

**Министерства сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Иркутский государственный аграрный университет  
имени А.А. Ежевского**

Кафедра «Технический сервис и общеинженерные дисциплины»

**С.В. Агафонов, М.В. Охотин**

# **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

## **НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ**

Часть 2

Учебно–методическое пособие

Иркутск 2018



УДК 620.22+621.882.02

А 235

Агафонов С.В., Охотин М.В.  
А 235 Материаловедение и технология конструкционных материалов.  
Нарезание резьбы : учеб.- метод. пособие. – Иркутск : Изд-во  
ИрГАУ, 2018. – 75 с.

Рекомендовано к печати научно-методическим советом Инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (протокол № 8 от 26 апреля 2018 г.).

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент **П.И. Ильин**, кафедра «Эксплуатации МТП, БЖД и ПО» ФГБОУ ВО Инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского;

Приведены общие сведения о резьбах, элементы и система резьб. Дано определение размеров резьбы по готовой детали. Нарезание внутренней и наружной резьбы, инструмент и приспособления применяемые при этом. Нарезание резьбы на токарно-винторезных станках. Накатывание резьбы, её измерение и контроль.

Основной текст напечатан корпусом, он и составляет обязательный учебный материал, петитом набран дополнительный материал, развивающий некоторые положения основного текста, а так же материал справочного характера.

Учебно-методическое пособие подготовлено на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта и программы дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», предназначено для бакалавров обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия», 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» очной и заочной формы обучения, 44.03.04 – «Профессиональное обучение» в качестве пособия к лабораторно-практическим занятиям и для самостоятельной работы.

© Агафонов С.В., Охотин М.В., 2018

© Издательство ИрГАУ, 2018

# НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомление с резьбой: элементами и системой резьбы.
2. Изучение инструмента для нарезания внутренней и наружной резьбы.
3. Изучение способов нарезания резьбы.
4. Изучение настройки токарно-винторезного станка для нарезания однозаходной резьбы.
5. Определение размеров резьбы на готовой детали разным инструментом.
6. Изучение методов контроля резьбы.

## ОТЧЁТНОСТЬ

1. Описать сведения о резьбах: по форме профиля, по направлению витков, по числу заходов (привести рисунки).
2. Описать элементы и систему резьб (обозначение).
3. Описать способы нарезания резьбы.

# 1. ИСТОРИЯ

Долгое время считалось, что резьбовое соединение, наряду с колесом и зубчатой передачей, является великим изобретением человечества, не имеющим аналога в природе. Однако в 2011 году группа учёных из Технологического института Карлсруэ опубликовала в журнале *Science* статью о строении суставов у жуков-долгоносиков вида *Тригоноптерус облонгус*, обитающих на Новой Гвинее. Оказалось, что лапы этих жуков соединены с телом с помощью вертлуга, который ввинчивается в коксу (тазик) – аналог тазобедренного сустава у насекомых. На поверхности вертлуга расположены выступы, напоминающие конический винт. В свою очередь, поверхность коксы также снабжена резьбовой выемкой. Такое соединение обеспечивает более надёжное крепление конечностей, чем шарнирное, и гарантирует ведущему древесный образ жизни насекомому большую устойчивость.

Применение винтовых поверхностей в технике началось ещё в античные времена. Считается, что первым винт изобрёл Архит Тарентский – философ, математик и механик, живший в IV–V веках до н. э. Широко известен изобретённый Архимедом винт, применявшийся для перемещения жидкостей и сыпучих тел. Первые крепёжные детали, имеющие резьбы, начали применяться в Древнем Риме в начале н. э. Однако из-за высокой стоимости они использовались только в ювелирных украшениях, медицинских инструментах и других дорогостоящих изделиях.

Широкое применение ходовые и крепёжные резьбы нашли лишь в Средневековье. Изготовление наружной резьбы происходило следующим образом: на цилиндрическую заготовку наматывалась смазанная мелом или краской верёвка, затем по образовавшейся спиральной разметке нарезалась винтовая канавка. Вместо гаек с внутренней резьбой использовались втулки с двумя или тремя штифтами.

В XV–XVI веках началось изготовление трёх- и четырёхгранных метчиков для нарезания внутренней резьбы. Обе сопрягаемые детали с наружной и внутренней резьбой для свинчивания подгонялись друг под друга вручную. Какая-либо взаимозаменяемость деталей полностью отсутствовала.

Предпосылки к взаимозаменяемости и стандартизации резьбы были созданы Генри Модсли (Henry Maudslay) приблизительно в 1800 году, когда изобретённый им токарно-винторезный станок сделал возможным нарезание точной резьбы. Ходовой винт и гайку для своего первого станка он изготовил вручную. Затем он выточил на станке винт и гайку более высокой точности.

Заменив первый винт и гайку новыми, более точными, он выточил ещё более точные детали. Так продолжалось до тех пор, пока точность резьбы не перестала увеличиваться.

В течение следующих 40 лет взаимозаменяемость и стандартизация резьб имели место лишь внутри отдельных компаний. В 1841 году Джозеф Витуорт (Joseph Whitworth) разработал систему крепёжных резьб, которая, благодаря принятию её многими английскими железнодорожными компаниями, стала национальным стандартом для Великобритании, названным британским стандартом Витворта (BSW). Стандарт Витворта послужил основой для создания различных национальных стандартов, например, стандарта Селлерса (Sellers) в США, резьбы Лёвенхерц (Löwenherz) в Германии и т. д.

Количество национальных стандартов было очень велико. Так, в Германии в конце XIX века было 11 систем резьбы с 274 разновидностями.

В 1898 году Международный Конгресс по стандартизации резьбы в Цюрихе определил новые международные стандарты метрической резьбы на основе резьбы Селлерса, но с метрическими размерами.

В Российской империи стандартизация резьб на государственном уровне отсутствовала. Каждое предприятие, выпускающее резьбовые детали, использовало собственные стандарты, основанные на зарубежных аналогах.

Первые мероприятия по стандартизации резьб были предприняты в 1921 году Наркоматом путей сообщения РСФСР. Им на основе немецких стандартов метрической резьбы были выпущены таблицы норм НКПС-1 для резьб, используемых на железнодорожном транспорте. Таблицы включали в себя метрические резьбы диаметром от 6 до 68 мм.

В 1927 году на основе данных таблиц комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны был разработан один из первых государственных стандартов СССР – ОСТ 32.

В этом же году для резьб по стандарту Витворта был разработан ОСТ 33А.

К началу 1932 года были разработаны ОСТ для трапецеидальных резьб на основе модернизированных американских стандартов Акме (*Acme*).

В 1947 году была основана Международная организация по стандартизации (ISO). Стандарты резьбы ISO в настоящее время являются общепринятыми во всем мире, в том числе и в России.

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

*Резьбовые детали.* В машинах применяются детали, имеющие различные наружные и внутренние резьбовые поверхности. Это крепёжные винты и гайки, ходовые винты для преобразования вращательного движения в поступательное, грузовые винты (домкраты), точные микрометрические винты и гайки (у микрометра) и т. д.

*Понятие о резьбовой поверхности.* Резьбовая поверхность образуется одновременным равномерным вращательным и поступательным движением какого-либо профиля относительно оси.

В зависимости от профиля различаются треугольные, трапецеидальные, прямоугольные (ленточные), упорные и круглые резьбы (рисунок 1).

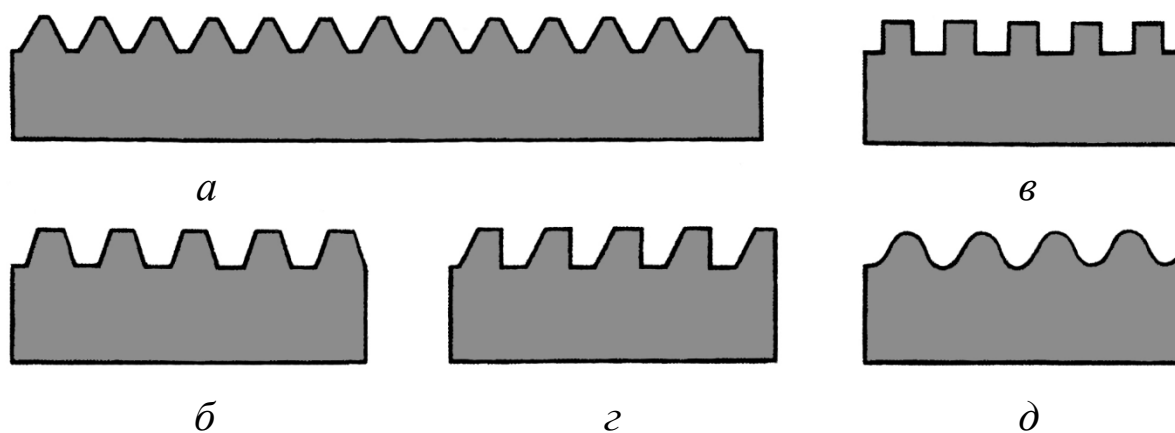


Рисунок 1 – Резьбы по форме профиля:

- a* – треугольная; *б* – трапецеидальная;
- в* – прямоугольная (ленточная);
- г* – упорная; *д* – круглая

По направлению витков резьбы делятся на правые (деталь с правой резьбой ввинчивают или навинчивают при вращении *по часовой стрелке*) и левые (деталь с левой резьбой ввинчивают или навинчивают при вращении *против часовой стрелки*) (рисунок 2).

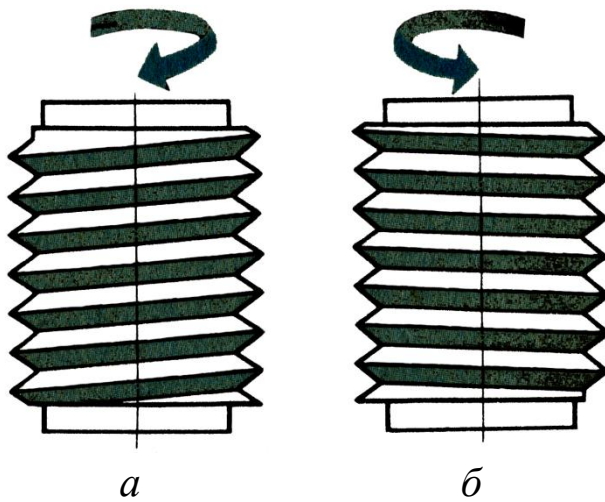


Рисунок 2 – Резьбы по направлению витков:

*a* – правая;  
*б* – левая

Резьбы бывают однозаходные и многозаходные. Многозаходные резьбы имеют несколько параллельно идущих витков; на торце детали с такой резьбой видно несколько равномерно расположенных начал витков (заходов) (рисунок 3).

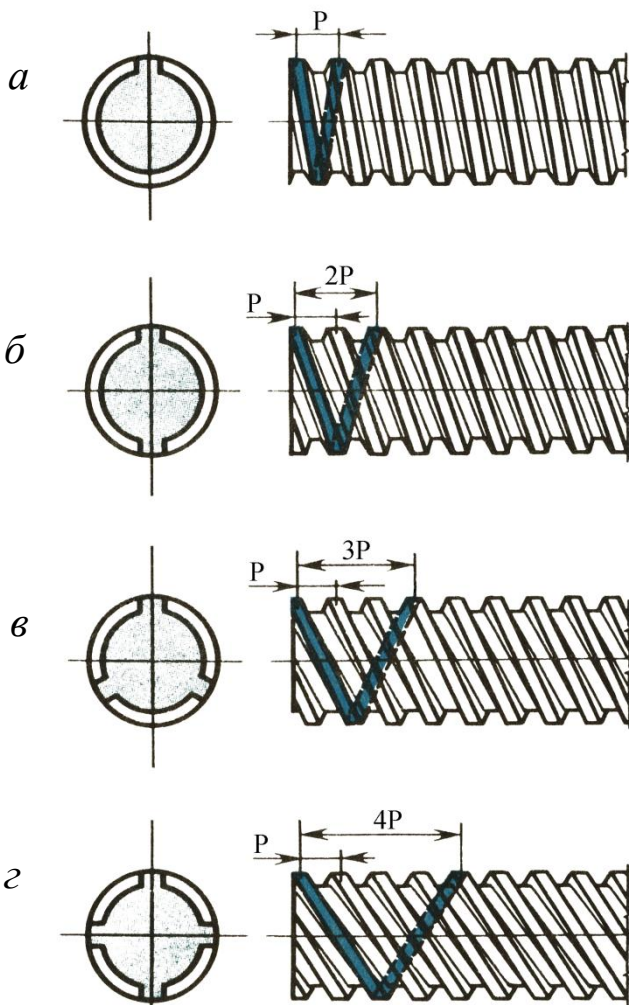


Рисунок 3 – Резьбы по числу заходов:

*a* – однозаходная;  
*б* – двухзаходная;  
*в* – трёхзаходная;  
*г* – четырёхзаходная

В многозаходной резьбе следует различать ход и шаг.

**Ходом** многозаходной резьбы  $P_h$  называется расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между любой исходной точкой на боковой стороне резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной средней точки по винтовой линии на угол  $360^\circ$  (ГОСТ 11708–82) или то расстояние, на которое переместится по оси болт или гайка за один оборот (рисунок 4).

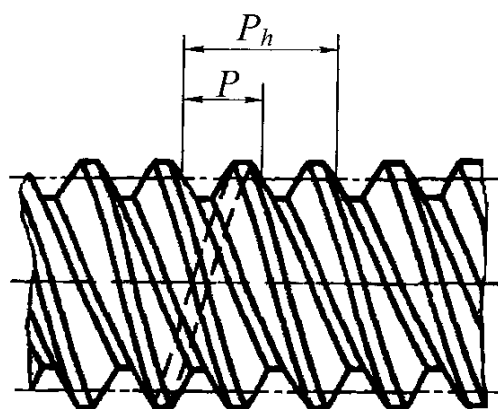


Рисунок 4 – Ход и шаг резьбы

Для однозаходной резьбы шаг и ход совпадают, а для многозаходных резьб ход равен произведению шага на число ходов.

### 3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБ

**Профилем резьбы** называется профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (ГОСТ 11708–82) (рисунок 5).

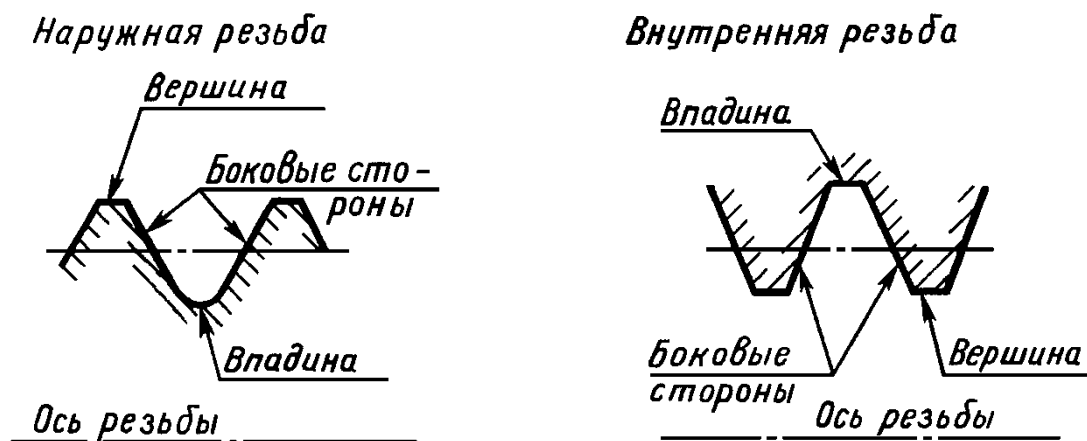


Рисунок 5 – Профиль резьбы



**Вершиной резьбы** называется часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по верху её выступа (рисунок 5).

**Впадиной резьбы** называется часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по дну её канавки.

Вершины и впадины могут быть плоско срезанными и закруглёнными (рисунок 5).

**Углом профиля резьбы  $\alpha$**  называется угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения (рисунок 6).

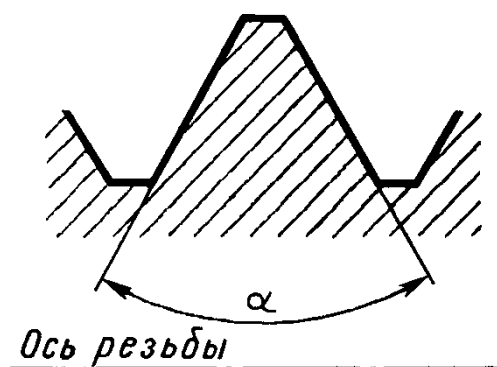


Рисунок 6 – Угол профиля резьбы

**Шагом резьбы  $P$**  называется расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноимённых боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы.

Если винтовую линию развернуть на плоскости, то она явится гипотенузой прямоугольного треугольника  $ABC$ , один катет которого равен длине окружности  $\pi d_{cp}$ , а другой – шагу резьбы  $P$  (рисунок 7).

Угол между направлениями витка и плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра, называется углом подъёма резьбы –  $\psi$ .

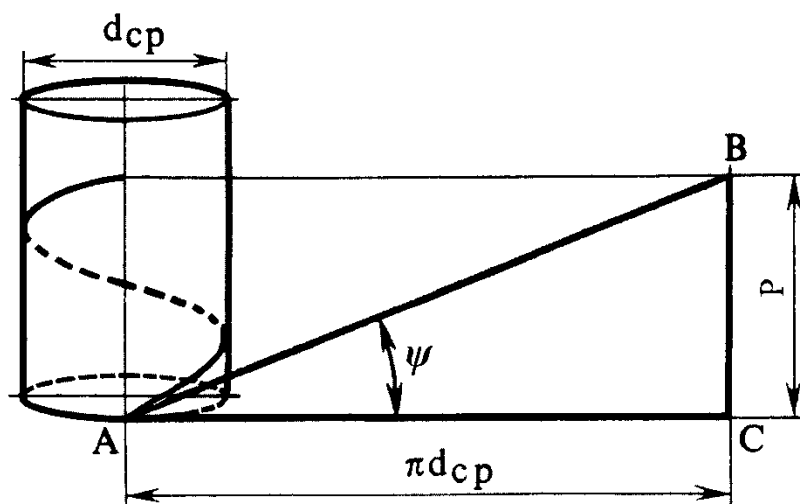


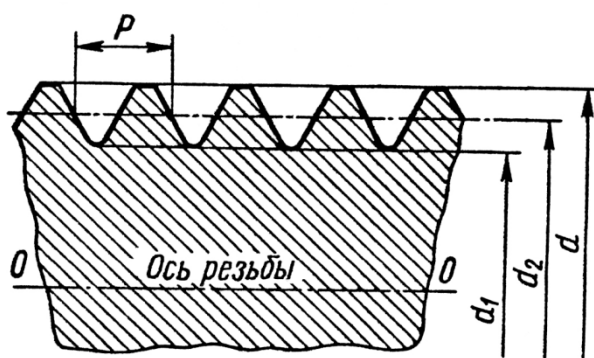
Рисунок 7 – Образование винтовой линии

*Угол подъёма резьбы  $\psi$*  – угол, образованный касательной к винтовой линии, описываемой средней точкой боковой стороны резьбы, и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы.

Угол этот определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \psi = P / \pi d_{cp}$$

Резьба характеризуется тремя диаметрами: наружным, внутренним и средним (рисунок 8).



$P$  – шаг резьбы; диаметры резьбы:  
 $d$  – наружный;  $d_1$  – внутренний;  $d_2$  – средний

Рисунок 8 – Диаметры резьбы

**Наружным диаметром резьбы  $d$**  называется диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы.

Наружный диаметр измеряется у болтов по вершинам профиля резьбы, у гаек – по впадинам.

**Внутренним диаметром  $d_1$**  называется диаметр воображаемого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы.

Внутренний диаметр измеряется у болтов по впадинам, а у гаек – по вершинам резьбы.

**Средним диаметром  $d_2$**  называется диаметр воображаемого, соосного с резьбой прямого кругового цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что её отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы.

#### 4. СИСТЕМА РЕЗЬБ

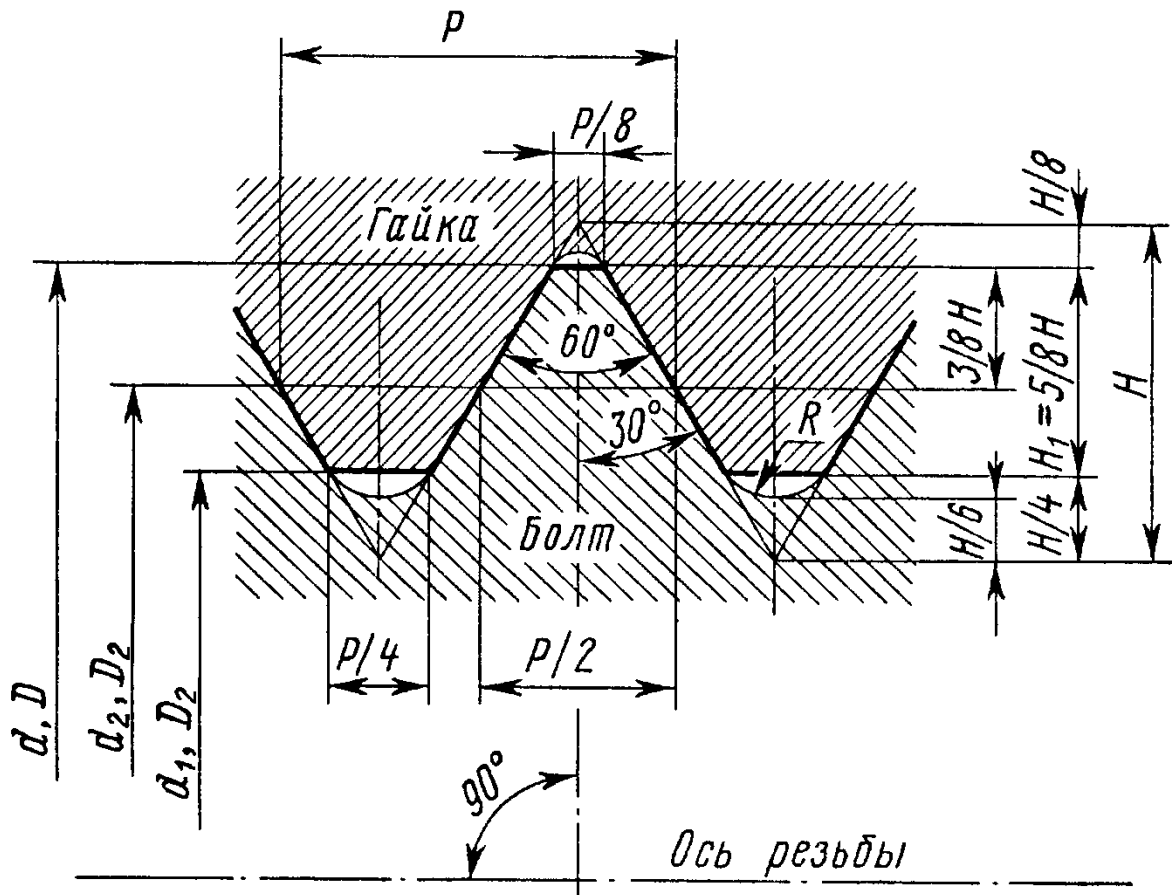
**Метрическая резьба** (приложение А) является основным типом резьбы, применяемым в резьбовых соединениях деталей между собой, имеет треугольный профиль. Профиль резьбы – равносторонний треугольник с углом при вершине  $60^\circ$  (рисунок 9). Вершины выступов резьбы срезаны.

