие условиям установки метчика на станке и с учетом конструктивных особенностей детали и инструментальной оснастки.

Плашки базируются в плашкодержателе по наружной поверхности корпуса диаметром D_n , на которой предусмотрены конические отверстия с углом 90° и диаметром $d_o = 3 \dots 10$ мм. При наружном диаметре плашки D_n до 20 мм изготавливается три отверстия (рисунок 43, а), а при $D_n > 20$ мм – четыре конических отверстия (рисунок 43, б). В обоих случаях винты 4 и 5 служат только для закрепления и передачи крутящего момента. Винты 1 и 3 также служат для закрепления, но и выполняют дополнительные функции регулирования плашки на размер. С этой целью в конструкциях плашек предусмотрено смещение осей соответствующих отверстий в сторону, противоположную от перемычки на расстоянии $C_1 = 0,5 \dots 2,5$ мм. Винт 2 служит для регулирования плашки на размер.

[Оглавление](#)

В результате эксплуатации изнашиваются элементы режущих и направляющих профилей и плашка перестает обеспечивать требуемую точность нарезаемой резьбы. Выполняется регулирование плашки на размер. Для этого перемычка продольного паза g (рисунок 43, б) разрезается и плашка устанавливается в плашкодержатель. В плашку завинчивается контрольная резьбовая шпилька (калибр). При вращении винты 1 и 3 коническими участками упираются в боковые поверхности конических отверстий плашки и плавно сжимают её, добиваясь плотного без качания прилегания резьбового профиля плашки к резьбовому профилю шпильки. Отрегулированное положение плашки фиксируется винтом 2. Далее производится пробное нарезание резьбы, размеры которой подлежат контролю.

Оси центровых отверстий располагаются симметрично относительно торцев плашки. Прижим торца плашки к дну плашкодержателя осуществляется за счет смещения осей винтов до 1 мм в сторону дна плашкодержателя (рисунок 43, в).