Метрическая резьба подразделяется на резьбу с крупным и мелким шагом. Наружный диаметр резьбы (болта) с крупным шагом  $\varnothing 1 - 68$  мм, а  $P = 0,25 - 6$  мм. При резьбе с мелким шагом  $\varnothing 0,25 - 600$  мм,  $P = 0,20 - 6$  мм.

Примеры обозначения резьбы:

- с крупным шагом М24, М36;
- с мелким шагом – М10 × 1; М20 × 2;

- с левой резьбой с крупным шагом M24 – LH, M12 – LH;
- с левой резьбой с мелким шагом M26 × 2 – LH, M14 × 1 – LH;
- многозаходная правая резьба с двумя заходами и шагом 1,5 мм (ход 3 мм) M16 × Ph3P1,5; левая: M16 × Ph3P1,5 – LH.



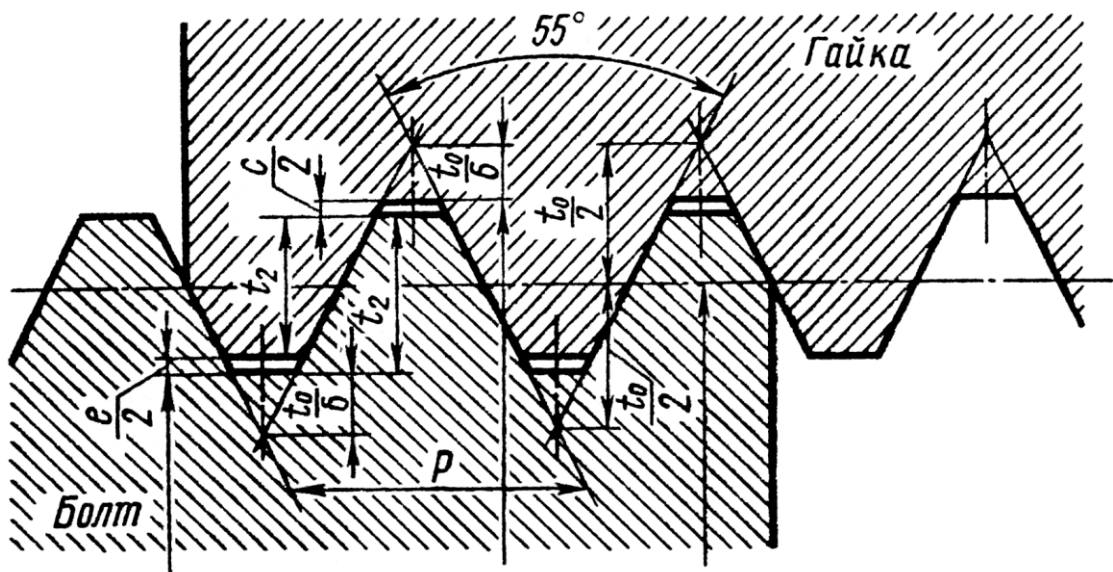
$d$  – наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $D$  – наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);  $d_2$  – средний диаметр болта;  $D_2$  – средний диаметр гайки;  $d_1$  – внутренний диаметр болта;  $D_1$  – внутренний диаметр гайки;  $P$  – шаг резьбы;  $H$  – высота исходного треугольника;  $R$  – номинальный радиус закругления впадины болта;  $H_1$  – рабочая высота профиля

Рисунок 9 – Профиль метрической резьбы

**Дюймовая резьба** применяется для крепёжных соединений болтами, винтами и шпильками деталей старых машин или машин, поступающих из стран, где принята дюймовая система мер (Англия, США, Канада) и изготавливаются изделия с дюймовой резьбой.

Дюймовая резьба имеет равнобедренный треугольник с углом при вершине  $55^\circ$  (рисунок 10), диаметры измеряются в долях дюйма ( $1'' = 25,4$  мм), а шаг характеризуется числом ниток  $n$  приходящихся на один дюйм. Резьба на чертежах обозначается только диаметром (например  $1''$ ;  $1/4''$ ), каждой резьбе соответствует определённое число ниток на один дюйм (по справочнику). Например, для резьбы  $1/4''$   $n = 7$  ниток на  $1''$ , т. е.  $P = 1/7''$ .

Стандартом предусмотрены дюймовые резьбы от  $3/16''$  до  $4''$  с числом ниток  $n$  от 24 до 3 на  $1''$ .

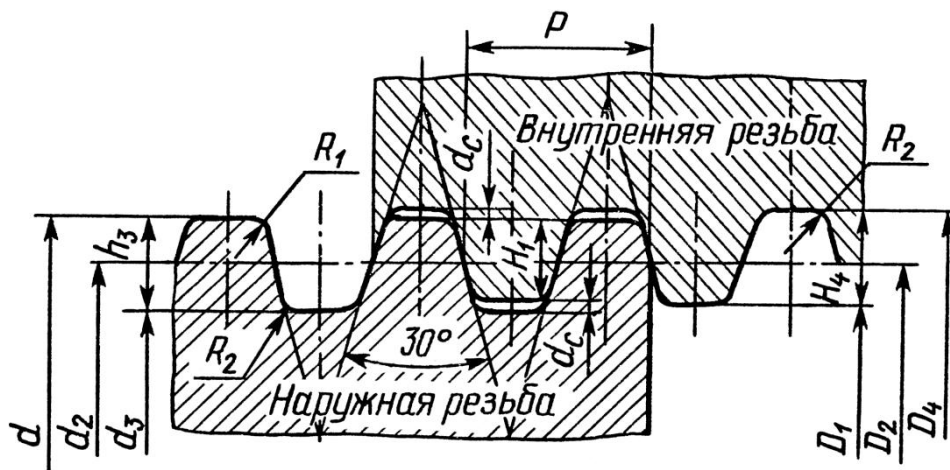


$P$  – шаг резьбы;  $t_0$  – теоретическая высота профиля;  $e$  – зазор по внутреннему диаметру;  $c$  – зазор по наружному диаметру

Рисунок 10 – Профиль дюймовой резьбы

**Трапецеидальные резьбы** применяются в основном для ходовых винтов станков и других силовых передач.

Профиль трапецеидальной резьбы (рисунок 11) – трапеция с углом профиля  $30^\circ$ . Углы впадины профиля закруглены. Резьба однозаходная.



$h_3$  – высота профиля наружной резьбы;  $H_4$  – высота профиля внутренней резьбы;  $d_3$  – внутренний диаметр наружной резьбы;  $D_4$  – наружный диаметр внутренней резьбы;  $R_1$  – радиус скругления по вершине наружной резьбы;  $R_2$  – радиус скругления по впадине наружной и внутренней резьбы;  $d_c$  – зазор по вершине резьбы;  $H_1$  – рабочая высота профиля резьбы

Рисунок 11 – Профиль трапецеидальной резьбы

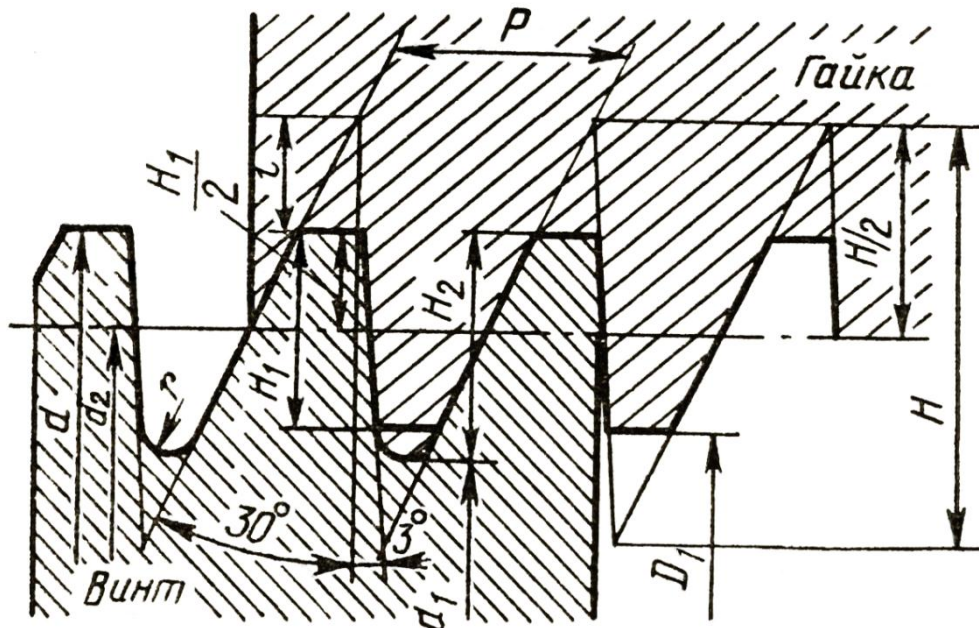
Крупная, нормальная и мелкая трапецеидальные резьбы отличаются размерами шага и профиля резьбы при одинаковых диаметрах. Шаг резьбы выражается в миллиметрах.

Номинальный (предельный) диаметр  $d = 8 - 640$  мм, шаг резьбы  $P = 1,5 - 48$  мм.

В условное обозначение трапецеидальной резьбы должны входить: буквы  $Tr$ , номинальный диаметр резьбы, числовое значение шага и буквы  $LH$  для левой резьбы.

Пример условного обозначения резьбы номинального диаметра 40 мм и шагом 6 мм:  $Tr\ 40 \times 6$ . То же, левой резьбы  $Tr\ 40 \times 6\ LH$ .

**Упорные резьбы** – крупная, нормальная и мелкая применяются преимущественно для ходовых и грузовых (с большой нагрузкой) винтов с односторонне действующей нагрузкой (рисунок 12). В редких случаях используются как крепёжные.



$d$  – наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $d_2$  – средний диаметр болта;  $d_1$  – внутренний диаметр болта;  $D_1$  – внутренний диаметр гайки;  $P$  – шаг резьбы;  $H$  – высота исходного треугольника;  $r$  – номинальный радиус закругления впадины болта;  $H_1$  – рабочая высота профиля

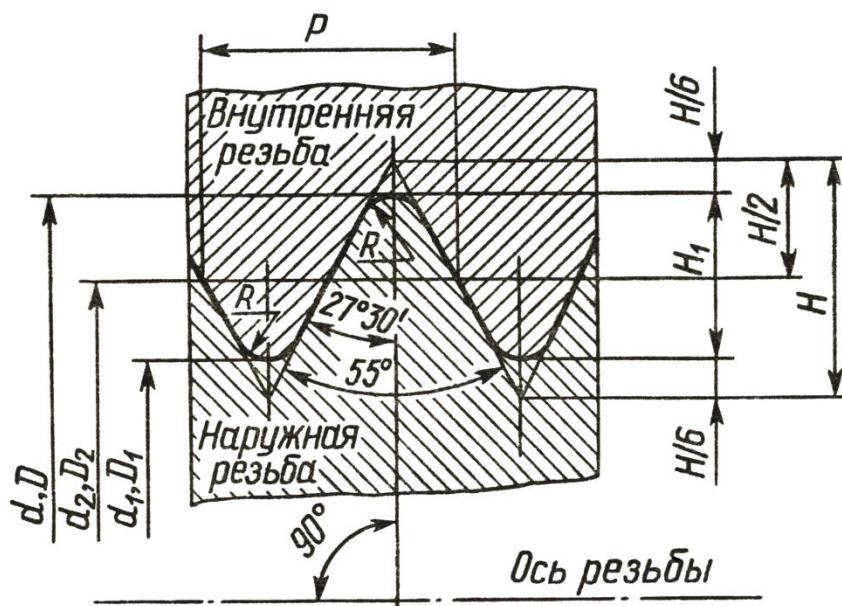
Рисунок 12 – Профиль упорной резьбы

**Прямоугольная резьба** применяется для грузовых и ходовых винтов. Резьба сложна в изготовлении и имеет некоторые недостатки, ограничивающие её применение. Она не стандартизована. Шаг этой резьбы применяют равным  $0,2 d$ , внутренний диаметр её получается  $0,8 d$ , а толщина витка –  $0,1 d$  ( $d$  – наружный диаметр резьбы).



**Трубная цилиндрическая резьба** (приложение Б) применяется в соединениях полых тонкостенных деталей (в трубах и т. п.), когда соединение должно быть особенно плотным.

Трубная цилиндрическая резьба имеет профиль с углом  $55^\circ$  с плоскосрезанными или закруглёнными вершинами и впадинами (рисунок 13). Шаг резьбы выражается числом витков на один дюйм.



$d$  – наружный диаметр наружной резьбы (трубы);  $d_1$  – внутренний диаметр наружной резьбы;  $d_2$  – средний диаметр наружной резьбы;  $D$  – наружный диаметр внутренней резьбы (муфты);  $D_1$  – внутренний диаметр внутренней резьбы;  $D_2$  – средний диаметр внутренней резьбы;  $P$  – шаг резьбы;  $H$  – высота исходного треугольника;  $H_1$  – рабочая высота профиля;  $R$  – радиус закругления вершины и впадины резьбы

Рисунок 13 – Профиль трубной цилиндрической резьбы

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы должны входить: буква  $G$ , обозначение размера резьбы и класс точности ( $A$ ,  $B$ ) среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами  $LH$ .

Примеры условного обозначения резьбы:  $G 1\frac{1}{2}'' - A$ ;  $G 1\frac{1}{2}'' LH - B$ .

Длина свинчивания  $N$  (нормальная резьба) в обозначении резьбы не указывается.

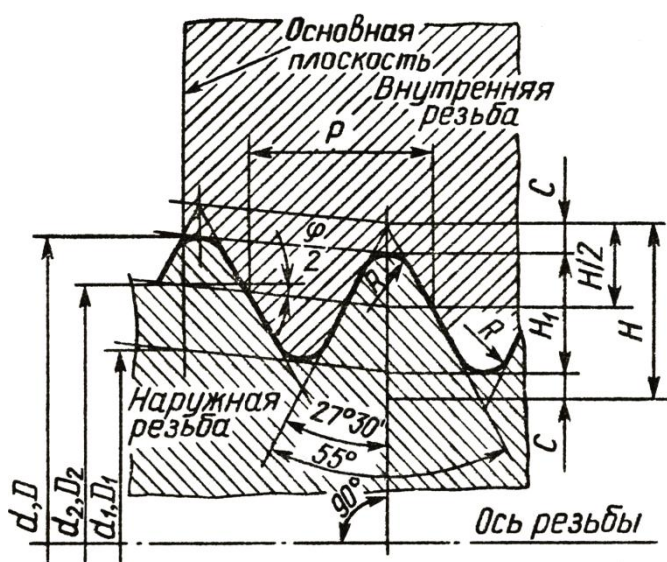


Длина свинчивания  $L$  (длинная резьба) указывается в миллиметрах.

Пример:  $G 1\frac{1}{2}'' LH - B - 40$ , где 40 – длина свинчивания.

**Трубная коническая резьба** имеет то же назначение, что и цилиндрическая. Необходимая плотность соединения достигается деформацией витков.

Трубная коническая резьба (рисунок 14) имеет профиль с углом  $55^\circ$  с закруглёнными вершинами и впадинами. Шаг резьбы выражается числом ниток на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы. Ось профиля перпендикулярна оси трубы.



$d$  – наружный диаметр наружной конической резьбы;  $d_1$  – внутренний диаметр наружной конической резьбы;  $d_2$  – средний диаметр наружной конической резьбы;  $D$  – наружный диаметр внутренней конической резьбы;  $D_1$  – внутренний диаметр внутренней конической резьбы;  $D_2$  – средний диаметр внутренней конической резьбы;  $P$  – шаг резьбы;

$\phi$  – угол конуса;  $\phi/2$  – угол уклона;  $H$  – высота исходного треугольника;  $H_1$  – рабочая высота профиля;  $R$  – радиус закругления вершины и впадины резьбы;  $C$  – срез вершин и впадин резьбы

Рисунок 14 – Трубная коническая резьба:  
конусность  $2\text{tg } \phi/2 = 1:16$ ;  $\phi = 3^\circ 34' 48''$ ;  $\phi/2 = 1^\circ 47' 24''$

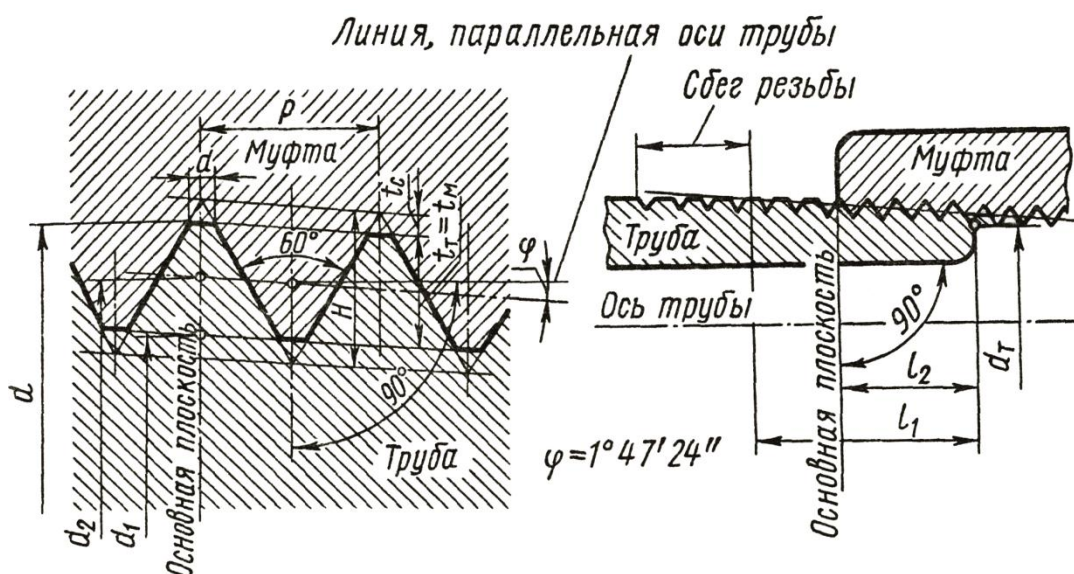
Номинальным диаметром трубной конической резьбы является внутренний диаметр трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Угол уклона конуса, на котором нарезается резьба, равен  $1^{\circ}47'24''$ , что соответствует конусности 1:16.

Пример обозначения на чертеже по ГОСТ 6211–81:

- наружная трубная коническая резьба  $1\frac{1}{2}''$ :  $R\ 1\frac{1}{2}''$ ;
- внутренняя трубная коническая резьба  $1\frac{1}{2}''$ :  $R_c\ 1\frac{1}{2}''$ ;
- внутренняя трубная цилиндрическая резьба  $1\frac{1}{2}''$ :  $R_p\ 1\frac{1}{2}''$ ;
- левая резьба:  $R\ 1\frac{1}{2}''\ LH$ ;  $R_c\ 1\frac{1}{2}''\ LH$ ;  $R_p\ 1\frac{1}{2}''\ LH$ ;

**Коническая дюймовая резьба** с углом профиля  $60^{\circ}$  применяется для получения плотных соединений (рисунок 15).



$d$  – наружный диаметр в основной плоскости;  $d_1$  – внутренний диаметр в основной плоскости;  $d_2$  – средний диаметр в основной плоскости;  $d_T$  – внутренний диаметр торца трубы;  $\varphi$  – угол наклона конуса;  $l_1$  – рабочая длина резьбы;  $l_2$  – длина от торца трубы до основной плоскости;  $P$  – шаг;  $H$  – теоретическая высота профиля;  $t_c$  – высота притупления профиля;  $t_T$ ,  $t_M$  – высота профиля резьбы трубы и муфты

Рисунок 15 – Коническая дюймовая резьба с углом профиля  $60^{\circ}$

Коническая дюймовая резьба имеет профиль с углом  $60^{\circ}$  с плоскосрезанными вершинами и впадинами. Шаг резьбы выра-

жается числом ниток на один дюйм и измеряется параллельно оси трубы. Ось профиля перпендикулярна оси трубы.

Номинальным диаметром данной резьбы является диаметр отверстия в трубе, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

Угол уклона конуса, на котором нарезается коническая дюймовая резьба, равен  $1^{\circ}47'24''$ , что соответствует конусности 1:16.

Основная плоскость – заданное сечение, с которым при свинчивании без натяга трубы и муфты с номинальными размерами совпадает торец муфты (рисунок 15).

Пример обозначения на чертеже: К 3/4" ГОСТ 6111–52.

**Модульная резьба** – шаг резьбы (или шаг зубцов соответствующей шестерни) измеряется *модулем* ( $m$ ). Чтобы получить размер в миллиметрах достаточно модуль умножить на число  $\pi$ .

**Питчевая резьба** – шаг резьбы измеряется в *питчах* ( $p''$ ). Для получения числового значения (в дюймах) достаточно число  $\pi$  разделить на питч.

Питчевая резьба встречается сравнительно редко, главным образом в машинах американского и английского производства.

Модульная и питчевая резьба применяется при нарезании червяка червячной передачи. Профиль витка модульного червяка может иметь вид *архимедовой спирали, эвольвенты окружности, удлинённой или укороченной эвольвенты и трапеции*.

У модульной резьбы профиль – трапеция с углом при вершине  $40^{\circ}$  или  $30^{\circ}$ . Шаг резьбы червяка подсчитывается по формуле:

$$P = \pi m,$$

где  $P$  – шаг резьбы червяка, мм;

$m$  – модуль (единица измерения шага зубчатых и червячных колёс)

Кроме перечисленных в некоторых отраслях промышленности применяют специальные резьбы – круглую (электролампы и пр.), часовую и т. д.

## 5. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Резьбы на деталях, получают нарезанием на сверлильных, резьбонарезных и токарных станках, а также накатыванием, т. е. методом пластических деформаций. Инструментом для накатывания резьбы служат накатные плашки, накатные ролики и накатные головки.

Так же резьбу нарезают вручную. Внутреннюю резьбу нарезают метчиками, наружную – плашками.

### 5.1 ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

Метчики широко используются в машиностроении для нарезания резьбы в отверстиях заготовок и весьма разнообразны по конструкциям и геометрическим параметрам.

Метчик – это винт, превращённый в инструмент путём прорезания стружечных канавок и создания на режущих зубьях передних, задних и других углов. Для крепления на станке или в воротке он снабжён хвостовиком. Режущая часть метчика изготавливается чаще всего из быстрорежущей стали, реже из твёрдого сплава.

Условия резания при снятии стружки метчиком очень тяжёлые из-за несвободного резания, больших сил резания и трения, а также затруднённых условий удаления стружки. Кроме того, метчики имеют пониженную прочность из-за ослабленного поперечного сечения. Особенно отрицательно это сказывается при нарезании резьбы в вязких материалах метчиками малых диаметров, которые часто выходят из строя из-за поломок, вызванных пакетированием стружки.

Метчики делятся:

1. По *назначению* – на ручные, машинно-ручные и машинные;
2. В зависимости *от профиля нарезаемой резьбы* – для метрической, дюймовой и трубной резьб;

3. По *конструкции* – на цельные, сборные (регулируемые и само-выключающиеся);

4. *Специальные*.

Метчик (рисунок 16) состоит из двух основных частей – рабочей и хвостовой.

*Рабочая часть* представляет собой винт с несколькими продольными прямыми или винтовыми канавками и служит для нарезания резьбы. Метчики с винтовыми канавками применяют для нарезания точных резьб.

Рабочая часть метчика состоит из заборной и калибрующей частей.

*Заборная (или режущая) часть* обычно делается в виде конуса. В метчиках для вязких металлов на заборной части имеется скос  $6^\circ - 10^\circ$  в направлении, обратном направлению резьбы: при правой резьбе скос левый, при левой – правый. Это улучшает отвод стружки.

Основная работа при нарезании резьбы выполняется заборной, т. е. конической частью метчика, у которой высота режущих зубцов гребёнки постепенно повышается. По мере ввинчивания метчика в отверстие заборная часть прорезает резьбовые канавки: каждый зубец срезает небольшую часть припуска и после прохода заборной части резьба приобретает полный профиль.

Зубья на заборной части метчика затылованы, т. е. имеют заднюю (затылочную) поверхность, выполненную по математической кривой – архимедовой спирали, благодаря чему образуется задний угол  $\alpha$ , облегчающий процесс резания.

*Калибрующая (направляющая) часть* – резьбовая часть метчика, смежная с заборной частью. Она не имеет затыловки ( $\alpha = 0$ ), служит для направления метчика по резьбе и для зачистки (калибрования) профиля резьбы.

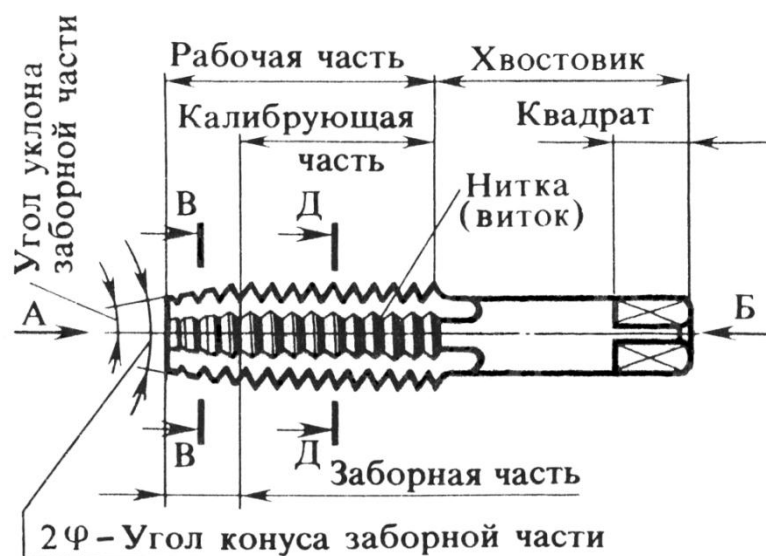
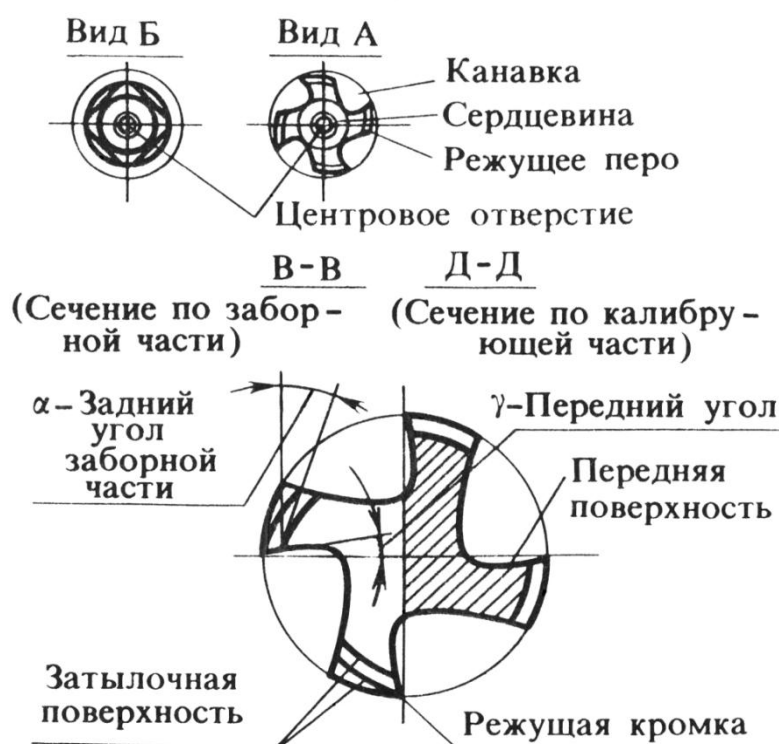


Рисунок 16 – Части и элементы метчика:



сечения:

- В-В – по заборной части;
- Д-Д – по калибрующей части

Хвостовик метчика изготавливают цилиндрическим с квадратом на конце для зажима и передачи крутящего момента. Диаметр хвостовика обычно меньше внутреннего диаметра резьбы на 0,25 – 1,0 мм. У метчиков для резьб  $d = 2-10$  мм, чтобы повысить прочность, делают усиленные хвостовики диаметром, большим диаметра рабочей части. Длина хвостовика зависит от глубины нарезаемого отверстия. У гаечных метчиков она наибольшая, что необходимо для размещения гаек. При этом хвостовик может быть изогнутой формы.

Резьбовые части метчика, ограниченные канавками, называются *режущими перьями* (см. рисунок 16). Режущие перья (зубья) имеют форму клина.

Главными углами режущих перьев метчика являются: передний  $\gamma$ , задний  $\alpha$  и угол заострения  $\beta$ . Эти углы у заборной и калибрующей частей разные.

Для стали средней твёрдости передний угол  $\gamma = 8^\circ - 10^\circ$ , для твёрдой стали  $\gamma = 5^\circ$ , для бронзы и чугуна  $\gamma = 0^\circ - 5^\circ$ . Задний угол  $\alpha = 6^\circ - 8^\circ$  для ручных и  $10^\circ$  – для остальных метчиков.

*Режущими кромками* называются кромки на режущих перьях метчика, образованные пересечением передних поверхностей канавки с затылованными поверхностями рабочей части.

*Сердцевина* – это внутренняя часть тела метчика, измеряемая по диаметру окружности, касательной ко дну канавок метчика. Метчики для нарезания резьбы в нержавеющей стали имеют более массивную (толстую) сердцевину.

*Канавки* представляют собой углубления между режущими зубьями (перьями), получающиеся путём удаления части металла. Эти канавки служат для образования режущих кромок и размещения стружки при нарезании резьбы. Профиль канавки образуется передней поверхностью, по которой сходит стружка, и задней поверхностью, служащей для уменьшения трения перьев метчика о стенки нарезаемого отверстия.

Канавки у метчика обычно делают прямыми, так как они проще в изготовлении. Однако для улучшения условий резания и получения точных резьб применяются метчики не с прямыми, а с винтовыми спиральными канавками. Угол наклона винтовой канавки этих метчиков составляет  $8^\circ - 15^\circ$ . Для нарезания глухих отверстий наклоны этих канавок делают правыми (рисунок 17 а), чтобы стружка легко выходила вверх, для нарезания сквозных отверстий – левыми (рисунок 17 б), чтобы стружка выходила вниз.



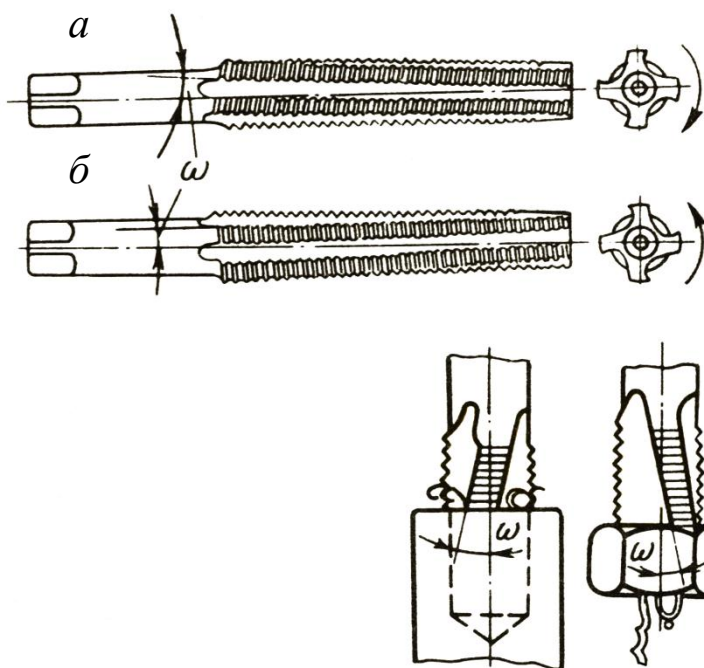


Рисунок 17 – Метчики с винтовыми канавками:

*а* – с правой винтовой канавкой (с левой резьбой);  
*б* – с левой винтовой канавкой (с правой резьбой)

Метчики диаметром до 22 мм обычно изготавливают с тремя, а диаметром от 22 до 52 мм – с четырьмя канавками. Специальные метчики на калибрующей части канавок не имеют.

*Ручные метчики* для метрической и дюймовой резьб стандартизованы и изготавливаются комплектом из двух метчиков для резьбы с шагом до 3 мм включительно (для основной метрической резьбы диаметром от 1 до 52 мм и для дюймовой резьбы диаметром от 1/4" до 1") и комплектом из трёх метчиков для резьбы с шагом свыше 3 мм (для метрической резьбы от 30 до 52 мм и для дюймовой резьбы диаметром от 1 1/8" до 2").

В комплект, состоящий из трёх метчиков, входят черновой, средний и чистовой метчики (рисунок 18). Все метчики комплекта имеют разный диаметр.

Первый (черновой) метчик нарезает черновую резьбу, снимая при этом до 60 % металла (стружки); второй (средний) метчик нарезает уже более точную резьбу, снимая до 30 % металла; третий (чистовой) метчик снимает ещё до 10 % металла, имеет полный профиль резьбы и используется для окончательного, точного нарезания резьбы и её калибровки.



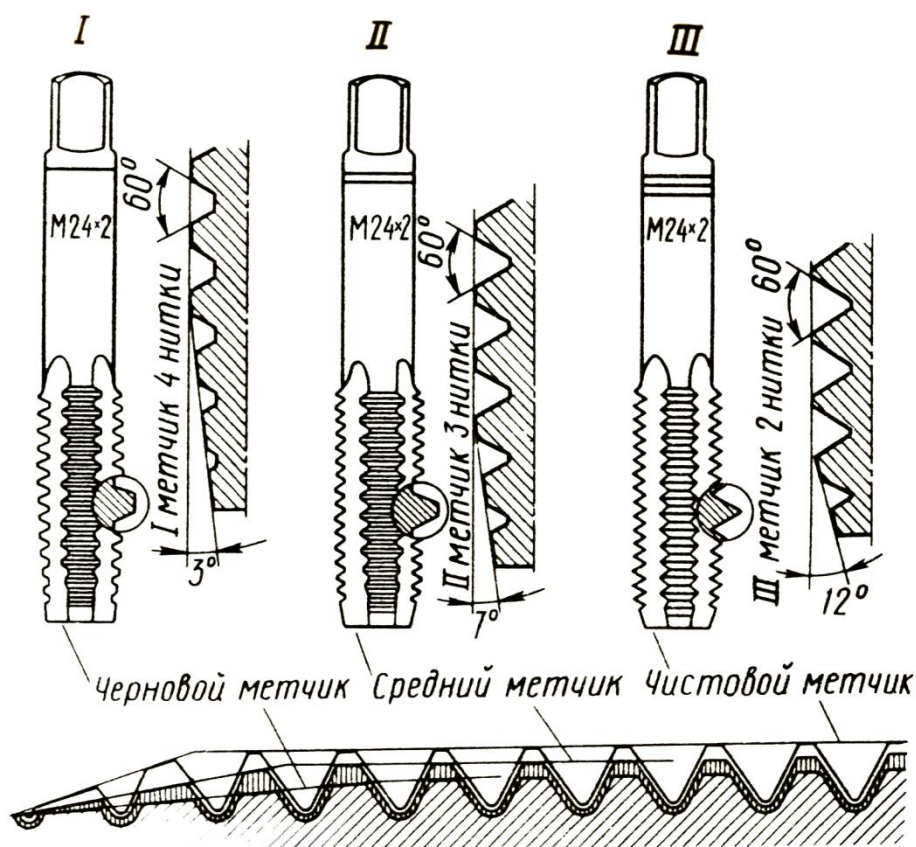


Рисунок 18 – Комплект метчиков

Чтобы определить, какой метчик является черновым, какой – средним, а какой – чистовым, на хвостовой части делают соответственно одну, две или три круговые риски (кольца) или же ставят соответствующий номер.

На хвостовой части проставляют размер резьбы, для нарезания которой этот метчик предназначен.

Комплект ручных метчиков из двух штук изготавливают путём удлинения заборного конуса и некоторого увеличения диаметра первого метчика.

По конструкции режущей части метчики бывают *цилиндрические* и *конические*.

При *цилиндрической* конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют соответствующие диаметры. У чистового метчика полный профиль резьбы, диаметр среднего метчика меньше нормального на 0,6 глу-

бины нарезки, а диаметр черного метчика меньше диаметра резьбы на полную глубину нарезки. У черного метчика длина заборной части равна 4 – 7, у среднего 3 – 3,5 и чистового 1,5 – 2 ниткам.

Угол наклона заборной части у черного метчика равен  $3^\circ$ , у среднего  $7^\circ$ , у чистового  $12^\circ$ .

При *конической* конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют одинаковый диаметр и полный профиль резьбы с различной длиной заборных частей. Резьба в пределах заборной части делается конической и дополнительно срезается по вершинам зубьев на конус.

В конических метчиках заборная часть равна: у черного метчика – всей длине рабочей части, у среднего – половине этой длины, у чистового – двум ниткам.

Конические метчики применяют обычно для нарезания сквозных отверстий. Глухие отверстия нарезаются цилиндрическими метчиками.

Метчики выпускают со шлифованным и нешлифованным профилем зубьев. Шлифованные создают резьбу более точную с более чистой поверхностью.

По точности нарезаемой резьбы метчики делят на четыре группы: С, D, E и H. Метчики группы С – самые точные, группы E и H – менее точные с нешлифованным профилем зубьев. Метчики С и D – шлифованные, ими нарезают высокоточные резьбы, E и H – для резьб 9-го качества.

*Машинно-ручные метчики*, применяют для нарезания метрической, дюймовой и трубной цилиндрической и конической резьб.

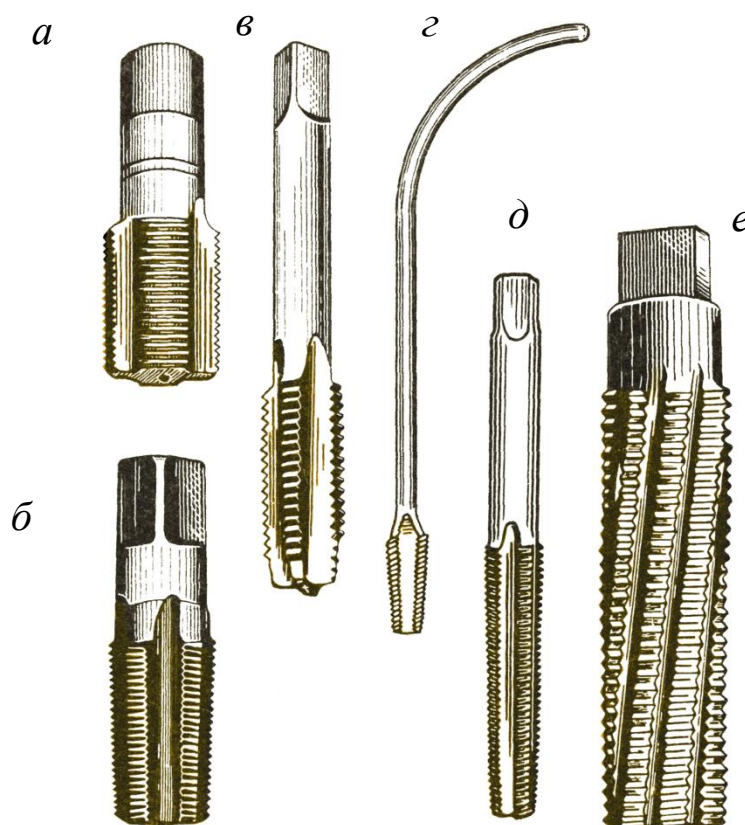
Машинно-ручные метчики служат для нарезания резьбы в сквозных и глухих отверстиях всех размеров машинным способом и вручную с шагом до 3 мм включительно. Метчики этого типа изготавливают двух видов: одинарные для сквозных и глухих отверстий и комплектные (2 шт.): черновой и чистовой.

Метчиками нарезаются резьбы с диаметром в следующих пределах: метрическая – от 1 до 52 мм; дюймовая – от  $\frac{1}{4}$ " до 2"; трубная – от  $\frac{1}{8}$ " до 2".

У машинных и машинно-ручных метчиков на хвостовике делают кольцевые канавки для зажима в быстросменных патронах.

*Машинные метчики* применяют для нарезания на станках сквозных и глухих отверстий. Они бывают цилиндрические (рисунок 19, *а*) и конические (рисунок 19, *б*).

Конические метчики предназначены для нарезания конической резьбы с углом профиля  $60^\circ$  ( $d = \frac{1}{16}'' - 2''$ ) и трубной конической резьбы ( $d = \frac{1}{8}'' - 2''$ ).



*а* – цилиндрический; *б* – конический; *в* – гаечный;  
*г* – с изогнутым хвостовиком; *д* – плащечный; *е* – маточный

Рисунок 19 – Виды метчиков

*Гаечные метчики* (рисунок 19, *в*) изготовляют трёх типов: короткие, длинные и станочные. Они предназначены для нарезания метрической и дюймовой резьб за один проход вручную или на сверлильных и резьбонарезных станках в сквозных отверстиях за один проход.

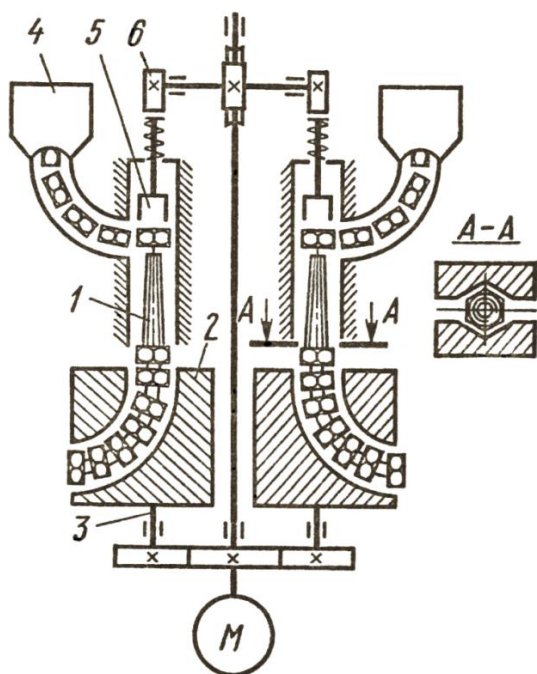
Они выполняются однокомплектными, имеют длинную режущую часть (12 витков). Хвостовик у них также длинный, что даёт возможность нанизывать на него гайки при нарезании.

Короткие метчики метрические ( $d = 3 - 30$  мм) и дюймовые ( $d = 1/4'' - 1 1/4''$ ) служат для нарезания гаек в малых количествах.

Длинные метчики метрические ( $d = 3 - 52$  мм) и дюймовые ( $d = 1/4'' - 1 2/4''$ ) служат преимущественно для нарезания гаек повышенного качества.

Станочные метчики применяют для нарезания гаек обычного качества в массовом производстве. Пределы диаметров их такие же, как у длинных метчиков.

Изготавливают также гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (рисунок 19, з) закрепляемые в специальных патронах на гайконарезных автоматах, применяют для непрерывного нарезания метрической резьбы с  $d = 5 - 24$  мм и дюймовые с  $d = 1/4'' - 1''$ .