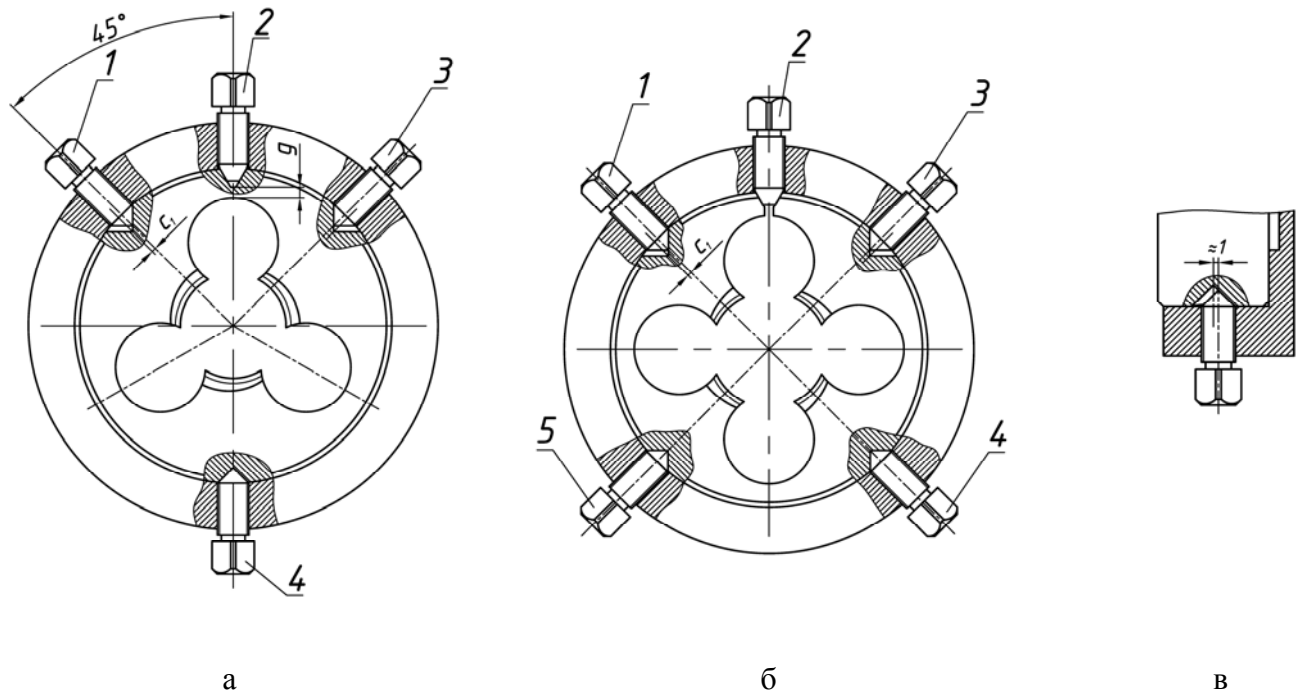


Рисунок 43. Закрепление плашки в плашкодержателе

Заключение

Представленные сведения о резьбонарезном инструменте носят обобщенный характер, помогают осознанно ориентироваться в его многообразии и являются первичными для дальнейшего детального изучения отдельных типов инструментов.

Предлагаемая лабораторная работа закрепляет знания, полученные в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в пределах раздела "Резьбонарезной инструмент" общего курса "Основы проектирования режущего инструмента". Полный расчет и проектирование резьбонарезных инструментов выполняется в домашних заданиях и при курсовом проектировании.

Целью лабораторной работы является: изучение основных видов резьбонарезных инструментов, выявление их конструктивных и геометрических параметров; освоение основных принципов назначения и расчета конструктивных элементов и геометрических параметров метчиков и плашек.

Задания на выполнение этапов работы представлены в разделе "Отчет по лабораторной работе "Конструктивные и геометрические параметры резьбонарезного инструмента".

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, изучившие лекционный материал, прилагаемые методические указания, ознакомившиеся с инструкцией по технике безопасности. Работа выполняется в присутствии преподавателя и учебного мастера. Запрещается включать станки и электрооборудование, измерительные приборы без разрешения учебного мастера. По окончании работы проводится уборка рабочего места.

Отчет по выполненной лабораторной работе оформляется и защищается студентом индивидуально.

[Оглавление](#)

Форма отчета по лабораторной работе

МГТУ им. Н.Э.Баумана Факультет МТ Лаборатория кафедры МТ2	О Т Ч Е Т по лабораторной работе КОНСТРУКТИВНЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБОНАРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА Курс "Основы проектирования режущего инструмента"	Группа
		Студент

Цель работы: _____

Задание 1. Ознакомиться на экспонатах с основными видами и конструктивными элементами резьбонарезного инструмента.

1.1. Изучить предлагаемый экспонатный инструмент. Рассортировать инструменты по видам. Определить их область применения и вид нарезаемой резьбы.

1.2. Выявить конструктивные элементы инструментов. Установить функциональное назначение конструктивных элементов.

1.3. Выявить рабочие части и их элементы (рабочие поверхности, режущие кромки, вершины) на экспонатных инструментах.

1.4. Установить инструмент в рабочее положение на станке или в приспособлении (по указанию преподавателя). Разработать эскиз установки.

1.5. Ответить на контрольные вопросы преподавателя.

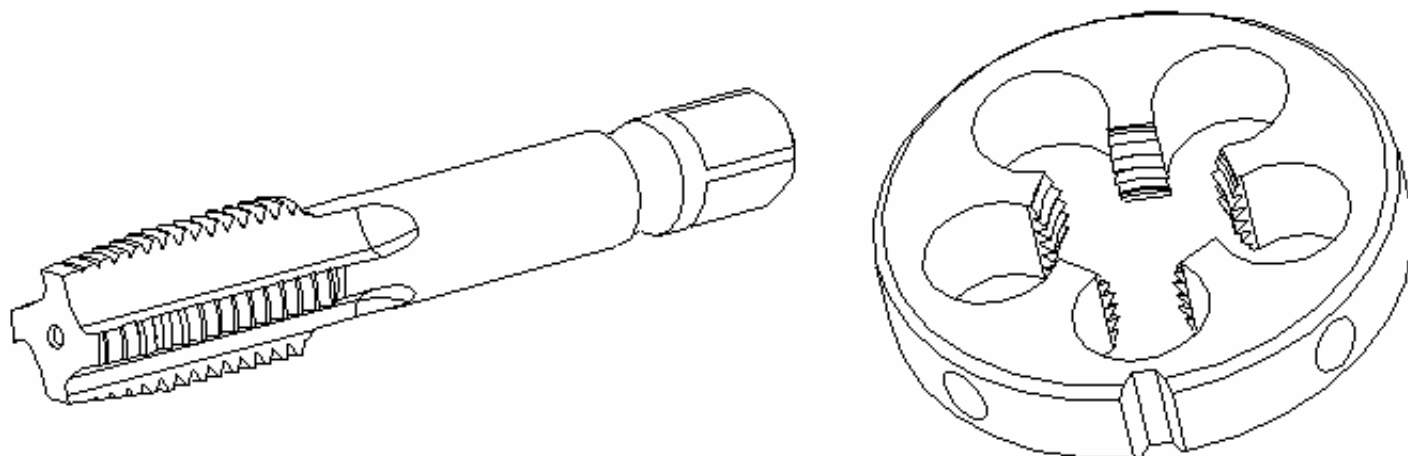
Задание 2. Выявить конструктивные и геометрические параметры метчиков и плашек.