1 – метчик; 2 – специальная головка; 3 – шпиндель;  
4 – бункер; 5 – толкатель;  
6 – эксцентрик

Рисунок 20 – Схема гайконарезного автомата

Принципиальная схема двухшпиндельного гайконарезного автомата, работающего метчиками с изогнутым хвостовиком, показана на рисунке 20.

Метчик 1 вместе со специальной головкой 2 получает вращение от шпинделя 3. Нарезаемые гайки из бункера 4 подаются к вращающемуся метчику и толкателем 5 прижимаются к нему. Толкатель 5 получает движение от эксцентрика 6. Гайка перемещается по метчику и по изогнутому хвостовику сбрасывается в зону готовых изделий.

*Плашечные метчики* (рисунок 19, д) отличаются от гаечных наличием большого заборного конуса и предназначаются для предварительного нарезания резьбы в плашках за один проход.

*Маточные метчики* (рисунок 19, е) применяют для зачистки резьбы в плашках после нарезания плашечным метчиком, а также для зачистки резьбы в плашках, находящихся в работе. В маточных метчиках канавки делают с правой спиралью.

*Специальные метчики* составляют большую группу, в которую входят ненормализованные конструкции метчиков: бесканавочные, комбинированные, метчик-сверло с винтовыми канавками, метчик-протяжка.

*Метчики бесканавочные* (рисунок 21, а) применяют для нарезания сквозных резьб диаметром до 10 – 12 мм.

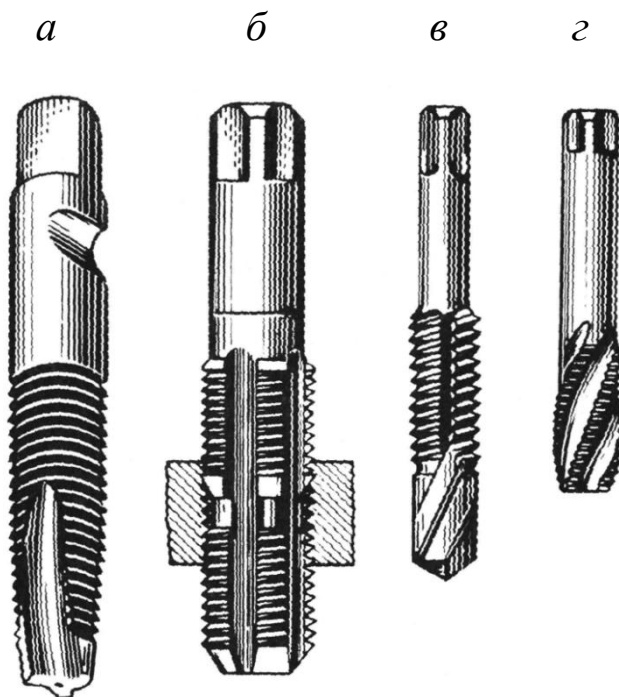


Рисунок 21 – Специальные метчики

- а – бесканавочный;
- б – комбинированный;
- в – метчик-сверло;
- г – с винтовыми канавками

Длина заборной части метчика такая же, как и у обычных машинных. Длина канавки (с выходом) на 3 – 5 ниток больше длины заборной части. Бесканавочные метчики гораздо прочнее обычных. Благодаря длинной резьбовой части метчик можно перетачивать несколько раз. Высокая производительность труда при нарезании резьбы является главным достоинством бесканавочных метчиков. Для нарезания резьбы в глухих отверстиях эти метчики непригодны.

*Комбинированные метчики* состоят из двух частей, разделенных шейкой (рисунок 21, б).

Первая часть служит для предварительного нарезания резьбы, а вторая – для окончательного (чистового) нарезания резьбы. Комбинированный инструмент – метчик-сверло (рисунок 21, в) позволяет совместить сверление и нарезание резьбы, в одну операцию, что значительно повышает производительность.

Применение сверла-метчика возможно при нарезании сквозных отверстий без принудительной подачи при условии, что метчик вступает в работу после выхода вершины сверла из отверстия. В противном случае сверло вынуждено работать с подачей, равной шагу нарезаемой резьбы.

Применяют и другие комбинированные инструменты: метчик-развёртку, зенкер-развёртку-метчик и др.

Замена нескольких инструментов одним комбинированным позволяет значительно сократить вспомогательное время, затрачиваемое на смену инструмента.

*Метчики с винтовыми канавками* (рисунок 21, г) имеют угол наклона канавки  $35^\circ$ , что обеспечивает свободный выход стружки по спирали и исключает возможность срыва резьбы. Метчиком можно нарезать резьбу на высоких скоростях. Один метчик с винтовой канавкой равноценен комплекту обычных метчиков.

Применение этих метчиков для обработки деталей из чугуна, латуни, нержавеющей стали и других материалов позволило повы-

свить производительность труда в три раза по сравнению с применением обыкновенных.

Рабочую часть ручных метчиков изготавливают из инструментальных сталей, машинно-ручные и машинные – из быстрорежущих сталей, а также из твёрдых сплавов группы ВК, имеющих повышенную прочность. Рабочую часть метчиков диаметром  $d > 8$  мм сваривают с хвостовиком из конструкционной стали.

Твёрдосплавные метчики диаметром до 8 мм делают цельными, диаметром 8 – 12 мм – с цельной рабочей частью и стальным хвостовиком (рисунок 22, а), а диаметром более 12 мм – с напайкой твёрдосплавных пластин на корпуса инструментов, изготавливаемых из сталей 9ХС и ХВСГ (рисунок 22, б).

После затупления метчик можно затачивать по передним поверхностям режущих гребенок, т. е. по дну стружечной канавки. Так как на калибрующей части не имеется заднего угла, то после переточек диаметр резьбы метчика не изменяется.

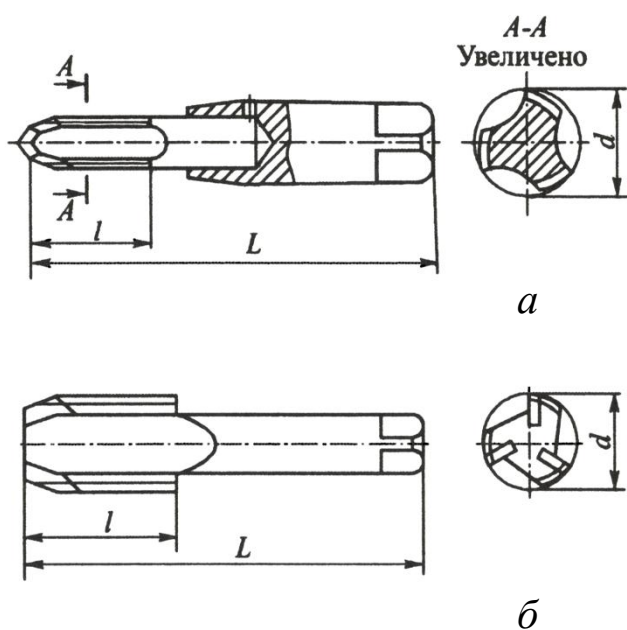


Рисунок 22 – Твёрдосплавные метчики

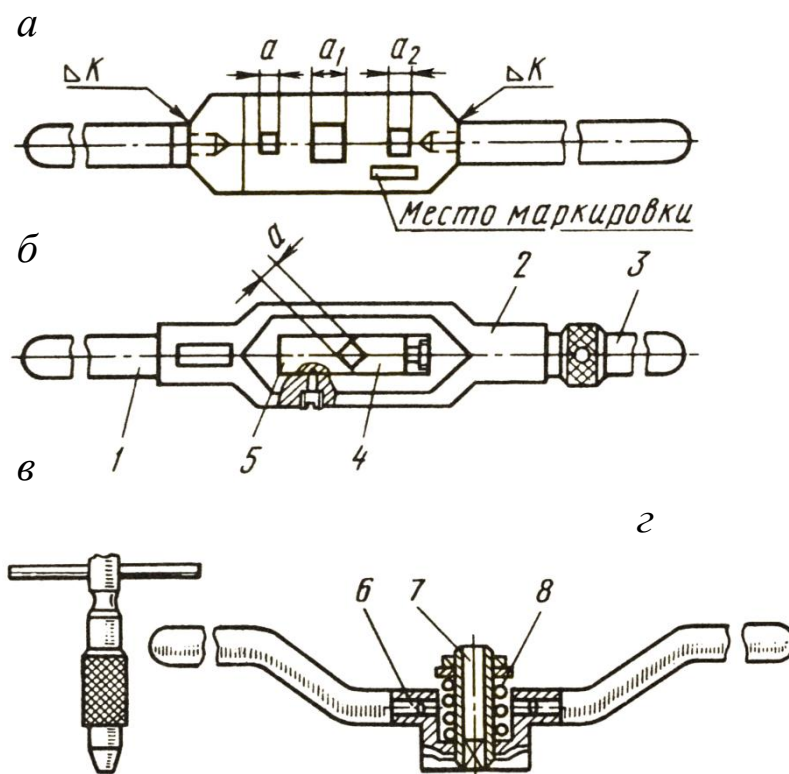
*а* – с цельной твёрдосплавной рабочей частью, припаянной к хвостовику;  
*б* – с напаянными твёрдосплавными пластинами



**Воротки.** Метчики при нарезании резьбы вручную вращают с помощью воротков, устанавливаемых на квадраты хвостовиков.

Нерегулируемые воротки могут иметь одно или три отверстия (рисунок 23, а), и регулируемое отверстие (рисунок 23, б). Кроме этих применяют воротки торцовые (рисунок 23, в) для вращения при нарезании резьбы в труднодоступных местах.

*Тарированные воротки* (рисунок 23, г) применяют для нарезания резьбы в глубоких и глухих отверстиях. Они состоят из корпуса б, втулки 7 и пружины 8. Корпус и втулка имеют сцепляющиеся косые кулачки, которые при превышении усилия, передаваемого рукой работающего, выходят из зацепления, в результате чего втулка с метчиком не будет вращаться и тем самым предохранит его от поломки.



1 – рукоятка; 2 – рамка; 3 – подвижная рукоятка;  
4, 5 – сухари подвижные; 6 – корпус; 7 – втулка; 8 – пружина

Рисунок 23 – Воротки:

а – нерегулируемый; б – с регулируемым отверстием;  
в – торцовый; г – тарированный



Универсальный вороток (рисунок 24, а) предназначен для закрепления плашек с наружным диаметром 20 мм всех видов метчиков и развёрток, имеющих хвостовики квадратного сечения со сторонами до 8 мм. В корпусе, закрытом крышкой, размещён механизм, позволяющий изменять величину квадратного отверстия. Механизм приводится в движение винтом с рифленной головкой. Резьбовая часть винта связана с одним из четырёх кулачков, свободно размещённых внутри корпуса.

При вращении винта смещается кулачок, образующий одну из сторон квадрата. Опускаясь, кулачок нажимает на скошенный угол второго кулачка, двигая его вправо, которой в свою очередь поднимает следующий кулачок, а тот смещает влево четвёртый.

Таким образом, все четыре стороны квадратного отверстия уменьшаются в равной степени. Такая регулировка квадратного отверстия позволяет закреплять различные виды метчиков и развёрток.

Для закрепления плашек в корпусе универсального воротка имеется гнездо. Плашки закрепляются винтами.

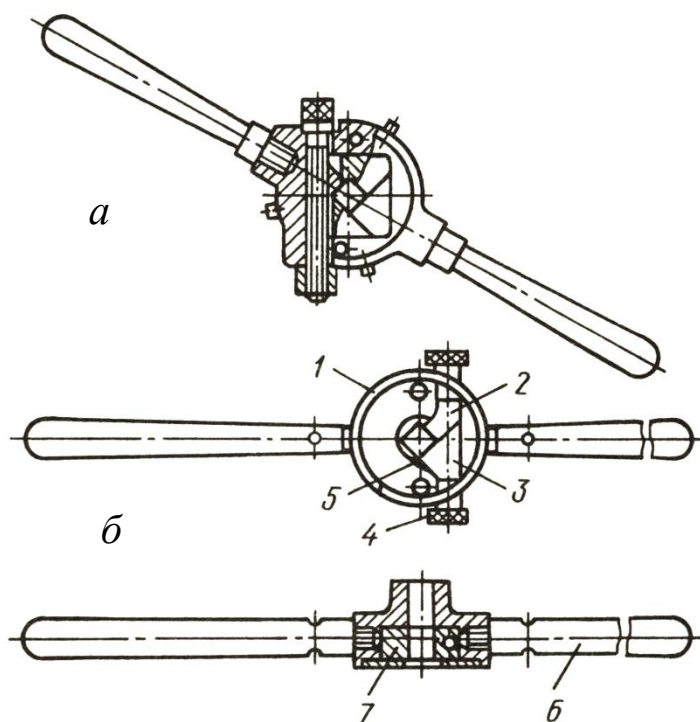


Рисунок 24 – Универсальный вороток:

а – первый вариант;  
б – второй вариант

Применение описанного приспособления исключает брак при нарезании резьбы плашками. Оно заменяет слесарю набор воротков, плашкодержатель и специальные направляющие приспособления к нему.

Другой вариант универсального воротка (рисунок 24, б) позволяет нарезать резьбу в труднодоступных местах. Метчик здесь крепится с помощью четырёх кулачков 2, 3, 5 и 7, размещённых в корпусе. Винт 4, вращаясь, смещает кулачки и изменяет размеры квадратного отверстия. Удлиненная часть корпуса обеспечивает перпендикулярность метчика к плоскости вращения воротка. При установленных рукоятках б вороток используется как обычно.

Для нарезания резьбы в труднодоступных местах ручки отвинчиваются. В удлиненную часть корпуса воротка вставляется конец торцового ключа. Благодаря наличию подпружиненного шарика вороток надёжно закрепляется на установленном в него метчике.

## 5.2 НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

*Подбор свёрл, для сверления отверстий под резьбу.* При нарезании резьбы материал частично «выдавливается», поэтому диаметр сверла должен быть несколько больше, чем внутренний диаметр резьбы. Изменение величины отверстия при нарезании резьбы у твёрдых и хрупких металлов меньше, чем у мягких и вязких.

Если просверлить под резьбу отверстие диаметром, точно соответствующим внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании, будет давить на зубья метчика, отчего они в результате большого трения сильно нагреваются и к ним прилипают частицы металла. Резьба может получиться с рваными нитками, а в некоторых случаях возможна поломка метчика. При сверлении отверстия слишком большого диаметра резьба получится неполной.

Диаметр сверла под нарезание метрической и трубной резьб определяют по справочным таблицам. Когда нельзя воспользоваться таблицами, диаметр отверстия под метрическую резьбу приближенно вычисляют по формуле:

$$d_c = d - K_c P, \quad (1)$$

где  $d_c$  – диаметр сверла, мм;

$d$  – номинальный диаметр резьбы;

$K_c$  – коэффициент, в зависимости от разбивки отверстия берётся по таблицам; обычно  $K_c = 1 - 1,08$ ;

$P$  – шаг резьбы, мм.

Размеры воротка для закрепления метчика выбирают в зависимости от диаметра.

*Приёмы нарезания резьбы.* После подготовки отверстия под резьбу и выбора воротка заготовку закрепляют в тисках и в её отверстие вставляют вертикально метчик.

Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой поворачивают его вправо до тех пор, пока метчик не врежется на несколько ниток в металл и не займет устойчивое положение, после чего вороток берут за рукоятку двумя руками и вращают с перехватом рук через каждые пол-оборота (рисунок 25).

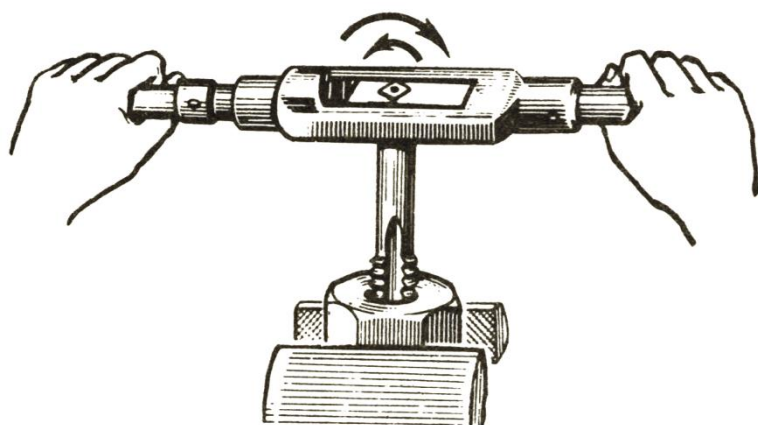


Рисунок 25 – Нарезание внутренней резьбы

В целях облегчения работы вороток с метчиком вращают не всё время по направлению часовой стрелки, а один-два оборота вправо и пол-оборота влево, и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному движению метчика стружка ломается, получается короткой (дроблёной), а процесс резания значительно облегчается.

Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону вывертывают метчик из отверстия, затем прогоняют его насквозь.

Метчиком вручную изготавливают резьбу по 6 – 10-му квалитетам.

*Правила нарезания резьбы метчиком:*

– при нарезании резьбы в глубоких отверстиях, в мягких и вязких металлах (медь, алюминий, бронза и др.) метчик необходимо периодически вывертывать из отверстия и очищать канавки от стружки;

– нарезать резьбу следует полным набором метчиков. Нарезание резьбы сразу средним метчиком без прохода черновым, а затем чистовым не ускоряет, а наоборот, затрудняет работу; резьба в этом случае получается недоброкачественной, а метчик может сломаться. Средний и чистовой метчики вводят в отверстие без воротка и только после того, как метчик пойдет правильно по резьбе, на головку надевают вороток и продолжают нарезание резьбы;

– глухое отверстие под резьбу нужно делать на глубину, несколько большую, чем длина нарезаемой части, с таким расчетом, чтобы рабочая часть метчика немного вышла за пределы нарезаемой части. Если такого запаса не будет, резьба получится неполной;

– в процессе нарезания необходимо тщательно следить за тем, чтобы не было перекоса метчика; для этого надо через каждые две-три нарезанные нитки проверять, с помощью угольника положение метчика по отношению к верхней плоскости изделия. Особенно осторожно нужно нарезать резьбу в мелких и глухих отверстиях;

– на качество резьбы и стойкость инструмента влияет правильный выбор смазочно-охлаждающей жидкости (приложение В).

*Паста для смазки резьбонарезного инструмента.* При нарезании резьб в деталях из силумина, алюминия стружка налипает на метчики, вследствие этого возникают задиры; при нарезании резьбы в нержавеющей, жаропрочных и других высоколегированных сталях метчик быстро затупляется.

Смазка для получения высококачественной резьбы с наименьшими затратами труда имеет следующий состав (%): олеиновая кислота – 78, стеариновая кислота – 17, сера тонкого помола – 5.

Стеариновую и олеиновую кислоты смешивают при температуре 60 – 65 °С, затем смесь охлаждают до 20 °С и смешивают с серой тонкого

помола. Инструментом, смазанным этой пастой, легко нарезается резьба в отверстиях деталей, подвергнутых закалке до HRC 38 – 42.

### *Способы удаления сломанных метчиков*

При поломке метчик удаляют из отверстия следующими способами:

– если из отверстия торчит обломок метчика, то выступающую часть захватывают плоскогубцами или ручными тисочками и вывертывают обломок из отверстия; при отсутствии выступающей части в канавки метчика продевают концы согнутой вдвое проволоки и вывертывают метчик с ее помощью; если небольшой обломок метчика не удастся вывернуть с помощью проволоки, метчик разламывают на мелкие куски закалённым пробойником, напоминающим кернер, и куски извлекают из отверстия;

– когда сломан метчик из быстрорежущей стали, деталь с обломком метчика нагревают в муфельной или нефтяной печи и дают ей остыть вместе с печью. При данном способе нагревают деталь в конце смены, т. е. перед выключением печи до следующего дня. Отожжённый этим способом метчик высверливают;

– если сломан метчик из углеродистой стали, поступают следующим образом: деталь вместе с застрявшим обломком нагревают докрасна, затем медленно охлаждают её и после окончательного охлаждения высверливают застрявшую часть метчика;

– если деталь очень большая и её нагрев связан с большими трудностями, применяют следующие способы:

первый – с помощью специальной оправки, имеющей на торце три выступа (рожки), которыми она входит в канавки метчика. Перед удалением осколка метчика из детали в отверстие заливают керосин, чтобы облегчить удаление, после чего вставляют оправку и, осторожно раскачивая вращением воротка, вывертывают осколок. Для извлечения метчиков разных диаметров имеют набор вилок (рожков);

второй – с помощью специального зенкера;

третий – путём наплавки (наращивания) электродом хвостовика на обломке метчика), сломанного в детали из силумина. После охлаждения метчик свободно вывертывается из отверстия;

четвёртый – с помощью ключа, надеваемого на квадратный конец специальной оправки, приваренной к сломанному метчику, путём травления (из алюминиевых деталей). В теле метчика высверливают отверстие, стараясь не повредить резьбу детали. Травят раствором азотной кислоты, который,

хорошо растворяя сталь (материал метчика), незначительно действует на алюминиевый сплав (материал детали). В качестве катализатора применяют кусочки железной (вязальной) проволоки, которые опускают в раствор кислоты, налитой в отверстие метчика. Через каждые 5 – 10 мин использованную кислоту удаляют из отверстия метчика пипеткой, и отверстие вновь наполняют свежей кислотой. Процесс продолжают несколько часов до тех пор, пока металл метчика не будет окончательно разрушен. После этого остатки кислоты удаляют, а отверстие промывают.

Травление проводят также соляной кислотой с подогревом детали.

*Безопасность труда.* При нарезании резьбы метчиком на станке следует руководствоваться правилами безопасности труда при работе на сверлильных станках. При нарезании резьбы метчиками и плашками вручную в деталях с сильно выступающими острыми частями следят за тем, чтобы при повороте воротка не поранить руки. При использовании электро- и пневмоинструментов соблюдают соответствующие этим инструментам правила техники безопасности.