2.1. Указать на эскизах метчика и плашки рабочую, режущую, направляющую (калибрующую) и крепежную части.

2.2. Выполнить эскиз зуба инструментов и указать рабочие поверхности и режущие кромки.

2.3. Выявить конструктивные особенности машинных, ручных и гаечных метчиков.

2.4. Выявить конструктивные особенности круглых плашек.



[Оглавление](#)

Задание 3. Выполнить измерения геометрических и конструктивных параметров метчика. Зарисовать схемы измерений.

Схемы измерений

3.1. Измерение диаметральных размеров и шага резьбы

3.2. Измерение угла φ

3.3. Измерение угла α

3.4. Измерение угла γ

Протоколы измерений

Протокол 1. Измерение диаметральных размеров

Параметр	Обозначение	Координаты контролируемых точек				Текущие значения радиуса				Среднее значение диаметра
		ось	1 зуб	2 зуб	3 зуб	4 зуб	1 зуб	2 зуб	3 зуб	
Наружный диаметр резьбы	d									
Внутренний диаметр резьбы	$d_{\text{в}}$									
Диаметр торца	$d_{\text{т}}$									

Протокол 2. Измерение шага резьбы

Параметр	Обозначение	Координаты контролируемых сторон					Текущие значения шага				Среднее значение шага
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	
Шаг резьбы	P										

Протокол 3. Измерение угла φ

Параметр	Обозначение	Текущие значения угла				Среднее значение угла
		1 зуб	2 зуб	3 зуб	4 зуб	
Главный угол в плане	φ					

Протокол 4. Измерение угла α

Параметр	Обозначение	Угол поворота делительной головки ϵ , град	Изменение показаний индикатора Δ , мм	Величина падения затылка k , мм	Значение угла
Главный задний угол	α				

Протокол 5. Измерение угла γ

Параметр	Обозначение	Радиальное перемещение l , мм	Изменение показаний индикатора Δ , мм	Значение угла
Передний угол	γ			

[Оглавление](#)

Задание 4. Построить схему срезания припуска и образования резьбового профиля метчиком

Шаг резьбы	$P =$	_____	мм
Высота резьбового профиля	$H =$	_____	мм
Угол режущего (заборного) конуса	$\varphi =$	_____	
Толщина срезаемого слоя	$a_x = (P/z) \cdot \sin\varphi =$	_____	мм
Ширина вершины профиля	$b = 0,125P =$	_____	мм

Схема резания и образования резьбового профиля М50:1 (при построении принять, что первый режущий профиль срезает стружку расчетной толщины a_x)

Задание 5. Выполнить эскиз метчика или плашки. Результаты измерений величин конструктивных и геометрических параметров занести в таблицу протоколов.

Протокол № 1

Значения величин конструктивных и геометрических параметров метчика

Линейные размеры, мм									Геометрические параметры				Число зубьев z
d	L	l_p	l_k	l_c	P	b	d_T	d_x	α	γ	φ	λ	

Протокол № 2

Значения величин конструктивных и геометрических параметров плашки

Линейные размеры, мм												Геометрические параметры			Число зубьев z
D_{II}	H	l_p	l_k	d_c	D_1	P	d_o	b_1	g	m	e	α	γ	φ	

[Оглавление](#)

Задание 6. Подготовить заключение о возможности использования метчика _____ для обработки заданного резьбового отверстия (значения конструктивных и геометрических параметров см. в протоколе № 1, справочные данные см. в приложении 1).