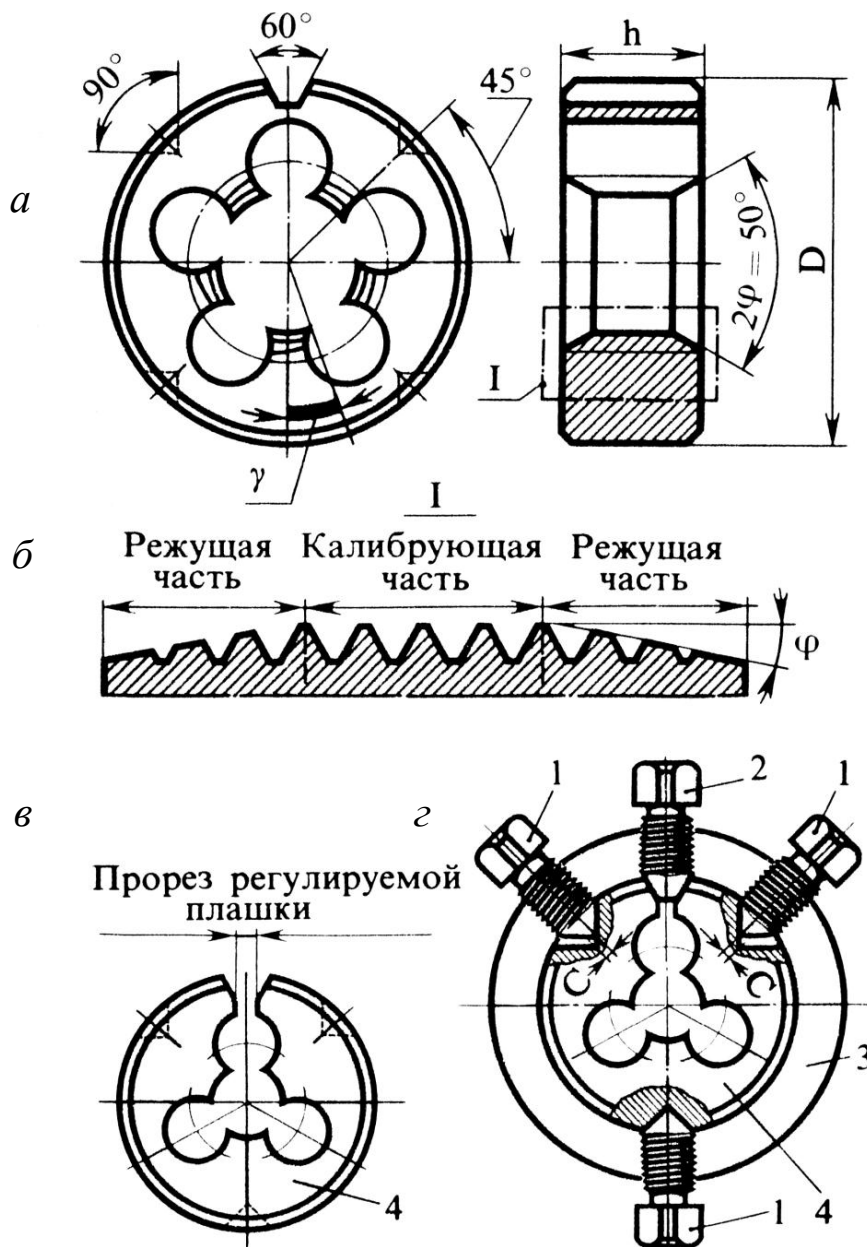
### **5.3 НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ**

Наружную резьбу нарезают плашками вручную и на станках.

В зависимости от конструкции плашки подразделяют на круглые, накатные, раздвижные (призматические или клупповые).

Наиболее широко применяют круглые плашки (лерки), их изготавливают цельными и разрезными.

Цельная плашка (рисунок 26, *а*, *б*) представляет собой стальную закалённую гайку, в которой через резьбу прорезаны 3 – 8 сквозных продольных отверстия, которые образуют режущие кромки и служат для выхода стружки. С обеих сторон плашки имеются заборные части длиной  $1\frac{1}{2}$  – 2 нитки которые выполняют работу резания, а на цилиндрической части резьбы – калибрующая часть (5 – 6 ниток), которая калибрует резьбу по размеру и шероховатости.



1 – зажимные винты; 2 – регулирующий винт;  
3 – плашкодержатель; 4 – плашка

Рисунок 26 – Резьбонарезная плашка:

*a* – вид цельной плашки в плане; *б* – элементы резьбы плашки;  
*в* – разрезная регулируемая плашка; *г* – закрепление плашки в  
плашкодержателе

Эти плашки применяют при нарезании резьбы диаметром до 52 мм за один проход.

Плашки используются с двух сторон: после износа заборного конуса с одной стороны плашку поворачивают в плашкодержателе и работу ведут другой стороной.

На торце плашки маркируется размер резьбы и материал плашки.

Диаметры *цельных* круглых плашек предусмотрены стандартом для метрической резьбы – от 1 до 76 мм, для дюймовой – от 1/4" до 2" , для трубной – от 1/8" до 1 1/2".

Круглые плашки при нарезании резьбы вручную закрепляют в специальном воротке.

*Разрезные плашки* (рисунок 26, б) в отличие от цельных имеют прорезь (0,5 – 1,5 мм), позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1 – 0,25 мм. Вследствие пониженной жёсткости нарезаемая этими плашками резьба имеет недостаточно точный профиль.

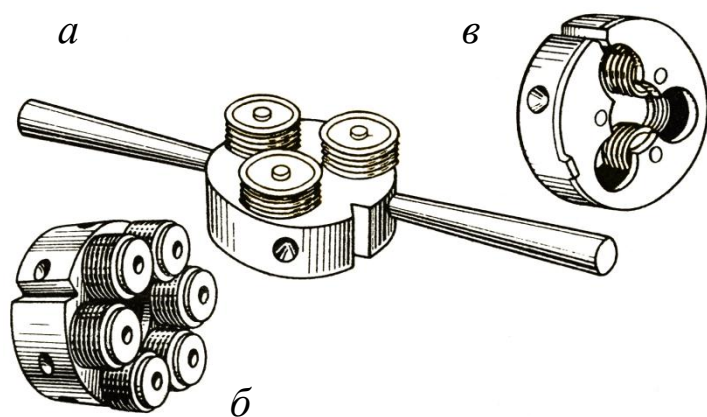


Рисунок 27 – Резьбонакатные плашки:  
*а* – малогабаритная типа МПН;  
*б* – резьбонакатная типа НПН;  
*в* – для накатывания на тонкостенных трубах

Резьбонакатные плашки, применяют для накатывания точных профилей резьбы. Резьбонакатные плашки (рисунок 27, а) имеют корпус, на котором устанавливают накатные ролики с резьбой.



Ролики можно регулировать на размер нарезаемой резьбы. Плашки вращают двумя рукоятками; ввертываемыми в корпус.

С помощью резьбонакатных плашек нарезают резьбы диаметром от 4 до 33 мм и шагом от 0,7 до 2 мм 6 – 8-го квалитетов. Накатку выполняют на станках, а также вручную. Резьба получается более прочной, поскольку волокна металла в винтах не перерезаются. Кроме того, благодаря давлению плашек волокна упрочняются. Так как резьба только выдавливается, поверхность получается более чистой. Накатывание резьбы производится так же, как и нарезание клуппами.

На рисунке 27, б показана резьбонакатная малогабаритная плашка типа НПН, применяемая для накатывания резьб М6 и М12 на сверлильных и токарных станках.

Плашка, изображённая на рисунке 27 в, предназначена для накатывания резьб на тонкостенных трубах на сверлильных и токарных станках, а также вручную.

*Раздвижные (призматические) плашки* в отличие от круглых состоят из двух половинок, называемых полуплашками (рисунок 28, а). На каждой из них указаны размер наружной резьбы и цифра 1 или 2 для правильного закрепления в приспособлении (клуппе). На наружной стороне полуплашек имеются угловые канавки (пазы), которыми они устанавливаются в выступы клуппа.

Для равномерного распределения давления винта на полуплашки во избежание перекоса между полуплашками и винтом помещают сухарь.

Раздвижные (призматические) плашки изготавливают комплектами по 4 – 5 пар в каждом; каждую пару по мере необходимости вставляют в клупп. Раздвижные плашки изготавливают для метрической резьбы размером от М6 до М52 мм, для дюймовой – от  $\frac{1}{4}$ " до 2" и для трубной резьбы – от  $\frac{1}{8}$ " до  $1\frac{3}{4}$ ". Раздвижную плашку закрепляют в клуппе (рисунок 28 б), который состоит из косой рамки 1 с двумя рукоятками 2 и зажимного винта 5. Полуплашки 3 вставляют в выступы рамки, вводят сухарь 4 и закрепляют винтом 5. Клуппы, в которых устанавливают призматические плашки, изготавливают шести размеров – от № 1 до № 6. Работа клуппом показана на рисунке 28, в.

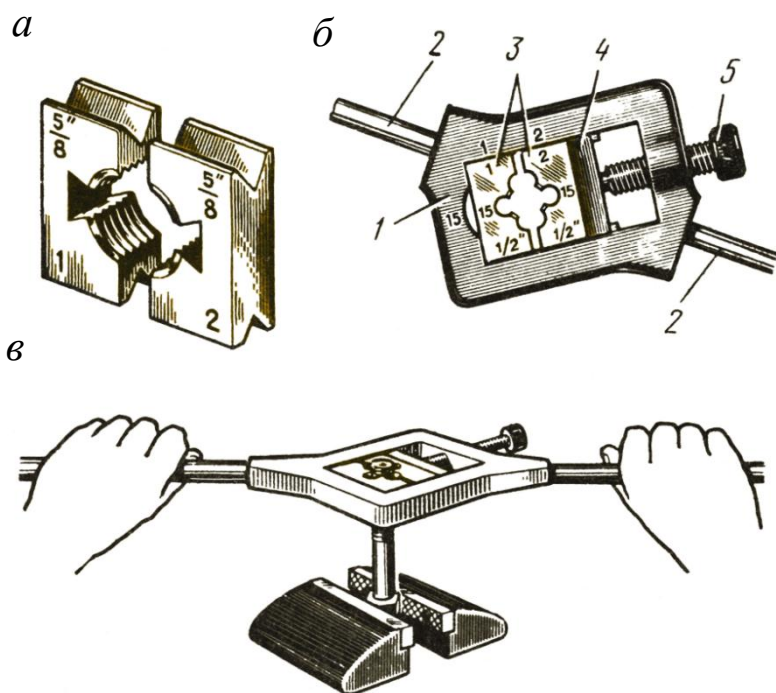


Рисунок 28 – Раздвижные призматические плашки:  
 а – полуплашки;  
 б – клупп;  
 в – нарезание резьбы

*Нарезание наружной резьбы.* При нарезании резьбы плашкой надо иметь в виду, что в процессе образования профиля резьбы металл изделия, особенно сталь, медь и др., «тянется», диаметр стержня увеличивается. Вследствие этого усиливается давление на поверхность плашки, что приводит к её нагреву и прилипанию частиц металла, поэтому резьба получается рваной.

При выборе диаметра стержня под наружную резьбу следует руководствоваться теми же соображениями, что при выборе отверстий под внутреннюю резьбу. Хорошее качество резьбы можно получить в случае, если диаметр стержня на 0,3 – 0,4 мм меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы. Если диаметр стержня будет значительно меньше требуемого, то резьба получится неполной; если же диаметр стержня будет больше, то плашка или не сможет быть навинчена на стержень и конец стержня будет испорчен, или во время нарезания зубья плашки вследствие перегрузки могут сломаться.

При нарезании резьбы плашкой вручную стержень закрепляют в тисках так, чтобы выступающий над уровнем губок конец его был на 20 – 25 мм больше длины нарезаемой части (рисунок 29). Для обеспечения врезания на верхнем конце стержня снимают фаску.

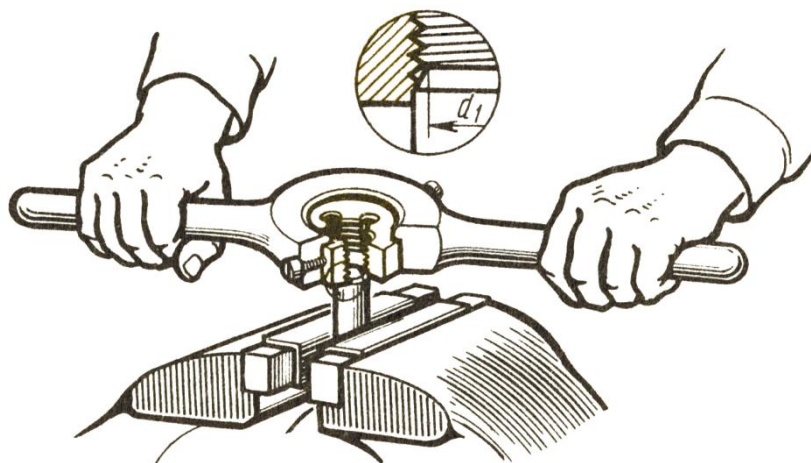


Рисунок 29 – Нарезание резьбы плашкой

Затем на стержень накладывают закреплённую в клупп плашку и с небольшим нажимом вращают клупп так, чтобы плашка врезалась примерно на одну-две нитки. После этого нарезаемую часть стержня смазывают маслом и вращают клупп с равномерным давлением на обе рукоятки так, как при нарезании метчиком, т. е. один-два оборота вправо и пол-оборота влево.

Для предупреждения брака и поломки зубьев плашки необходимо следить за перпендикулярным положением плашки по отношению к стержню: плашка должна врезаться в стержень без перекоса.

Нарезанную внутреннюю резьбу проверяют резьбовыми калибрами-пробками, а наружную – резьбовыми микрометрами или резьбовыми калибрами-кольцами и резьбовыми шаблонами.

Плашками вручную нарезают резьбу по 8 – 9-му квалитетам.

*Нарезание резьбы клуппами* проводят в следующем порядке. Устанавливают в клупп плашки и раздвигают их на размер несколько больший, чем диаметр нарезаемой заготовки, зажимают заготовку в тисках в вертикальном положении и запиливают на торце фаску, надевают клупп на стержень заготовки и плотно сдвигают плашки винтом.

Клупп с плашками, смазанными смешанным или осернённым маслом, поворачивают на 1 – 1½ оборота по часовой стрелке, затем на ¼ – ½ оборота обратно. Нарезав резьбу, клупп перемещают, вращая его в обратную сторону для схода на конец стержня, затем поджимают плашку винтом и проходят резьбу вторично.

Проверяя резьбу калибром или гайкой (в крайнем случае), повторяют проходы до получения резьбы нужного размера. По окончании работы плаш-

ки вынимают из клуппа, очищают от стружки, тщательно протирают и смазывают маслом.

*Нарезание резьбы на трубах.* Нарезание резьбы осуществляют: наружной – плашкой, внутренней – метчиком.

Клупп (рисунок 30, *a*) состоит из корпуса 2, длинных рукояток 1, четырёх плоских резьбовых плашек (гребёнок) 3, которые могут одновременно сближаться к центру или расходиться от него при повороте планшайбы 4. Благодаря этому одним и тем же клуппом можно пользоваться для нарезания труб разных диаметров.

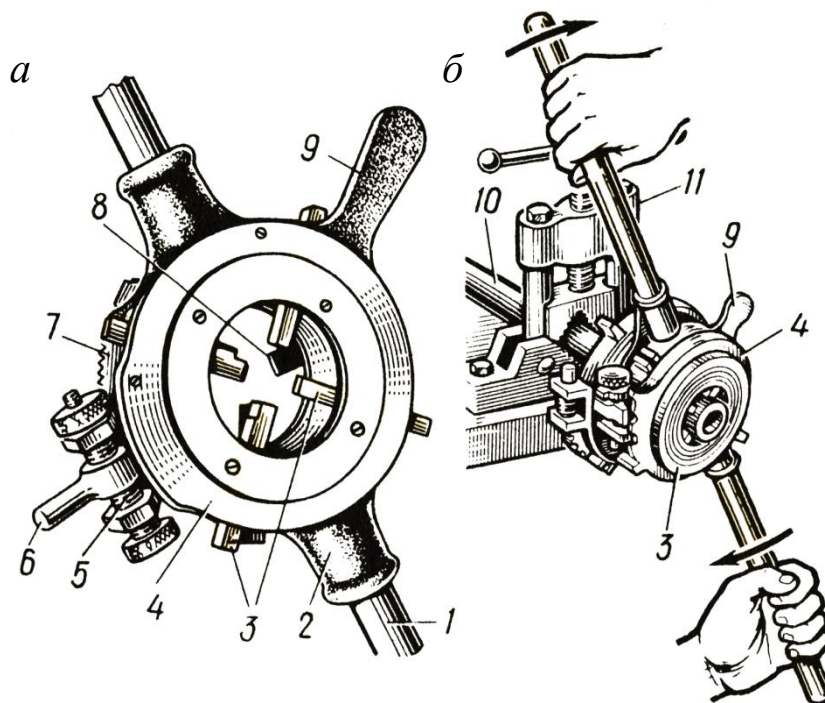


Рисунок 30 – Клупп трубный для резьб размером от  $\frac{1}{2}$ " до 2" с раздвижными плашки:

*a* – устройство;

*б* – приём нарезания резьбы

Плашки 3 в зависимости от диаметра трубы устанавливают вращением червяка 5, находящегося в сцеплении с зубчатым сектором 7, а после установки нужного размера стопорят нажимом рычага 6. Точная установка резьбовых плашек на нужный диаметр осуществляется по делениям (нониусу) на корпусе клуппа.

Кроме четырёх резьбовых плашек 3 в корпусе 2 клуппа установлены направляющие плашки 8 (гладкие, без резьбы), которые обеспечивают устойчивое положение клуппа на трубе при нарезании резьбы.

К клуппу прилагаются несколько комплектов плашек (гребёнок), допускающих нарезание трубных резьб диаметром от  $\frac{1}{2}$ " до 3".

Нарезание трубной резьбы клуппом осуществлять в таком порядке:

- осмотреть плашки: внешний вид, стружечные канавки, которые должны быть чистыми без заусенцев и других пороков. Режущие кромки должны быть острыми, без задиров, завалов и выкрошенных мест и изломов;
- конец нарезаемой трубы 10 закрепить в трубном прижиме 11 (рисунок 30, б);
- часть трубы, на которой будет нарезаться резьба, смазать смазочно-охлаждающей жидкостью;
- установить клупп на трубу и сблизить плашки с нажимом, рассчитанным так, чтобы резьба была нарезана в несколько проходов (для диаметров до 1" достаточно два прохода, а для диаметров больше 1" – три прохода);
- вращать клупп вокруг трубы в четыре приёма, т. е. за каждый приём повернуть примерно на  $90^\circ$ ;
- не свертывая клуппа с трубы, рукояткой 9 планшайбы 4 раздвинуть плашки 3, и тогда клупп снимается свободно с трубы;
- проверить качество нарезанной резьбы; клупп с плашками тщательно протереть, смазать минеральным маслом.

*Механизация нарезания резьбы.* Нарезание резьбы вручную является малопроизводительной и трудоёмкой операцией, поэтому при возможности стремятся применить средства механизации.

Для механизации процесса нарезания резьбы в крупногабаритных деталях, а также при монтаже (сборке) изделий применяют такие специальные ручные механизированные инструменты, как электрорезьбонарезатели, пневматические резьбонарезатели и электро-и пневмосверлилки, оснащённые специальными насадками.

*Нарезание резьбы в отверстиях на сверлильных станках* является наиболее производительным способом. Нарезание осуществляют с помощью *предохранительного патрона*, в котором метчик закрепляют на допустимое усилие. При нарезании резьбы в глухом отверстии метчик упирается в дно отверстия, при этом автоматически прекращается вращение.

В приложении Г приведены наиболее часто встречающиеся виды брака, причины его появления и способы предотвращения.

## 6. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКАХ

Нарезание резьбы резцами является характерной операцией токарно-винторезного станка. Современные токарно-винторезные станки позволяют нарезать наружную и внутреннюю резьбу (рисунок 31) различных видов: метрическую, модульную, дюймовую, питчевую, причем эти резьбы могут быть как однозаходными, так и многозаходными.

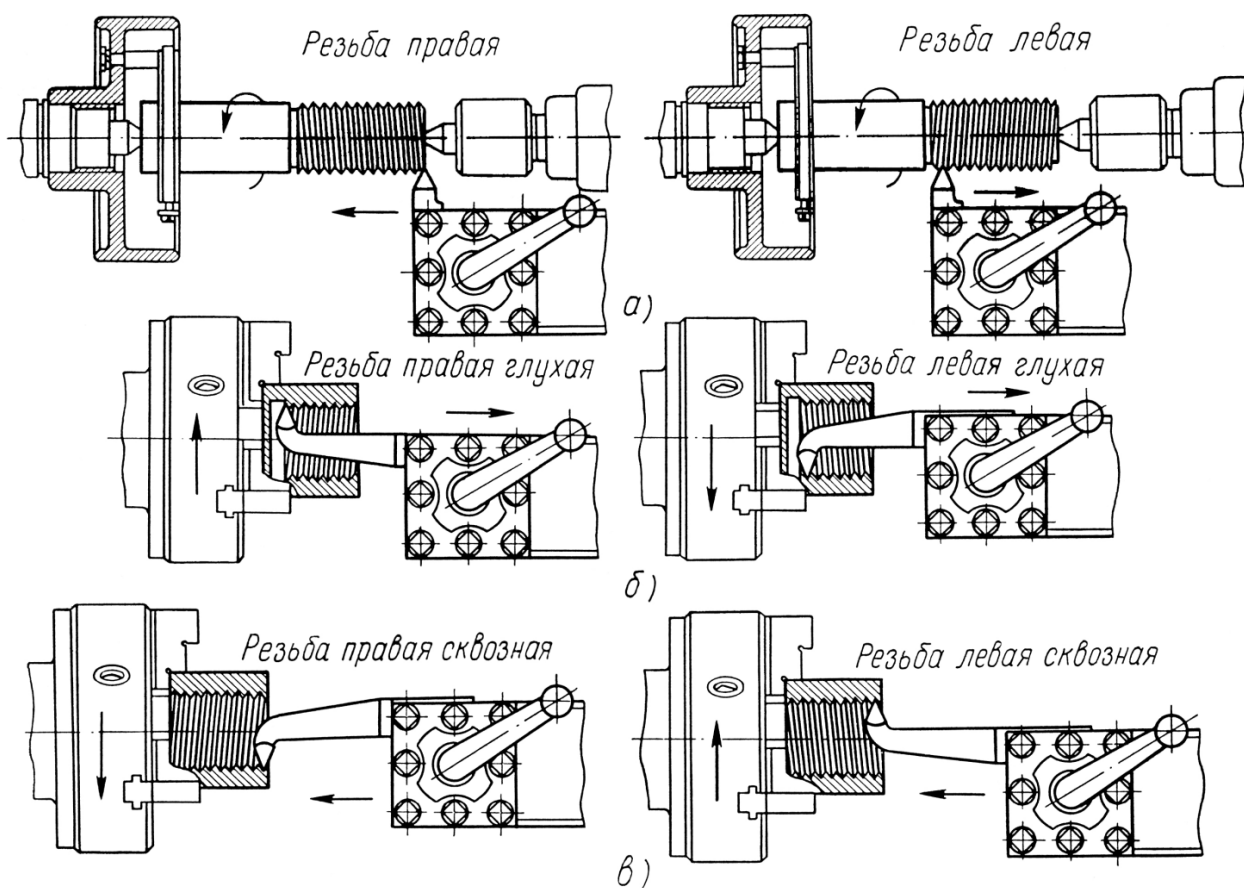


Рисунок 31 – Схема нарезания различных резьб:

- а* – правая и левая;
- б* – правая и левая глухие;
- в* – правая и левая сквозные

Точные резьбы нарезают на прецизионных токарно-винторезных станках, снабжённых специальным корректирующим устройством для устранения погрешностей шага ходового винта станка.

**Установка резца.** Чтобы профиль нарезаемой резьбы был точным, резец устанавливают по шаблону (рисунок 32). На шаблоне имеются вырезы, угол между боковыми сторонами которых равен углу профиля резьбы. При установке резца шаблон должен касаться обточенной под резьбу цилиндрической поверхности по образующей, расположенной на высоте линии центров.

Режущие кромки резца должны лежать в плоскости, проходящей через ось изделия, иначе профиль резьбы искажается.

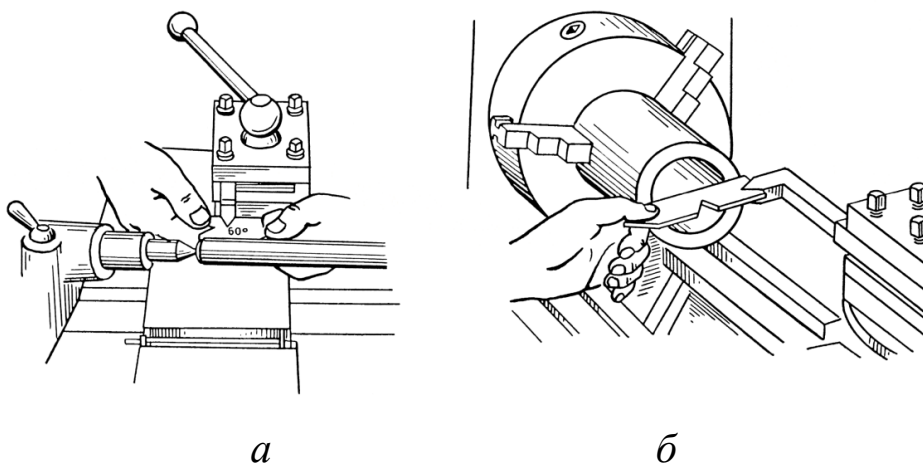


Рисунок 32 – Установка резца по шаблону:

*a* – при нарезании наружной резьбы;

*б* – внутренней

## 6.1 СПОСОБЫ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ

Нарезание резьбы резцами на токарных станках выполняется за несколько проходов. После каждого прохода резец отводят в исходное положение, затем устанавливают по нониусу винта поперечной подачи требуемую глубину резания (рисунок 33, *a*) и повторяют проход.



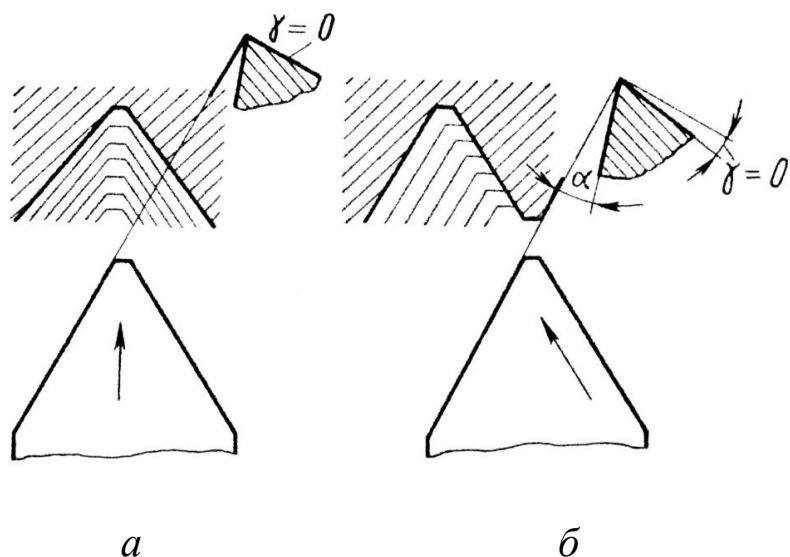


Рисунок 33 – Схемы установок резца при нарезании резьбы

Рекомендуется, кроме того, перед рабочим проходом резца смещать его на 0,1 – 0,15 мм поочередно вправо или влево осевой подачей верхнего суппорта. При этом условии работает одна режущая кромка и не происходит сталкивания стружек, образующихся при работе двух кромок и портящих поверхность нарезаемой резьбы. Резьбовой резец имеет передний угол  $7^\circ - 0^\circ$ .

Этот способ применяют для нарезания резьб с малым шагом (до 2 мм) с врезанием в поперечном направлении на каждый проход на глубину 0,05 – 0,2 мм.

Резьбу с шагом более 2 мм нарезают путём подачи резца вдоль стороны профиля (рисунок 33, б). Резец в этом случае имеет передний угол  $\gamma > 0$ , что облегчает процесс резания.

Глубину резания устанавливают путём перемещения верхних салазок суппорта, закреплённых под углом  $30^\circ$  к оси профиля резьбы, если нарезается метрическая резьба, и под углом  $27^\circ 30'$  если нарезаются дюймовая и трубная резьбы. Следует отметить, что при нарезании по этому способу получается искажение профиля, поэтому такой способ применим лишь для чернового нарезания резьбы.

При нарезании правой резьбы шпинделю дают прямой ход и подачу от задней бабки к передней. При нарезании левой резьбы шпиндель также имеет прямой ход, но подача осуществляется от передней бабки к задней путём переключения трензеля.



При нарезании резьб рекомендуется применять смазочно-охлаждающие жидкости (эмульсии, сурепное масло, сульфифрезол), которые увеличивают стойкость инструмента и уменьшают шероховатость поверхности.

Прямоугольная резьба имеет профиль в виде прямоугольника с глубиной резьбы, равной половине шага. Винты с прямоугольной резьбой могут быть однозаходными и многозаходными и применяются для передачи движения. Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом при вершине  $30^\circ$ .

Нарезание прямоугольной и трапецеидальной резьб является одной из наиболее сложных токарных работ. Для нарезания прямоугольной резьбы применяют специальный резец, профиль которого затачивают по специальному шаблону. У таких резцов передний угол обычно равен нулю, а главный задний угол составляет  $5 - 6^\circ$ . Кроме того, на боковых поверхностях резца с обеих сторон выполняют поднутрение с углами  $2 - 3^\circ$ .

Главное режущее лезвие устанавливают параллельно оси детали и точно по линии центра станка. В этом случае углы на боковых поверхностях будут различны. Трапецеидальную резьбу с большим углом подъёма нарезают подобно прямоугольной резьбе.

***Попадание резцов в винтовую канавку при новых проходах.*** После каждого прохода резца суппорт приходится возвращать в исходное положение. При нарезании резьбы небольшой длины возврат суппорта осуществляется при обратном ходе станка, без выключения разъёмной гайки. Если же нарезается длинный винт, возврат суппорта таким способом требует много времени. Поэтому в таких случаях перемещают суппорт в начальное положение вручную, выключая разъёмную гайку станка.

При включении этой гайки для следующего прохода резца необходимо знать, является ли нарезаемая резьба «чётной» или «нечётной».

*Чётной* называется резьба, если её шаг делится без остатка на шаг резьбы ходового винта, или наоборот, шаг резьбы ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы.

*Нечётной* называется резьба, если деление получается с остатком.

При нарезании чётной резьбы разъёмную гайку можно включать в любой момент. Резец при этом всегда точно попадает в ранее нарезанную винтовую канавку. При нарезании нечётной резьбы можно включать разъёмную гайку только при определенном положении ходового винта относительно нарезаемого; в противном случае резец не попадёт в винтовую канавку и резьба окажется перерезанной.

Для предотвращения этого поступают так: устанавливают суппорт в то положение, при котором должно быть начато нарезание резьбы, отмечают это положение (например, мелом на суппорте и такой же чертой против неё на станине станка) и пускают станок в ход.

После первого прохода, не выключая разъёмной гайки, отводят резец от детали (поперечной подачей) и останавливают станок. Затем делают пометки 4 и 3 мелом (рисунок 34) на ходовом винте и его подшипнике, а также 2 и 1 на шпинделе и подшипнике передней бабки. Возвратив суппорт в исходное положение вручную, включают разъёмную гайку, в тот момент, когда все пометки займут первоначальное положение.

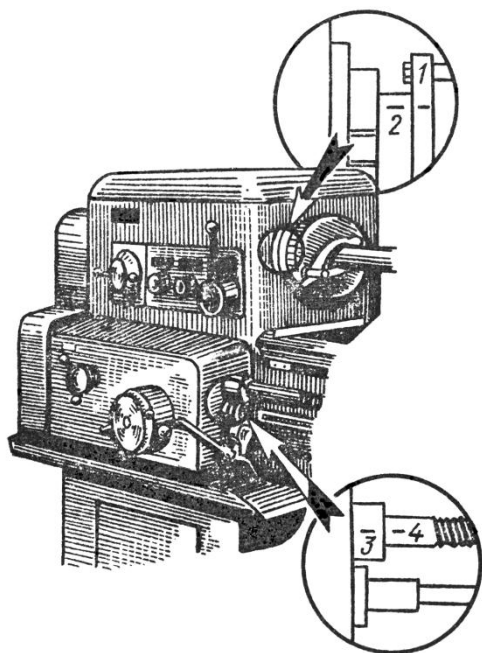


Рисунок 34 – Пометки на ходовом винте и шпинделе станка при нарезании нечётной резьбы

**Особенности нарезания левой резьбы.** При нарезании левой резьбы, необходимо, чтобы при обычном направлении вращения шпинделя суппорт перемещался (при рабочем проходе резца) от передней бабки к задней. Это достигается соответствующей установкой реверса подачи (трэнзеля). Нарезание резьбы ведётся «на выход» от левого конца детали, для чего используется канавка на детали (рисунок 35).

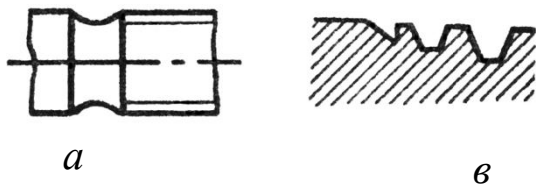
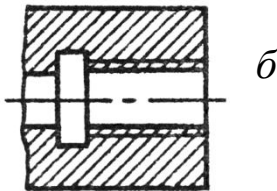


Рисунок 35 – Канавки (а, б) для выхода резьбового резца и сбег резьбы (в)



Нарезание внутренней левой резьбы следует производить при левом (обратном) вращении шпинделя, сообщая резцу подачу в направлении от задней бабки к передней.

При таком способе токарь может наблюдать заход резца в материал и осуществлять предварительные измерения резьбы.

Нарезание внутренней левой резьбы следует производить при левом (обратном) вращении шпинделя, сообщая резцу подачу в направлении от задней бабки к передней.

При таком способе токарь может наблюдать заход резца в материал и осуществлять предварительные измерения резьбы.

**Скорости резания при нарезании резьбы.** Скорости резания быстрорежущими резцами (марки P18) при черновом нарезании наружной резьбы с шагом от 2,5 до 6 мм на проход на деталях из стали средней твёрдости принимаются в пределах 35–20 м/мин, а на деталях из чугуна средней твёрдости 15–10 м/мин. При чистовом нарезании резьбы скорость резания при указанных условиях должна быть примерно в два раза больше.

В том и другом случаях чем больше шаг нарезаемой резьбы, тем меньше должна быть скорость резания. При отделочных проходах, которыми обычно заканчивается нарезание резьбы, скорость резания должна быть около 4 м/мин. При нарезании треугольных резьб с шагом от 2 до 6 мм на деталях из стали средней твёрдости твёрдосплавными резцами с пластинками Т15К6 скорость резания выбирается в пределах 100–150 м/мин.

При нарезании внутренних резьб скорости резания можно принимать по указанным выше данным, умножая их значения на 0,8.

**Нарезание резьбы на высоких скоростях.** Нарезание резьбы твёрдосплавными резцами на высоких скоростях резания не позволяет токарю уследить за своевременным выводом резца из канавок (см. рисунок 35) при

нарезании как наружных, так, тем более, и внутренних резьб. Поэтому, в таких случаях резьбу нарезают «на выход» с перемещением суппорта от передней бабки к задней при левом вращении шпинделя. Для нарезания внутренних резьб используется левый резьбовой резец.

**Охлаждение при нарезании резьбы.** Охлаждение при нарезании резьбы быстрорежущими резцами имеет исключительно большое значение, так как не только даёт возможность повышать скорость резания, но и способствует получению чистой поверхности резьбы. Лучшей смазочно-охлаждающей жидкостью при нарезании резьбы на стальных деталях является смесь растительных масел с керосином или скипидаром. Почти равноценные результаты даёт сульфофрезол. Эмульсия, применяемая при этой работе, позволяет повышать скорости резания, но меньше способствует получению чистой поверхности резьбы, чем масло. Резьба на чугунных деталях нарезается в большинстве случаев всухую, а при очень твёрдом чугуне с охлаждением керосином.

## **6.2 НАСТРОЙКА СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ ОДНОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ**

Образование резьбы на изделии происходит в результате согласованных движений вращения изделий и перемещения суппорта. Перемещение – подача суппорта при нарезке резьбы осуществляется от ходового винта через разъёмную (маточную) гайку.

Современные токарно-винторезные станки имеют развитую коробку подач, обеспечивающую настройку, практически на любой заданный шаг резьбы, без помощи сменных зубчатых колёс гитарного механизма.

Наряду с новыми моделями станков встречаются станки более раннего выпуска, которые настраивают для нарезки резьбы подбором сменных зубчатых колёс. Кроме того, при нарезании точных резьб настройку современных станков также ведут сменными зубчатыми колёсами (рисунок 3б).

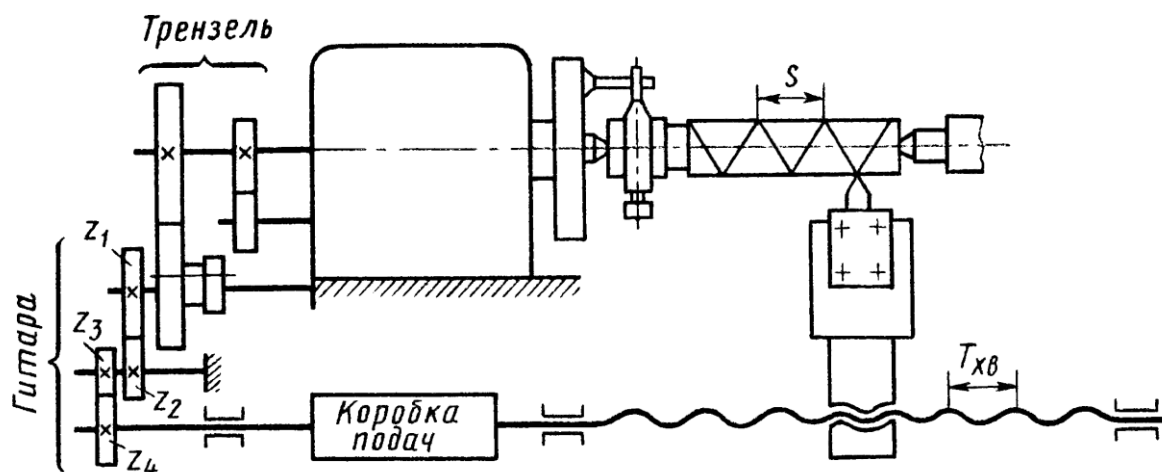


Рисунок 36 – Схема нарезания резьбы на токарно-винтовом станке

Различают два набора сменных зубчатых колёс: тройчатый и пятковый. В *тройчатом* наборе на колесах число зубьев кратно трём: 18, 21, 27 до 120. В *пятковом* наборе на колесах число зубьев кратно пяти: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120. Кроме того, в обоих наборах имеются колеса с числом зубьев 127.

Величину 25,4 мм (дюйм) представляют, как  $\frac{127}{5}$ , колесо с 127 зубьями включено для нарезки дюймовой резьбы, где шаг измеряется в количестве ниток на один дюйм ( $P = \frac{25,4}{n}$ , где  $n$  – число ниток на дюйм).

Для настройки станка без коробки подач при нарезке *метрической* резьбы необходимо подобрать зубчатые сменные колёса гитарного механизма из условия, что передаточное отношение  $i_{см}$  их равно шагу нарезаемой резьбы  $P$ , делённому на шаг резьбы ходового винта станка  $T_{х.в.}$ , т. е.:

$$i_{см} = \frac{P}{T_{х.в.}}$$

Полученное числовое значение  $i_{см}$  приравнивается:

$$i_{см} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

Для определения чисел зубьев шестерён  $Z_1; Z_2; Z_3; Z_4$  следует числитель и знаменатель дроби, выражающей передаточное отношение этих шестерён разбить на две дроби и каждую умножить на число, чтобы числитель и знаменатель были равны числам зубьев сменных шестерён имеющегося набора.

Для обеспечения сцепляемости колёс гитарного механизма необходимо выдерживать следующие неравенства:

$$\begin{aligned} Z_1 + Z_2 &> Z_3 + 15, \\ Z_3 + Z_4 &> Z_2 + 15. \end{aligned}$$

У станков с коробкой подач подбор сменных зубчатых колёс гитарного механизма ведут, используя формулу:

$$i_{\text{см}} = \frac{P}{T_{\text{х.в.}} \cdot i_{\text{к}}},$$

где  $i_{\text{к}}$  – передаточное отношение коробки подач.

Рассмотрим пример подбора сменных зубчатых колёс применительно к станку, имеющему шаг ходового винта  $T_{\text{хв}} = 12$  мм

*Пример 1.* Нарезать метрическую резьбу  $d = 20$  мм с шагом

$$P = 2 \text{ мм.}$$

$$i_{\text{см}} = \frac{P}{T_{\text{х.в.}}} = \frac{2}{12} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{25}{50} \cdot \frac{30}{90}.$$

Проверка на сцепляемость колёс:

$$Z_1 + Z_2 > Z_3 + 15; \quad 25 + 50 > 30 + 15,$$

$$Z_3 + Z_4 > Z_2 + 15; \quad 30 + 90 > 50 + 15.$$

Условие сцепляемости выполнено.

*Пример 2.* Нарезать дюймовую резьбу 4" имеющую 3 нитки на дюйме с шагом  $P = \frac{25,4}{n} = \frac{25,4}{3}$  мм.

$$i_{\text{см}} = \frac{P}{T_{\text{х.в.}}} = \frac{25,4}{3 \cdot 12} = \frac{127}{5 \cdot 3 \cdot 12} = \frac{10}{15} \cdot \frac{127}{120} = \frac{60}{90} \cdot \frac{127}{120}.$$

Условие сцепляемости выполнено:

$$60 + 90 > 127 + 15,$$

$$127 + 120 > 90 + 15.$$

### 6.3 НАРЕЗАНИЕ МНОГОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ

В ряде случаев винты выполняют двухзаходными, трёхзаходными и т. д. У таких резьб шаг, высота и внутренний диаметр остаются такими же, как и у однозаходной резьбы. Однако ход резьбы, т. е. расстояние, измеренное вдоль оси винта между одноименными точками одной и той же нитки, больше шага резьбы на величину, определяемую числом заходов:

$$P = t \cdot Z^1,$$

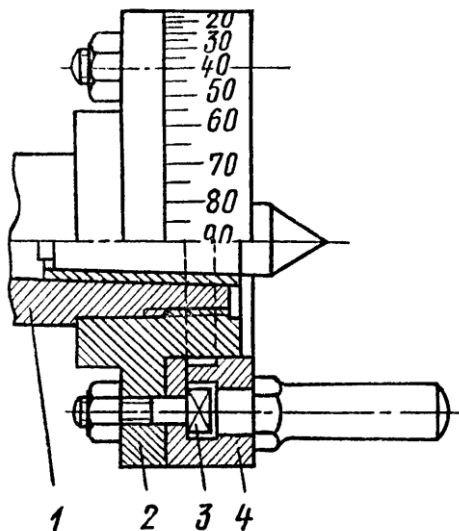
где  $t$  – шаг резьбы в мм;

$Z^1$  – число заходов.

Нарезание многозаходной резьбы имеет ту особенность, что после нарезания одной нитки поворачивают нарезаемую деталь (при неподвижном резце) на угол, равный  $\frac{360^\circ}{Z^1}$  (где  $Z^1$  – число заходов нарезаемой резьбы) и нарезают следующую нитку (заход). Деление многозаходных резьб на заходы можно производить несколькими способами.

#### 1. Деление с помощью специальных делительных устройств

В качестве делительных устройств применяют патрон с нанесённой на корпусе шкалой в градусах (рисунок 37) или поводковый диск с точным расположением определенного количества отверстий (обычно 24 отверстия). Патрон состоит из двух дисков. Один диск по отношению к другому может быть, повернут на необходимый угол и закреплён в этом положении болтами. Нарезав одну нитку резьбы, поворачивают диск с поводком и деталь на требуемый угол.