Эскиз заготовки

Эскиз детали

Исходные данные:

Материал: _____

Длина обработки $l_o =$ _____

Диаметр отверстия

после сверления $d_o =$ _____

6.1. Проверить величину толщины срезаемого слоя a_z на соответствие интервалу допустимых значений. Условие удовлетворительного резания: $a_{\min} \leq a_z \leq a_{\max}$

$a_z =$ _____

$a_{\min} =$ _____

$a_{\max} =$ _____

6.2. Проверить метчик на прочность

Расчет момента резания M_p , Н·м:

$$M_p = C \cdot \frac{d^{1,25} \cdot P^{1,75} \cdot z^{0,2}}{(\text{tg}\varphi)^{0,2}} \cdot k_1 =$$

C - константа, учитывающая марку обрабатываемого материала;

$C =$ _____

k_1 - коэффициент, учитывающий затупление метчика

$k_{1\max} =$ _____

Расчет крутящего момента разрушения метчика $M_{\text{кр}}$, Н·м:

$$M_{\text{кр}} = C_1 \cdot d_z^3 =$$

C_1 - коэффициент, учитывающий число стружечных канавок;

$z =$ _____; $C_1 =$ _____

Расчет коэффициента запаса прочности метчика k :

$$k = \frac{M_{\text{кр}}}{M_p} =$$

k - рекомендуемый коэффициент запаса прочности метчика;

$k =$ _____

Выводы: _____

Работу выполнил	Дата	Работу принял	Дата

Оглавление

Приложения к отчету по лабораторной работе

Рекомендуемые толщины срезаемого слоя a_z при резбонарезании метчиками.

№ п/п	Обрабатываемый материал	Рекомендуемые диапазоны	Предельные значения	
			a_{zmin} , мм	a_{zmax} , мм
1	Сталь, ковкий чугун	0,03...0,05	0,02	0,15
2	Чугун	0,04...0,07	0,04	0,2
3	Труднообрабатываемая сталь	0,025...0,03d	0,02	0,05

Константа C , учитывающая марку обрабатываемого материала.

№ п/п	Материал	Коэффициент C	
1	Углеродистые стали	Сталь 10, сталь 20	0,2
2		Сталь 35...сталь 45	0,15
3	Хромоникелевая сталь	20ХН	0,14
4	Хромистые стали	20Х	0,18
5		40Х	0,15
6	Автоматная сталь	А12	0,11
7	Чугун	НВ 120...140	0,15
8		НВ 140...180	0,18
9		НВ 180...220	0,21
10	Ковкий чугун		0,11

Коэффициент C_1 , учитывающий число стружечных канавок.

z	2	3	4	6
C_1	0,075	0,085	0,097	0,127

Коэффициент k_1 , учитывающий затупление метчика.

Нормативная величина износа $[h_3] = 0,125 \cdot d$

Значение коэффициента k_1 при достижении нормативной величины износа: $k_1 = 1,5$.

Рекомендуемый коэффициент к запаса прочности метчика.

$k = 2...2,5$

[Оглавление](#)

Литература

1. И.И.Семенченко, В.М.Матюшин, Г.Н.Сахаров. Проектирование металлорежущих инструментов. М: Машгиз, 1962
2. Ю.Л.Фрумин. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент.- М: Машиностроение, 1977.
3. С.П.Карцев. Резьбонарезной инструмент.- М: Машгиз, 1959.
4. В.В.Матвеев. Нарезание точных резьб.- М.: Машиностроение, 1968
5. Л.А.Рождественский. Определение крутящего момента при нарезании резьбы метчиков.- В кн.: Резание металлов.- М: Машгиз, 1951.
6. Г.И.Грановский, В.Г.Грановский. Резание металлов.- М: Высшая школа, 1985.
7. А.Е.Древаль. Расчет и конструирование метчиков.- М: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 1979.
8. А.Н.Гладилин, Н.П.Малевский. Справочник молодого инструментальщика.- М: Высшая школа, 1965.
9. А.Е.Древаль. Расчет и конструирование круглых плашек и резьбонарезных головок.- М: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 1982.