1 – шпиндель; 2 – корпус делительного патрона; 3 – болт; 4 – кольцо

Рисунок 37 – Делительный патрон для нарезания многозаходной резьбы

### 2. Деление при помощи верхнего суппорта

После нарезания первой нитки резьбы суппорт смещают в осевом направлении на величину шага однозаходной резьбы и таким образом нарезают все остальные нитки. Отсчёт продольного перемещения производят по лимбу винта верхнего суппорта.

### 3. Деление с помощью сменных зубчатых колёс

Условиями осуществления данного метода является деление без остатка числа зубьев ведущего колеса гитары  $Z$  на число заходов резьбы и равенство передаточного отношения трензеля единице ( $i_{тр} = 1$ ). После нарезания первой нитки наносят мелом риску посередине зуба ведущего колеса и соответствующей впадины промежуточного колеса.

От риски отсчитывают требуемое число зубьев  $\frac{Z}{Z^1}$  (где  $Z^1$  – число заходов резьбы) и последний зуб отмечают риской. После этого гитарный механизм расцепляется и шпиндель поворачивают на требуемый угол (до совпадения рисок на колесах). Затем колеса сцепляются и производят нарезание второго захода резьбы. Последующие нитки нарезают тем же способом.



## 6.4 НАРЕЗАНИЕ ТОРЦЕВЫХ СПИРАЛЕЙ

Производят с поперечной подачей в несколько проходов, после каждого прохода резец отводят и сообщают ему обратный ход. Затем устанавливают требуемую глубину резания и повторяют проход.

## 6.5 НАРЕЗАНИЕ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ

Трапецеидальные резьбы крупнее треугольных и объём металла, подлежащего снятию, значительно больше.

С технологической точки зрения трапецеидальные резьбы целесообразно разбить на три группы: крупные (шаг резьбы более 25 мм), средние (шаг резьбы от 6 до 25 мм), мелкие (шаг резьбы менее 6 мм). Для многоходовых резьб указывают число заходов.

Мелкие резьбы нарезают профильным резцом за 1 проход и лишь резьбы высокой точности калибруют отделочным резцом. Черновое нарезание многоходовых резьб производят резцом, передняя грань которого установлена в плоскости, нормальной к винтовой линии на среднем диаметре резьбы. Такая установка резца искажает профиль резьбы, поэтому при чистовом нарезании необходимо либо корректировать профиль резца, либо установить его так, чтобы режущие кромки находились в осевой плоскости.

Очень важно обеспечить правильное относительное расположение витков резьбы, т. е. постоянную величину шага нарезки.

*Применяются следующие способы деления витков:*

1. Деталь вместе со шпинделем поворачивают на  $1/K$  оборота при неподвижном ходовом винте ( $K$  – число заходов нарезаемой резьбы). Шпиндель имеет делительный диск (рисунок 38).

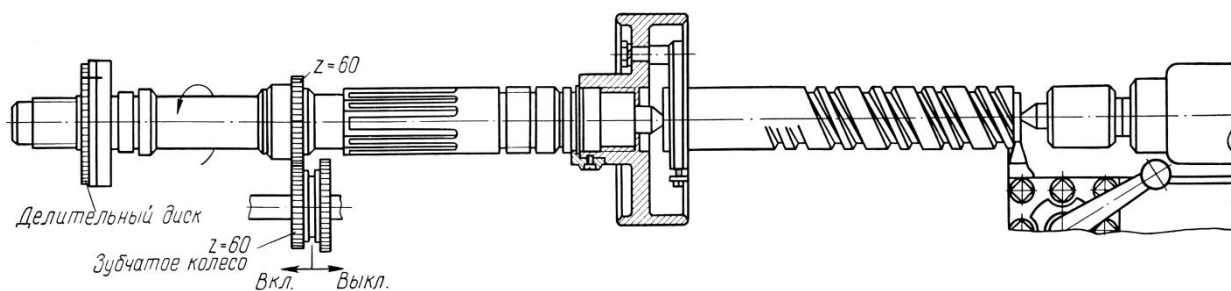


Рисунок 38 – Поворот изделия с помощью делительного устройства шпинделя

2. Резец смещается в осевом направлении на шаг нарезаемого витка.
3. Деталь поворачивают на  $1/K$  оборота при неподвижном шпинделе. Поворот изделия с помощью делительного патрона.
4. Перемещение суппорта на шаг резьбы с отчётом по индикатору (рисунок 39).

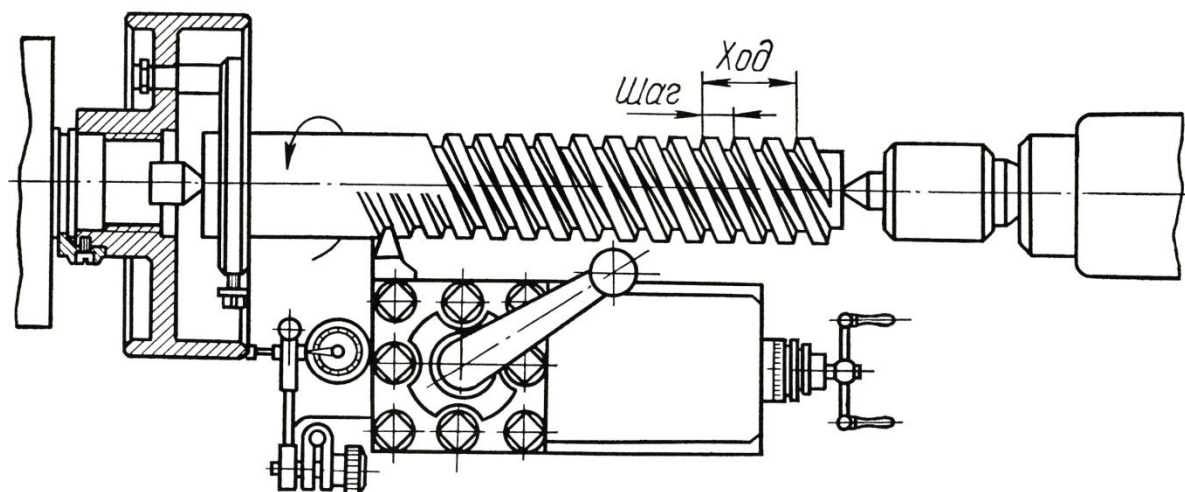


Рисунок 39 – Перемещение суппорта на шаг резьбы с отчётом по индикатору

На рисунке 40 показана последовательность образования профиля трапецеидальной резьбы с крупным шагом.

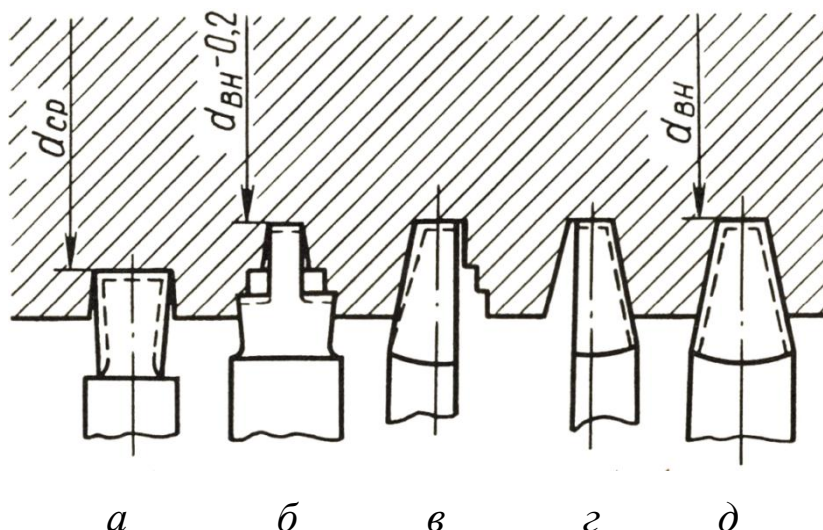


Рисунок 40 – Последовательность образования профиля трапецеидальной резьбы с крупным шагом:

- a* – предварительное прорезание резьбы;
- б* – прорезание канавки резцом ступенчатой формы;
- в* – профилирование одной стороны витка;
- г* – профилирование второй стороны витка;
- д* - колибрование чистовым резцом профиля резьбы

Важным условием получения правильного профиля резьбы является точное попадание резца в нарезанную при предыдущих проходах винтовую канавку (попадание в нитку). Для этого по окончании каждого прохода маточную гайку ходового винта не выключают, и суппорт возвращают в исходное положение реверсированием хода винта (шпиндель станка и ходовой винт получают обратное вращение).

Однако такой метод требует большой затраты времени, особенно, если нарезаются длинные резьбы с невысокими скоростями резания. Значительно быстрее можно отвести суппорт вручную, разомкнув предварительно маточную гайку.

Если шаг резьбы ходового винта, кратный шагу нарезаемой резьбы, резец попадает в нитку при включении маточной гайки в любом положении суппорта.

Если шаг винта не делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы, то включение самохода и попадание резца в нитку после возврата каретки суппорта в исходное положение возможно лишь в том случае, если с момента предыдущего включения маточной гайки ходовой винт изделия сделал целое число оборотов.

Чтобы правильно определить момент включения гайки для попадания резца в нитку, пользуются резьбоуказателями, имеющимися у токарно-винторезных станков современных конструкций. При коротких резьбах и при сложных передачах от шпинделя станка к ходовому винту (например, при нарезании метрических резьб на станках, ходовой винт которых имеет дюймовую резьбу) приходится довольно долго ожидать момента, когда можно включить маточную гайку. В таких случаях выгоднее переместить суппорт в исходное положение путем реверсирования ходового винта.

## **7. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ, МЕТЧИКАМИ И РЕЗЬБОНАРЕЗНЫМИ ГОЛОВКАМИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ**

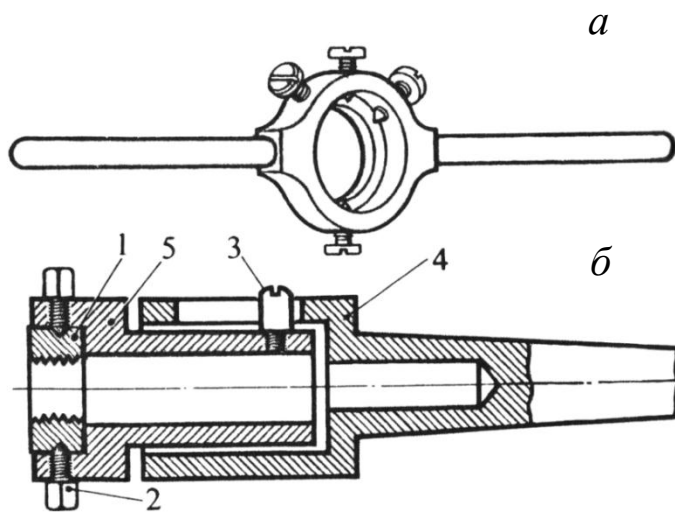
На токарных станках, кроме резьбовых резцов, используют для нарезания наружных резьб плашки, а для внутренних – метчики и резьбонарезные головки. Эти же инструменты применяют при нарезании резьб на токарно-револьверных, токарных автоматах и сверлильных станках.

### **7.1 НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ**

Резьбонарезная плашка крепится в ручном плашкодержателе-воротке (рисунок 41, *а*) или в самоустанавливающемся плашкодержателе (рисунок 41, *б*), который вставляется в пиноль задней бабки токарного станка.

При нарезании резьбы плашкой на станке, плашка закреплена в ручном плашкодержателе, её подводят к заготовке, подпирая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки, рукоятка плашкодержателя упирается в суппорт. После нарезания двух-трех витков с поджимом дальнейшая подача плашки происходит самозатягиванием.

Для устранения перекоса плашки плашкодержатель поджимают державкой, закреплённой в резцедержателе, а рукоятку плашкодержателя упирают в планку, которая также закреплена в резцедержателе (рисунок 42).

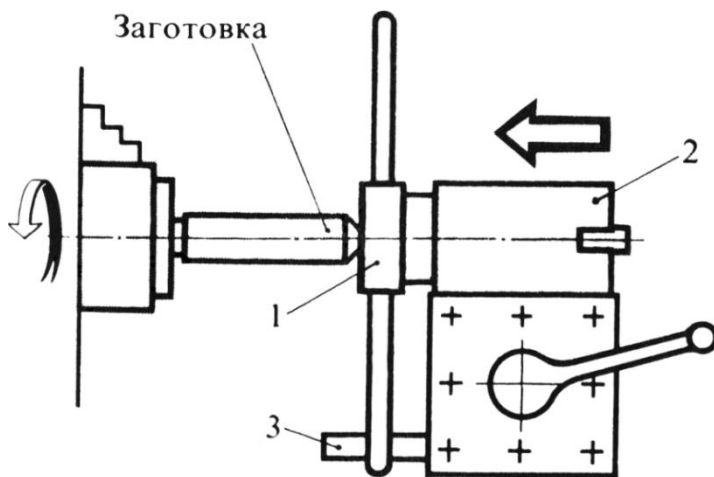


1 – плашка; 2 – винт;  
3 – штифт; 4 – корпус;  
5 – плашкодержатель

Рисунок 41 – Плашкодержатели:

*a* – ручной;

*б* – самоустанавливающийся, закрепляемый  
в задней бабке токарного станка



1 – плашка;  
2 – державка;  
3 – упорная планка

Рисунок 42 – Нарезание резьбы плашкой с применением  
упорной планки

Перед началом нарезания резьбы на конце заготовки следует проточить фаску для облегчения захода плашки.

Нарезание резьбы плашками на токарных станках выполняют со скоростью резания 2–4 м/мин по стали и чугуну и до 10 м/мин по цветным металлам.

## 7.2 НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

Чтобы метчик направлялся точно по оси обработанного отверстия, его закрепляют в качающуюся самовыдвижную оправку (рисунок 43).

Оправка устанавливается конусным хвостовиком в пиноль задней бабки, а метчик 1 вставляется хвостовиком в квадратное гнездо подвижной части оправки 2. При вращающейся заготовке метчик вводится в отверстие и легко подаётся вращением маховика задней бабки. Как только заборный конус нарежет две-три нитки, дальнейший поджим метчика не требуется: он будет сам ввинчиваться в резьбу и подвижная часть оправки 2, следуя за метчиком, будет выдвигаться из корпуса 4.

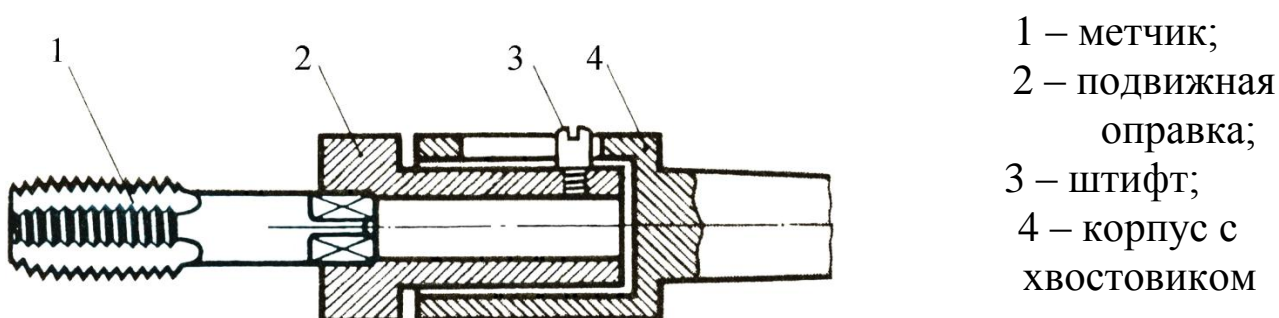
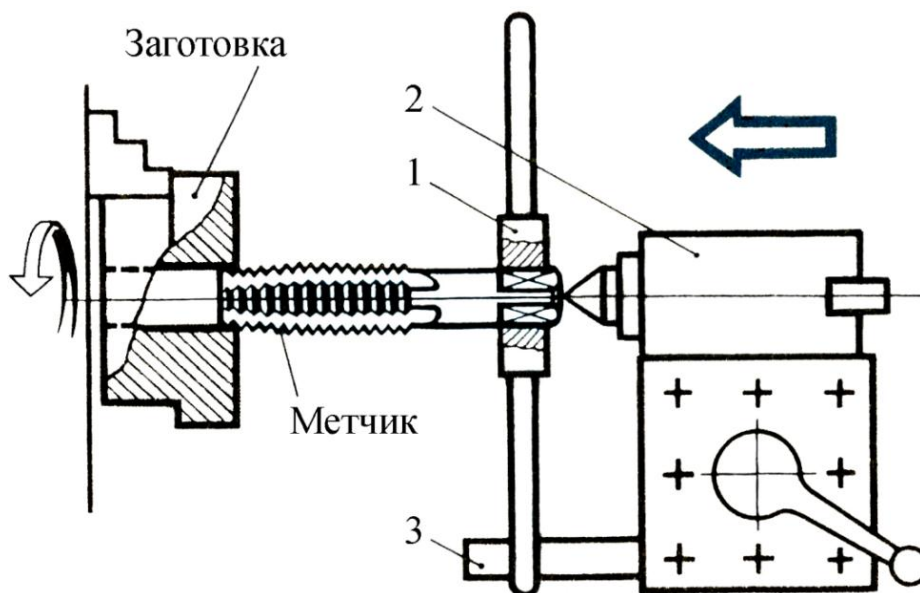


Рисунок 43 – Качающаяся самовыдвижная оправка (метчикодержатель)

При отсутствии специальной оправки можно пользоваться слесарным воротком, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Вороток нельзя удерживать вручную или упирать его

в направляющую станины, так как это может привести к перекосу, поломке метчика и травме рабочего. При использовании слесарного воротка в резцедержатель следует установить сверлильную державку с центром и упорную планку (рисунок 44).



1 – вороток; 2 – державка с центром; 3 – упорная планка

Рисунок 44 – Нарезание резьбы метчиком при помощи воротка:

Метчик поджимают центром, а вороток упирают в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не будет: устраняется опасность брака резьбы и поломки метчика.

*При работе таким способом следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой воротка и планкой.*

Если резьба глухая, то возникает опасность упора метчика в дно отверстия: это неизбежно ведёт к поломке метчика и срыву нарезанной резьбы. Существуют специальные предохранительные патроны с предохранительными муфтами для нарезания глухих резьб.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками принимается 7 – 15 м/мин.



### 7.3 НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ РЕЗЬБОНАРЕЗНЫМИ ГОЛОВКАМИ

Из резьбонарезных головок наиболее распространены самооткрывающиеся головки, особенностью которых является развод плашек после нарезания резьбы. Вследствие этого повышается производительность процесса резьбонарезания из-за исключения затрат времени на обратное свинчивание головки с нарезаемой детали. В зависимости от конструкции плашек имеются три типа резьбонарезных головок.

Головки с плоскими радиальными плашками (рисунок 45, *а*) имеют тот недостаток, что радиальные плашки допускают небольшое количество переточек. Эти головки распространены мало.

Головки с круглыми плашками (рисунок 45, *в*) наиболее распространены. Круглые плашки у этих головок допускают наибольшее число переточек.

Головки с тангенциальными плашками (рисунок 45, *б*) допускают большее число переточек.

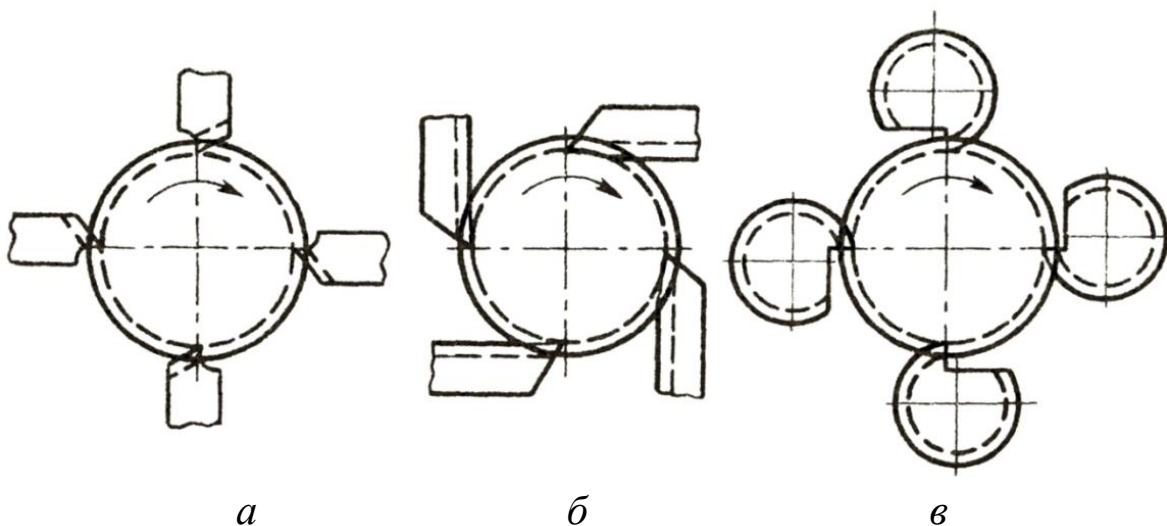


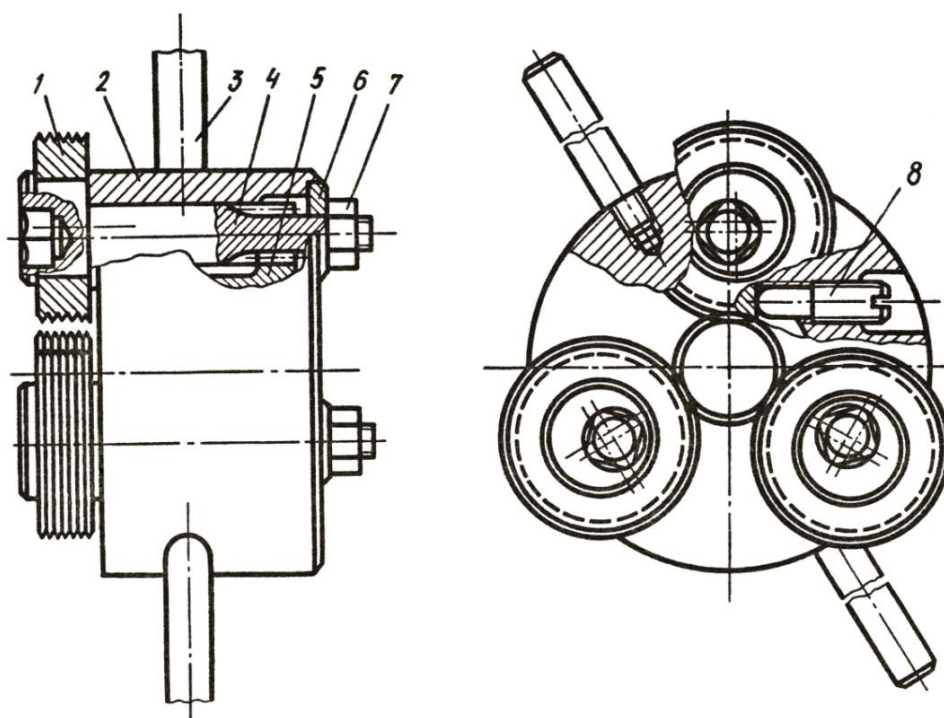
Рисунок 45 – Схема работы плашек резьбонарезных головок



## 8. НАКАТЫВАНИЕ РЕЗЬБЫ

Накатывание резьбы – один из наиболее производительных и экономичных методов получения резьбы в условиях массового и серийного производства, что обусловлено меньшей номенклатурой и стоимостью инструмента, большей производительностью, меньшим расходом инструмента, экономией материала, большей прочностью резьбы, малыми значениями шероховатости поверхности.

В промышленности широко применяют накатывание наружной резьбы резьбонакатными плашками (нераскрывающимися реверсивными резьбонакатными головками) на токарных и револьверных станках. Резьбонакатные плашки работают по принципу самозатягивания (рисунок 46).



1 – ролик; 2 – корпус; 3 – ручка; 4 – ось; 5 – колесо зубчатое;  
6 – шайба; 7 – гайка; 8 – винт

Рисунок 46 – Резьбонакатная плашка

При накатывании резьб применяют следующие СОЖ: для сталей – сульфифрезол или веретённое масло; для стали Х18Н9Т – смесь сульфифрезола (4 ч.), олеиновой кислоты (1 ч.) и керосина (1 ч.); для алюминиевых сплавов – керосин.

Номера накатной плашки следует выбирать по таблице 1.

Таблица 1 – Выбор резьбонакатных плашек

Номер плашки	Диаметр накатываемой резьбы, мм	Шаг резьбы, мм
НП-1	1–7	0,5–2
НП-2	8–16	
НП-3	17–24	1–2
НП-4	25–33	

## **9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ РЕЗЬБЫ. КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ**

В практике нередко возникает необходимость определить размеры элементов резьбы на готовой детали.

Наружный диаметр измеряют с помощью штангенциркуля или микрометра, шаг резьбы определяют с помощью миллиметрового или дюймового резьбомера (рисунок 47, а, б).

На каждом шаблоне-резьбомере имеется насечка определённого шага и угла профиля и соответственное обозначение (например: 60°, 2 мм или 55°, 11 ниток). Прикладывая шаблон насечкой к резьбе, определяют на просвет совпадение шага и угла профиля насечки с шагом и углом профиля контролируемой резьбы.

При отсутствии резьбомера шаг резьбы измеряют масштабной линейкой или штангенциркулем. Для этого на резьбу вдоль её оси накладывают линейку так, чтобы её нулевое деление совпало с вершиной одного из витков, и отсчитывают число уложившихся на длине 1" (25,4 мм) витков резьбы.

Разделив 1" на полученное число витков, определяют шаг резьбы в дюймах; определённое число витков соответствует числу ниток на 1".

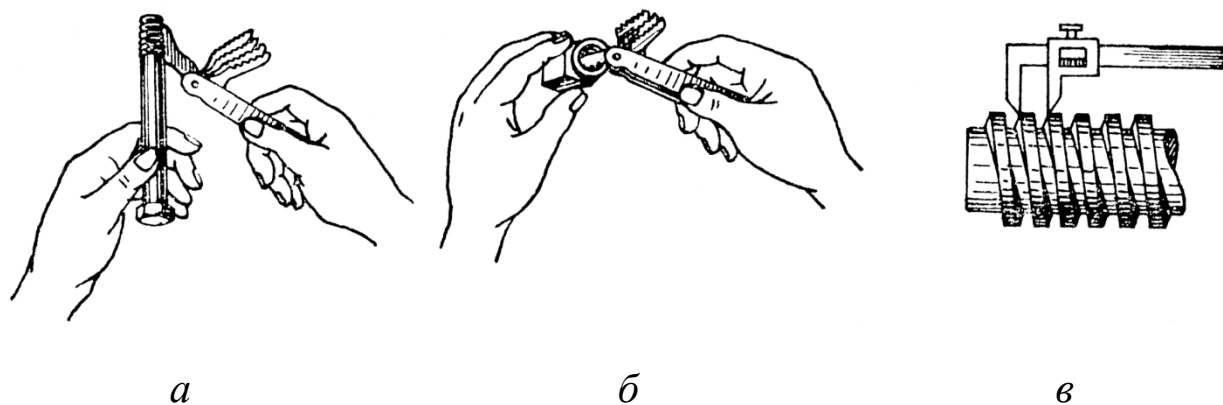


Рисунок 47 – Определение шага резьбы

Если в 1" не укладывается целое число витков, то подсчёт производят на длине двух-трёх дюймов.

Аналогично определяют и шаг метрической резьбы. Измеряя масштабной линейкой расстояние через десять или двадцать витков, делят полученный размер соответственно на 10 или 20, определяя таким образом расстояние между двумя соседним нитками (рисунок 48).

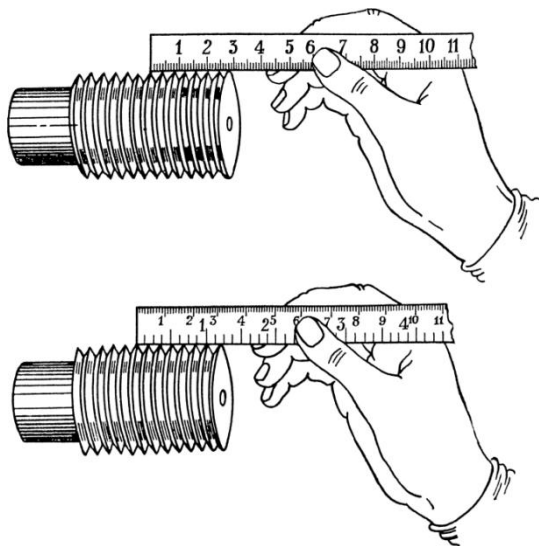


Рисунок 48 – Измерение шага резьбы линейкой

Шаг резьбы можно также измерить по её оттиску на бумаге или дереве. К такому приёму часто приходится прибегать при измерении шага внутренней резьбы малого диаметра. Для этого в отверстие резьбы вводят тоненькую деревянную палочку, прижимают её к резьбе и получают оттиск, по которому измеряют шаг резьбы.

Шаг специальной резьбы (прямоугольной, трапецеидальной) измеряют, штангенциркулем (рисунок 47, в) или по оттиску резьбы на бумаге.

Средний диаметр резьбы измеряют резьбовым микрометром (рисунок 49). В микрометрическом винте 5 и в пятке 2 имеются отверстия, в которые устанавливаются резьбовые вставки: в микрометрический винт – коническая 4 с углом, равным углу профиля, а в пятку – призматическая 3.

К резьбовому микрометру прилагается набор вставок для контроля всех стандартных шагов метрических и дюймовых резьб. Коническая вставка 4 при контроле вводится в канавку резьбы, а призматическая 3 охватывает противоположную нитку. Для установки микрометра на нуль служит установочная мера 8. Точность измерения среднего диаметра резьбовым микрометром до 0,01 мм.

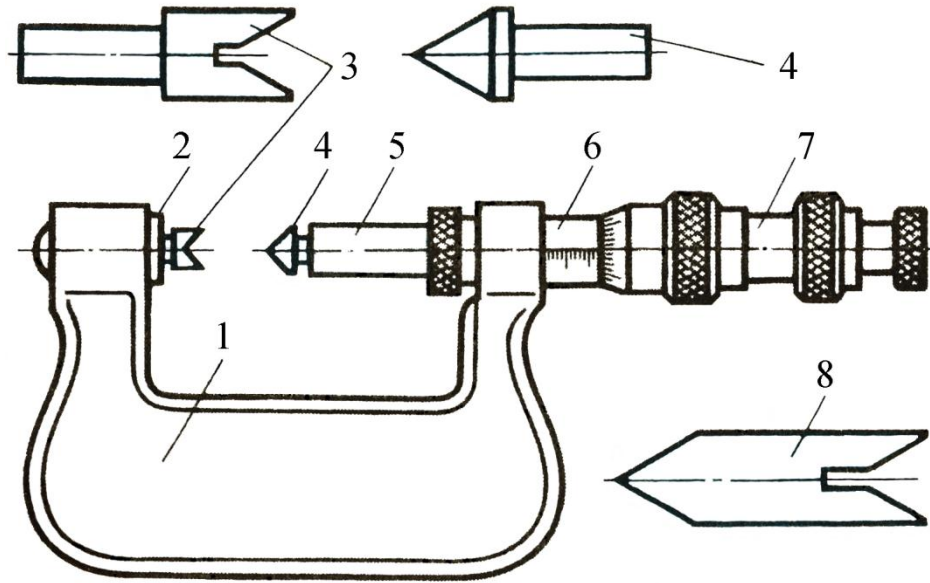
В массовом производстве точность резьбовых изделий контролируют резьбовыми предельными калибрами (рисунок 50 а, б): кольцами (наружную резьбу) и пробками (внутреннюю резьбу).

Проходное кольцо ПР имеет полный профиль резьбы и должно свинчиваться с контролируемым винтом на полную длину резьбы; непроходное кольцо НЕ имеет всего два-три витка и укороченный профиль.

Непроходной калибр может навинчиваться на резьбу не более чем на одну-две нитки.

Аналогично у резьбовой пробки для контроля внутренней резьбы имеется проходная сторона ПР и непроходная НЕ.

***Не допускается контроль резьбы до полной остановки станка.***



1 – скоба; 2 – пятка; 3 – призматическая вставка; 4 – коническая вставка; 5 – микрометрический винт; 6 – стембель; 7 – барабан; 8 – установочная мера

Рисунок 49 – Резьбовой микрометр

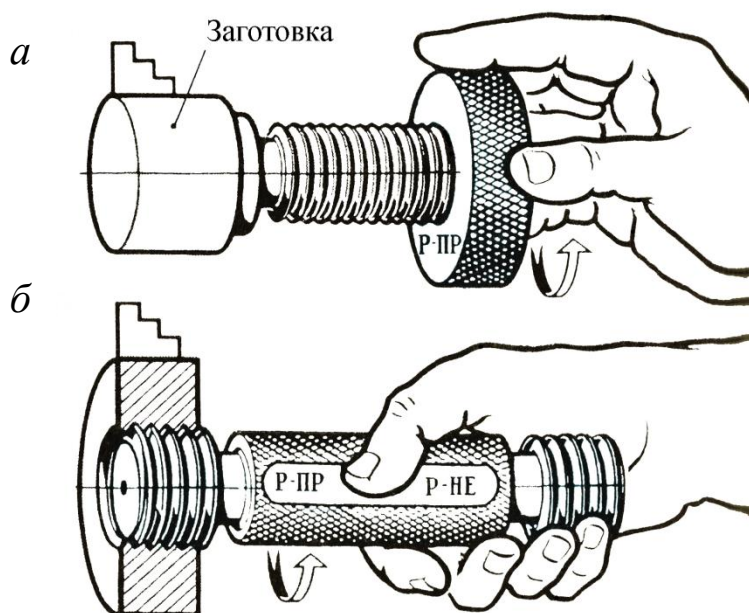


Рисунок 50 – Контроль резьбы:  
*а* – калибром-кольцом;  
*б* – калибром-пробкой

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Материаловедение. Технология конструкционных материалов /В. Ф. Карпенков [и др.]. – М. : КолосС, 2006. – Кн.2. – 312 с.
- 2 Материаловедение / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 646 с.
- 3 Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / В. А. Оськин [и др.]; под ред. В. А. Оськина, В. Н. Байкаловой. – М. : КолосС, 2007. – 318 с.

# Приложение А

## РЕЗЬБА МЕТРИЧЕСКАЯ ГОСТ 8724-81

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы	Шаг	Размеры стержня		Размеры отверстия		Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг	Размеры стержня		Размеры отверстия		Диаметр сверла
		max	min	max	min				max	min			
2	0,4	1,94	1,88	1,60	1,65	1,6	22	1	21,93	21,79	20,90	21,01	20,9
2,2	0,45	2,24	2,18	1,90	1,95	1,9		1,5	21,93	21,79	20,30	20,48	20,3
2,5	0,45	2,54	2,48	2,10	2,20	2,1		2	21,86	21,72	19,70	19,92	19,7
3	0,5	2,94	2,88	2,50	2,55	2,5	24	1	23,93	23,79	22,90	23,01	22,9
4	0,7	3,92	3,84	3,20	3,37	3,2		1,5	23,93	23,79	22,30	22,48	22,3
5	0,8	4,92	4,84	4,10	4,28	4,1		2	23,86	23,72	21,70	21,92	21,7
6	1	5,92	5,84	4,90	5,10	4,9	27	1	26,93	26,79	25,90	26,01	25,9
7	1	6,90	6,80	5,90	6,10	5,9		1,5	26,93	26,79	25,30	25,48	25,3
8	1	7,90	7,80	6,90	7,01	6,9		2	26,86	26,72	24,70	24,92	24,7
	1,25	7,90	7,80	6,60	6,82	6,6	30	1	29,93	29,79	28,90	29,06	28,9
9	1,25	8,90	8,80	7,60	7,80	7,6		1,5	29,93	29,79	28,30	28,48	28,3
10	1	9,90	9,80	8,90	9,01	8,9		2	29,86	29,72	27,70	27,92	27,7
	1,5	9,90	9,80	8,30	8,55	8,3	33	1	32,92	32,75	31,90	32,06	?
11	1,5	10,88	10,76	9,30	9,55	9,3		1,5	32,92	32,75	31,30	31,48	?
12	1	11,94	11,82	10,90	11,01	10,9		2	32,92	32,75	30,70	30,92	?
	1,5	11,88	11,76	10,20	10,48	10,2	36	1	35,92	35,75	34,90	35,06	?
	1,75	11,88	11,76	10,00	10,28	10,0		1,5	35,92	35,75	34,30	34,48	
14	1	13,94	13,82	12,90	13,01	12,9		2	35,92	35,75	33,70	33,92	
	1,5	13,88	13,75	12,30	12,48	12,3	39	1	38,92	38,75	37,90	38,06	
	2	13,88	13,76	11,70	12,00	11,7		1,5	38,92	38,75	37,30	37,48	
16	1	15,94	15,82	14,90	15,01	14,9		2	38,92	38,75	36,70	36,92	
	1,5	15,88	15,76	14,30	14,48	14,3	42	1	41,92	41,75	40,90	41,06	
	2	15,88	15,76	13,70	14,00	13,7		1,5	41,92	41,75	40,30	40,48	
18	1	17,94	17,82	16,90	17,01	16,9		2	41,92	41,75	39,70	39,92	
	1,5	17,88	17,76	16,30	16,48	16,3	45	1	44,92	44,75	43,90	44,06	
	2	17,88	17,76	15,80	15,92	15,8		1,5	44,92	44,75	43,30	43,48	
20	1	19,93	19,79	18,90	19,01	18,9		2	44,92	44,75	42,70	42,92	
	1,5	19,93	19,79	18,30	18,48	18,3	48	1	47,92	47,75	45,90	47,06	
	2	19,86	19,72	17,70	17,92	17,7		1,5	47,92	47,75	45,30	46,48	
						2		47,92	47,75	45,70	45,92		

## Приложение Б

### РЕЗЬБА ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ГОСТ 6357-81

Обозначение резьбы, дюйм	Диаметр резьбы, мм		Рабочая высота профиля, мм	Радиус закруг- ления вершины и впадины, мм	Диаметр условного прохода	Число ниток на 1"	Диаметр сверления, мм	Диаметр расточки, мм	Диаметр обработки под резьбу, мм
	наружный	внутренний							
1/4	13,157	11,445	0,856	0,184	8	19	11,5	11,50	13,10
3/8	16,662	14,950			10		15,0	15,00	16,60
1/2	20,955	18,6318	1,162	0,249	15	14	18,75	18,70	20,88
5/8	22,911	20,587			20,75		20,70	22,84	
3/4	26,441	24,117			24,25		24,20	26,37	
7/8	30,201	27,877			28,0		28,00	30,13	
1	33,249	30,291			30,5		30,43	33,17	
1 1/8	37,897	34,939	1,479	0,317	25	11	35	35,00	37,82
1 1/4	41,910	38,952			32		39,0	39,00	41,83
1 3/8	44,323	41,365			41,5		34,45	44,24	
1 1/2	47,803	44,845			40		45	44,90	47,72
1 3/4	53,746	50,788			51		50,90	53,67	
2	59,614	56,656			50		56,80	59,53	
2 1/4	65,710	62,752			62,90		65,63		
2 1/2	75,184	72,226			70		72,35	75,10	
2 3/4	81,534	78,576			78,70		81,45		
3	87,884	84,926			80		85,00	87,80	
3 1/2	100,330	97,372			97,50		100,25		
4	113,030	110,072			100		110,20	112,95	



## Приложение В

### Смазочно-охлаждающие жидкости используемые при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Сталь: – углеродистая конструкционная – инструментальная легированная	Эмульсия; осернённое масло Осернённое масло с керосином; смешанные масла
Ковкий чугун	3 – 5 % -ная эмульсия
Чугунное литьё	Без охлаждения; 3 – 5 % -ная эмульсия; керосин
Бронза	Без охлаждения; смешанные масла
Цинк	Эмульсия
Латунь	Без охлаждения; 3 – 5 % -ная эмульсия
Медь	Эмульсия; смешанные масла
Никель	Эмульсия
Алюминий и его сплавы	Без охлаждения; эмульсия; смешан- ные масла; керосин
Нержавеющие, жаропрочные сплавы	Смесь из 50 % осернённого масла, 30 % керосина, 20 % олеиновой кисло- ты (или 80 % сульфифрезола и 20 % олеиновой кислоты)
Волокнит, винипласт, оргстекло и т. д.	3 – 5 % -ная эмульсия
Примечание – В деталях из текстолита и гетинакса нарезание резьбы осуществляют с обдувкой сжатым воздухом	

## Приложение Г

### Брак при нарезании резьбы и способы его устранения

Брак	Причина	Способы устранения
Рваная резьба	Тупой метчик или плашка Неудовлетворительное охлаждение Перекос метчика или плашки относительно отверстия при неправильной установке	Заменить метчик Увеличить охлаждение Правильно установить инструмент, не допускать перекоса
Тупая резьба	Большой диаметр просверленного отверстия под резьбу или мал диаметр стержня Малы передний и задний углы сверла  Высокая вязкость материала детали	Правильно подбирать диаметры сверла и метчика (плашки)  Заменить инструмент, выбрать инструмент с учётом обрабатываемого материала То же
Неточный профиль резьбы	Малая величина переднего угла метчика или плашки Недостаточная длина заборного конуса Тупой или неправильно заточен инструмент Смазочно-охлаждающая жидкость не соответствует обрабатываемому материалу детали Чрезмерно высокая скорость резания	Заменить инструмент  То же  То же  Применить соответствующую смазочно-охлаждающую жидкость Выбрать рациональную скорость резания (по таблице)
Ослабленная резьба	Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке Биение инструмента  Применение повышенных скоростей резания	Установить метчик без перекоса  Устранить биение инструмента  Применить нормальные скорости резания (по таблице)
Тугая резьба	Диаметр инструмента не соответствует заданному диаметру резьбы	Применить инструмент необходимого диаметра
Конусность резьбы	Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия)	Правильно установить метчик, правильно работать метчиком
Поломка метчика	Зашемление стружки при вывёртывании метчика  Заниженный диаметр отверстия под резьбу	Периодически выводить метчик из отверстия для удаления стружки  Применять свёрла требуемого диаметра
Срыв резьбы	Диаметр просверленного отверстия под резьбу меньше требуемого Затупившийся метчик Стружка забивается в канавках метчика	Применять свёрла требуемого диаметра Заменить метчик Периодически выводить метчик из отверстия для удаления стружки

## СОДЕРЖАНИЕ

### Нарезание резьбы

1. История . . . . .	4
2. Общие сведения о резьбах . . . . .	6
3. Элементы резьб. . . . .	8
4. Система резьб . . . . .	11
5. Нарезание резьбы . . . . .	20
5.1 Инструмент для нарезания внутренней резьбы . . . . .	20
5.2 Нарезание внутренней резьбы . . . . .	34
5.3 Нарезание наружной резьбы плашками . . . . .	38
6 Нарезание резьбы резцами на токарно-винторезных станках . . . . .	46
6.1 Способы нарезания резьб . . . . .	47
6.2 Настройка станка на нарезание однозаходной резьбы . . . . .	52
6.3 Нарезание многозаходной резьбы . . . . .	55
6.4 Нарезание торцевых спиралей . . . . .	57
6.5 Нарезание трапецеидальных резьб . . . . .	57
7. Нарезание резьбы плашками, метчиками и резьбо- нарезными головками на токарных станка . . . . .	60
7.1 Нарезание наружной резьбы . . . . .	60
7.2 Нарезание внутренней резьбы . . . . .	62
7.3 Нарезание резьбы резьбонарезными головками . . . . .	64
8. Накатывание резьбы . . . . .	65
9. Определение размеров резьбы. Контроль резьбы . . . . .	66
Литература . . . . .	71
Приложение А. Резьба метрическая ГОСТ 8724-81. . . . .	72
Приложение Б. Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81. . . . .	73
Приложение В. Смазочно-охлаждающие жидкости используемые при нарезании резьбы. . . . .	74
Приложение Г. Брак при нарезании резьбы и способы его устранения . . . . .	75

Учебное издание

**Агафонов Сергей Викторович**

**Охотин Михаил Васильевич**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ  
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ**

Часть 2

**Учебно-методическое пособие**

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР №070444 от 11.03.98 г.  
Подписано в печать XX.XX.XX. Формат 60x84/16  
Усл. печ. л. 4,7 Тираж 50

---

Издательство Иркутского государственного аграрного университета  
имени А.А. Ежевского  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный