

**Казанский государственный энергетический
университет**

Кафедра инженерной графики



Проф. В.А. Рукавишников

РЕЗЬБЫ

Лекция 4-1

2024

РАЗЪЁМНЫЕ И НЕРАЗЪЁМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В машино- и приборостроении нашли широкое распространение различные виды соединения деталей, которые принято делить на

подвижные, обеспечивающие перемещение одной детали относительно другой, и

неподвижные, в которых две или несколько деталей жёстко скреплены друг с другом.

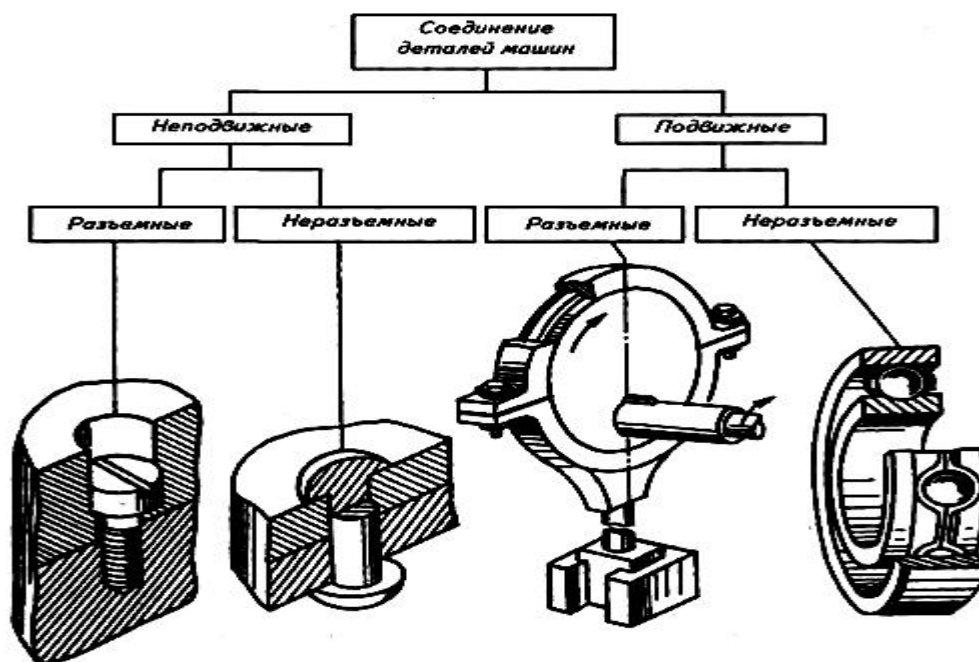
Каждый из этих двух типов соединений подразделяют на две основные группы: **разъемные** и **неразъемные**.

Разъёмными называются такие соединения, которые позволяют производить многократную сборку и разборку сборочной единицы без повреждения деталей. К разъемным неподвижным соединениям относятся *резьбовые, штифтовые, шпоночные, шлицевые*.

Неразъёмными называются такие соединения, которые могут быть разобраны лишь путем разрушения одного из элементов конструкции.

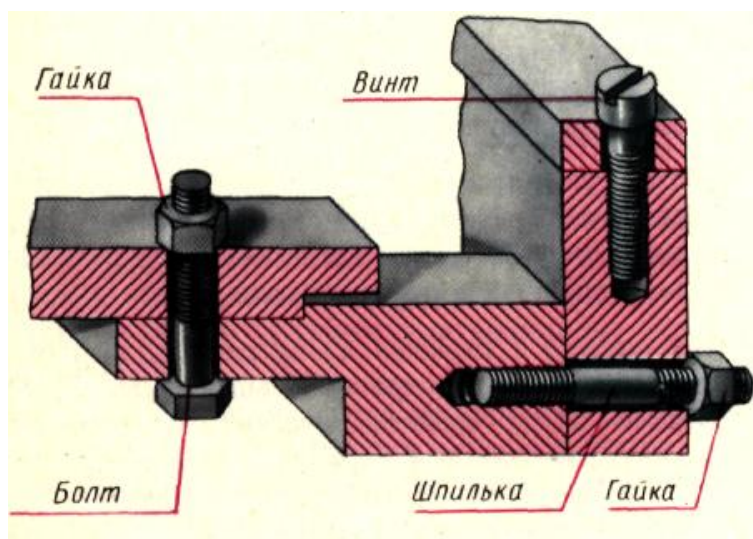
Неподвижные неразъемные соединения создаются механическим путем (запрессовкой, склепыванием, загибкой, кернением и чеканкой), с помощью сил физико-химического сцепления (*сваркой, пайкой и склеиванием*).

Подвижные неразъемные соединения собирают с применением *развальцовки, свободной обжимки*. Эти соединения обычно заменяют цельную деталь, если изготовление ее из одной заготовки технологически невозможно или затруднительно и неэкономично.

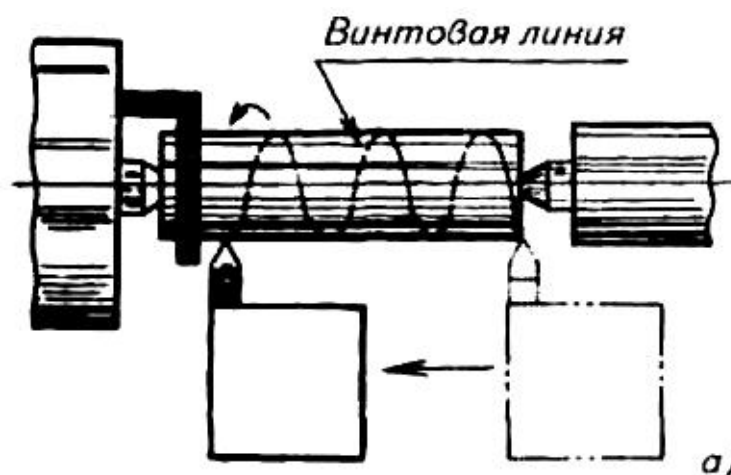


РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

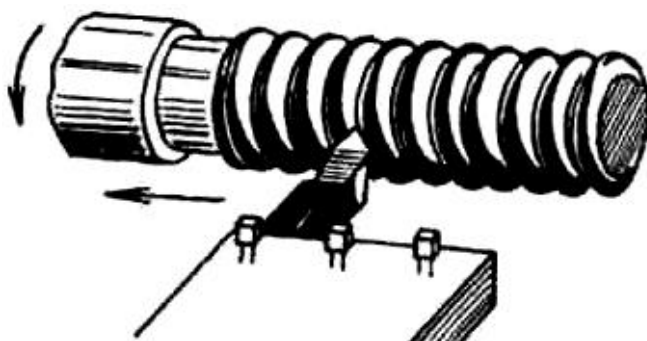
Резбовое соединение — это соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее относительную неподвижность деталей или заданное перемещение одной детали относительно другой.



Основным элементом всех резьбовых соединений является **резьба** — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Как вы уже знаете, цилиндрическую винтовую линию на поверхности цилиндра описывает резец, равномерно движущийся вдоль цилиндра, который вращается с постоянной скоростью вокруг своей оси.



При нанесении резьбы на токарном станке движение резца строго согласовано с вращением детали. Резец, заточенный специально, внедряясь в тело цилиндра, вырезает винтовую канавку, в результате чего на стержне образуется резьба.



1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЬБЫ

Резьбы классифицируются по следующим признакам.

В зависимости от **формы поверхности**, на которую нанесена резьба, резьбы подразделяются на *цилиндрические* и *конические*.

В зависимости от **расположения резьбы на поверхности** стержня или отверстия резьбы подразделяются на *внешние* и *внутренние*.

В зависимости от **формы профиля** различают резьбы *треугольного, прямоугольного, трапецидального, круглого* и других профилей.

По эксплуатационному назначению резьбы делятся на ***креплёжные, крепёжно-уплотнительные, ходовые, специальные*** и др.

Креплёжной называется резьба, которая по своим конструктивным особенностям в состоянии обеспечить полное и надёжное неподвижное соединение деталей при статических и динамических нагрузках и различном температурном режиме. К этому типу относятся *метрические* и *дюймовые* резьбы.

Крепёжно-уплотнительной называется резьба, основное назначение которой, — обеспечить герметичность соединения при различном температурном режиме. Это резьбы *трубные* и *конические*.

Ходовая (кинематическая) резьба служит для преобразования вращательного движения в прямолинейное с восприятием больших усилий при сравнительно малых скоростях движений. К этому типу относятся *трапецидальные, упорные, прямоугольные, круглые* резьбы и т. д.

В зависимости от **направления винтовой поверхности** различают *правые* и *левые* резьбы.

левая резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (*рис. а*);

правая резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (*рис. б*);

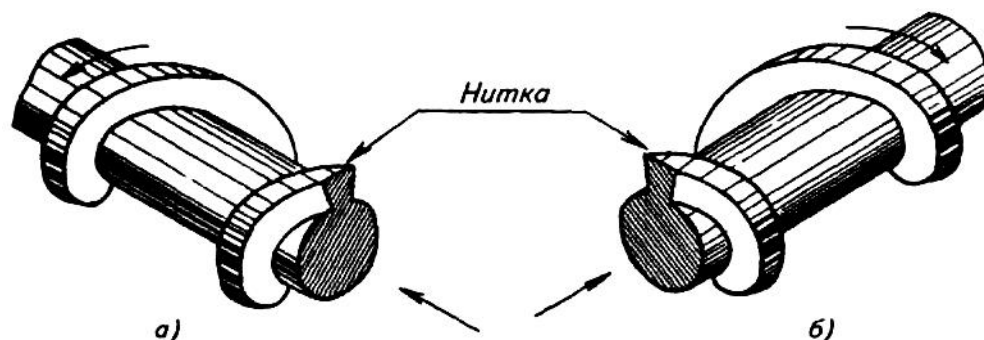


Рис. Левая и правая резьба

По числу заходов резьбы подразделяются на *однозаходные* и *многозаходные* (двух-, трехзаходные и т.д.).

Кроме того, все резьбы, используемые в практике, разделяются на две следующие группы:

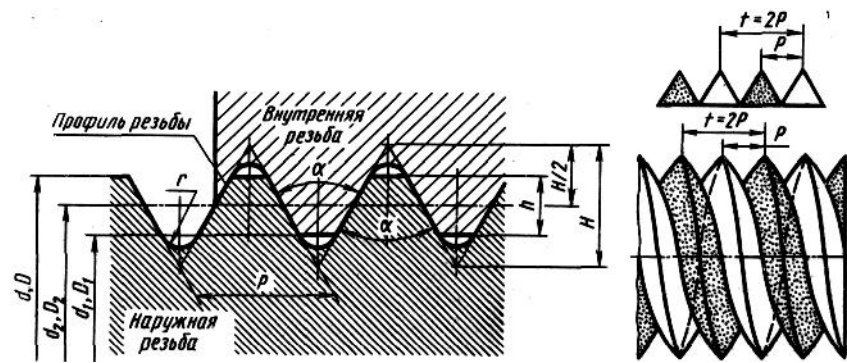
- **стандартизованные** — резьбы с установленными стандартом параметрами: профилем, шагом и диаметром;

- **нестандартизованные**, или специальные (резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным). К числу нестандартизованных (специальных) относятся также прямоугольная и квадратная резьбы.

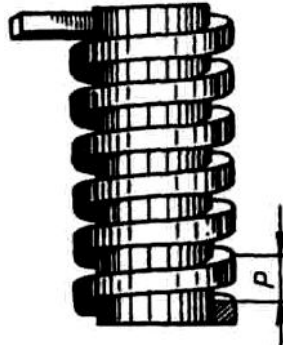
2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ

Основные элементы и параметры резьбы имеют следующие определения:

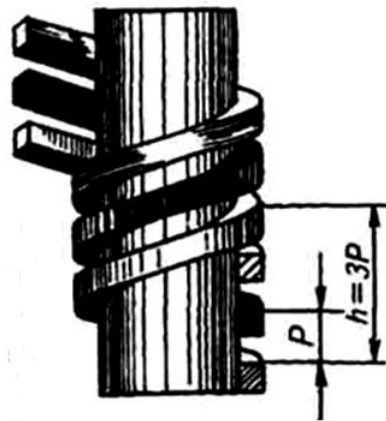
- **цилиндрическая** резьба — резьба, образованная на цилиндрической поверхности;
- **коническая** резьба — резьба, образованная на конической поверхности;
- **наружная** резьба — резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности;
- **внутренняя** резьба — резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности;
- **левая** резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (рис. а);
- **правая** резьба — резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя (рис. б);
- **профиль** резьбы — контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось;
- **угол профиля** — угол между боковыми сторонами профиля;



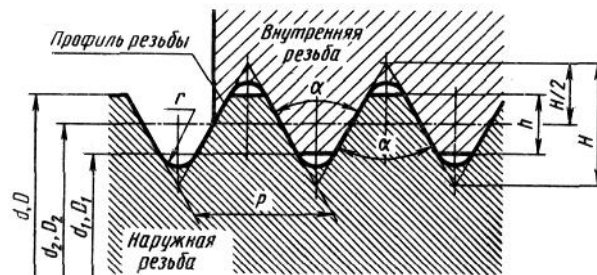
• **шаг резьбы P** — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы;



• **ход резьбы Ph** — расстояние между ближайшими одноимёнными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы. Ход резьбы — величина относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот;

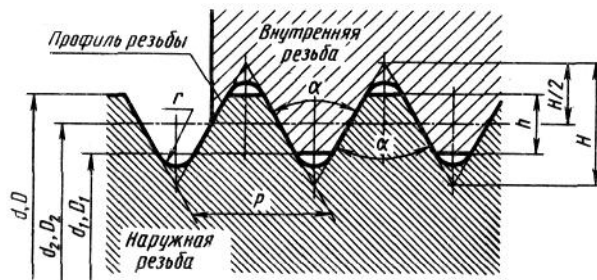


• **наружный диаметр резьбы** (d — для болта, D — для гайки) — диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы;



• **внутренний диаметр резьбы** (d_1 — для болта, D_1 — для гайки) — диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы;

• **средний диаметр резьбы** (d_2 — для болта, D_2 — для гайки) — диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, который пересекает витки резьбы таким образом, что ширина выступа резьбы и ширина впадины (канавки) оказываются равными.

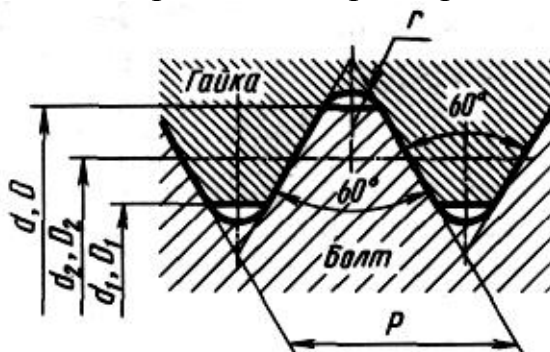


3. ФОРМЫ И ТИПЫ РЕЗЬБ

3.1. Крепёжные резьбы

Метрическая резьба. Основным принятым к производству типом крепежной резьбы в нашей стране является метрическая резьба с углом треугольного профиля $\alpha = 60^\circ$. Размеры ее элементов задаются в миллиметрах.

Вершины выступов и впадин профиля срезаны по прямой или дуге окружности, что уменьшает концентрацию напряжений и предохраняет резьбу от повреждения.



Метрическая резьба выполняется с крупным и мелким шагами. По стандарту, для каждого наружного диаметра резьбы устанавливается одно значение крупного шага и несколько — для мелких. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, а мелкий указывают обязательно.

Примеры обозначения наружной резьбы (на стержне):

M20 — 6 g (M — метрическая; 20 — наружный диаметр резьбы с крупным шагом (2,5), не указанном в обозначении; 6 g — поле допуска);

M20 x 1,5 — 6 g (M — метрическая; 20 — наружный диаметр резьбы; 1,5 — размер мелкого шага; 6 g — поле допуска);

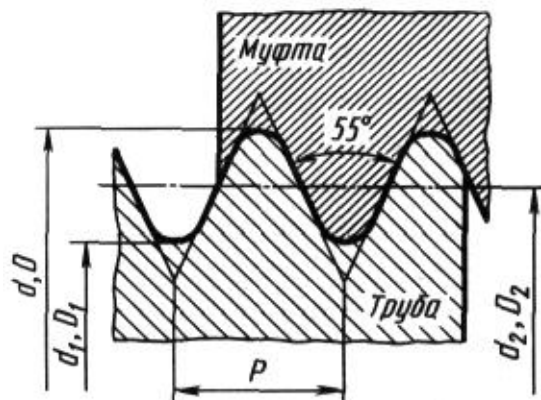
M20 x 1,5LH — 6 g (все то же самое, LH — резьба левая).

Примеры обозначения внутренней резьбы (в отверстии):

M20 — 6H; M20 x 1,5 — 6H; M20 x 1,5LH — 6H (обозначение резьбы расшифровывают как указано выше, кроме обозначения поля допуска в отверстии — 6H).

При обозначении многозаходной метрической резьбы принято указывать величину хода и обозначение шага: M24 x 10 (P) — 6 g, где 10 — ход, P — обозначение шага.

Резьба трубная цилиндрическая имеет профиль равнобедренного треугольника при вершине 55° ($\alpha = 55^\circ$), вершины и впадины скруглены. Эту резьбу применяют в трубопроводах и трубных соединениях.

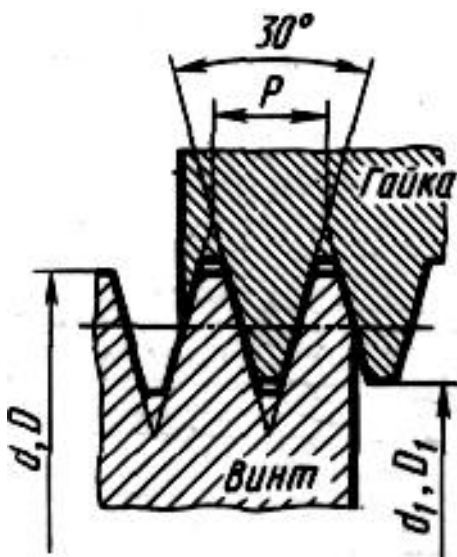


3.2. Кинематические (или ходовые) резьбы

Трапецеидальная резьба.

Профиль резьбы — равнобочная трапеция с углом $\alpha = 30^\circ$. Резьба применяется для передачи осевых усилий и движения в ходовых винтах.

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для реверсивных винтовых механизмов.



Примеры обозначений однозаходной трапецеидальной резьбы:

Tr 40 x 6 — 8e (Tr - трапецеидальная, 40 — номинальный диаметр резьбы на стержне; 6 — ход; 8e — поле допуска);

Tr 40 x 6 LH — 8e (та же резьба, но левая).

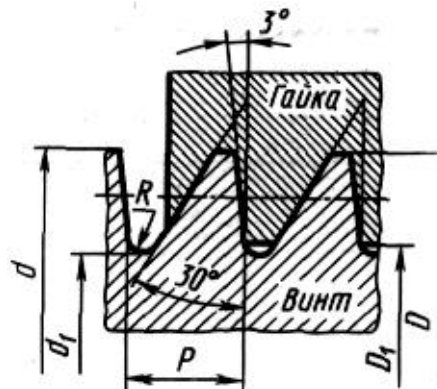
Примеры обозначений многозаходной трапецеидальной резьбы:

Tr 40 x 9 (P3) — *6e* (*Tr* — трапецеидальная, **40** — номинальный диаметр резьбы на стержне, **9** — ход, **3** — шаг в мм, *6e* — поле допуска).

Упорная резьба.

Профиль резьбы — неравнобочная трапеция с углом рабочей стороны 3° и нерабочей — 30° .

Упорная резьба характеризуется высокой прочностью. Винтовая пара с упорной резьбой обладает высоким КПД. Резьба применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в одном направлении (в мощных домкратах, прессах и т.д.).



Примеры обозначений упорной резьбы:

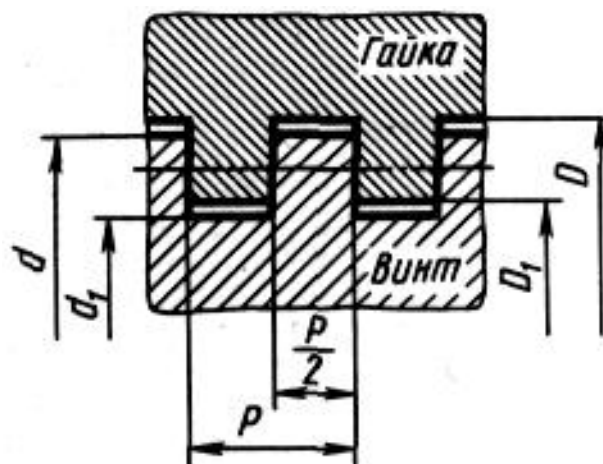
S 80 x 20 — 7h (*S* — упорная; **80** — номинальный диаметр; **20** — шаг; *7h* — поле допуска);

S 80 x 20 LH — 7h (для стержня, **7H** — для отверстия, левая);

S 80 x 20 (P5) — 7h (**80** — номинальный диаметр, **20** — ход, **5** — шаг у четырёхзаходной резьбы).

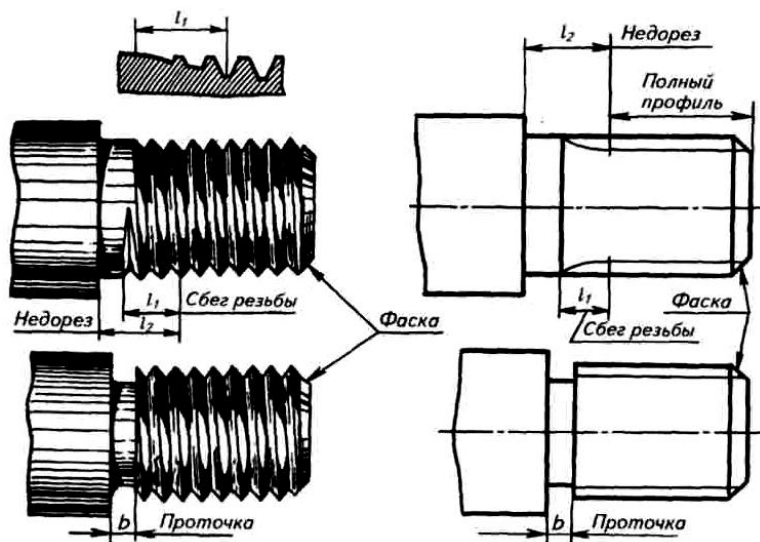
Прямоугольная (квадратная) резьба имеет высокий КПД и даёт большой выигрыш в силе, поэтому подобные резьбы применяют для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольные (квадратные) резьбы не стандартизованы.



3.3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

• **сбег резьбы** — участок резьбы неполного профиля, получаемый по технологическим причинам в зоне перехода резьбы изделия к ненарезанной поверхности; чем крупнее профиль резьбы, тем больше величина сбega;



• **проточка резьбовая** — кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, выполняемые по технологическим причинам перед резбонарезанием для выхода нарезающего инструмента: делается с целью получения одинакового профиля резьбы на всем нарезанном участке без сбega;

• **недорез** — участок изделия, включающий сбег и недовод резьбы; под недоводом понимается величина ненарезанной части детали между концом сбega и опорной поверхностью детали;

• **фаска** — срезанная в виде усечённого конуса кромка цилиндрического стержня или отверстия.

На концах резьбовых деталей выполняются фаски конической и сферической формы.

Высота конической и сферической фасок должна быть вдвое больше шага резьбы. Например, если шаг резьбы на стержне (в отверстие) $P = 1$ мм, то высота фаски должна быть 2 мм.

3.4. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ (ГОСТ 2.311-68 ГОСТ Р 2.311-2025)

Резьбу изображают:

на стержне — сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру на всю длину резьбы без сбega. А на видах, перпендикулярных оси стержня по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте



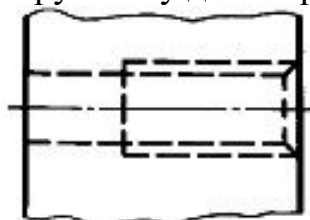
в отверстиях – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях отверстия перпендикулярно его оси, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте.

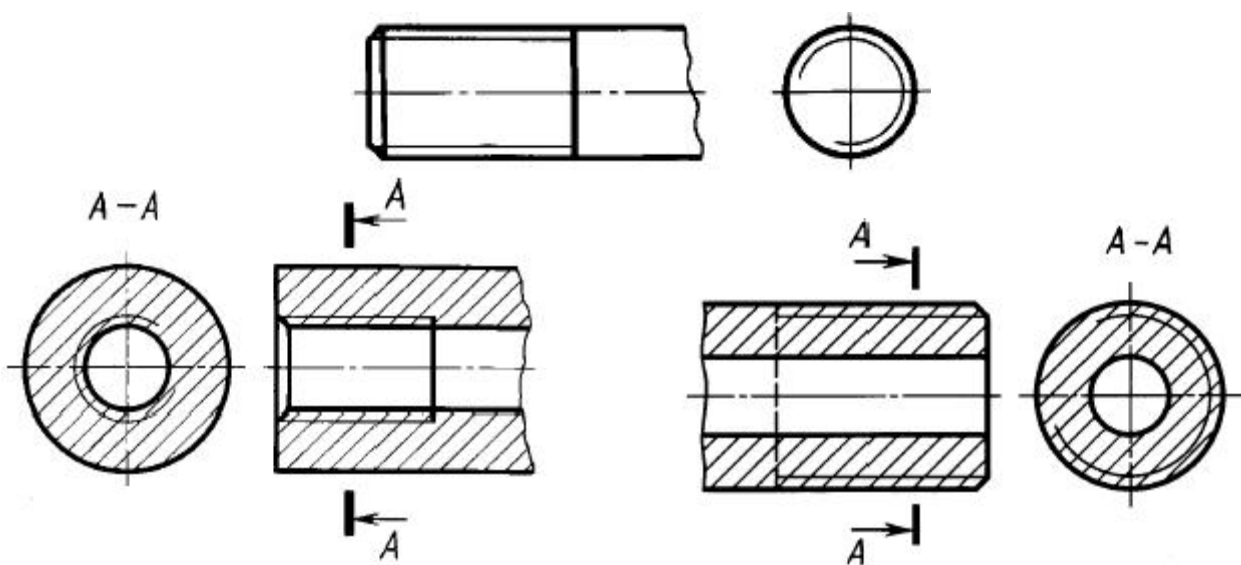


Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм.

Резьбу, показываемую как **невидимую**, изображают штриховыми линиями одной толщины по внутреннему и наружному диаметру.

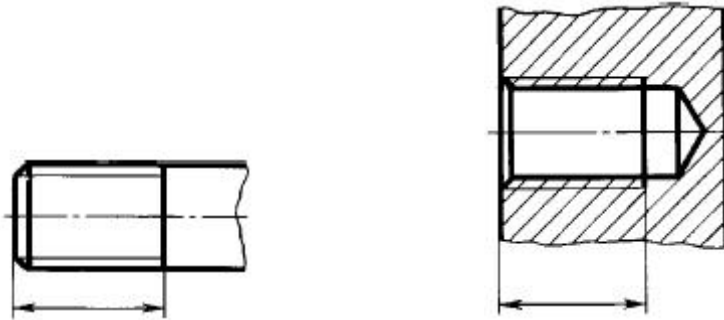


Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстиях с резьбой в конце полного профиля (до начала сбега). Границу проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображаются основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая



Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии.

Размер длины резьбы указывают:
с полным профилем

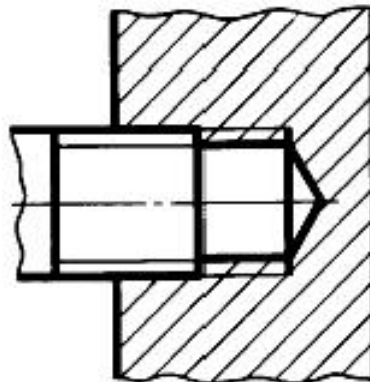


со сбегом



Фаски на стержне с резьбой и отверстия с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, на виде, перпендикулярном оси стержня или отверстия, не изображают. Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

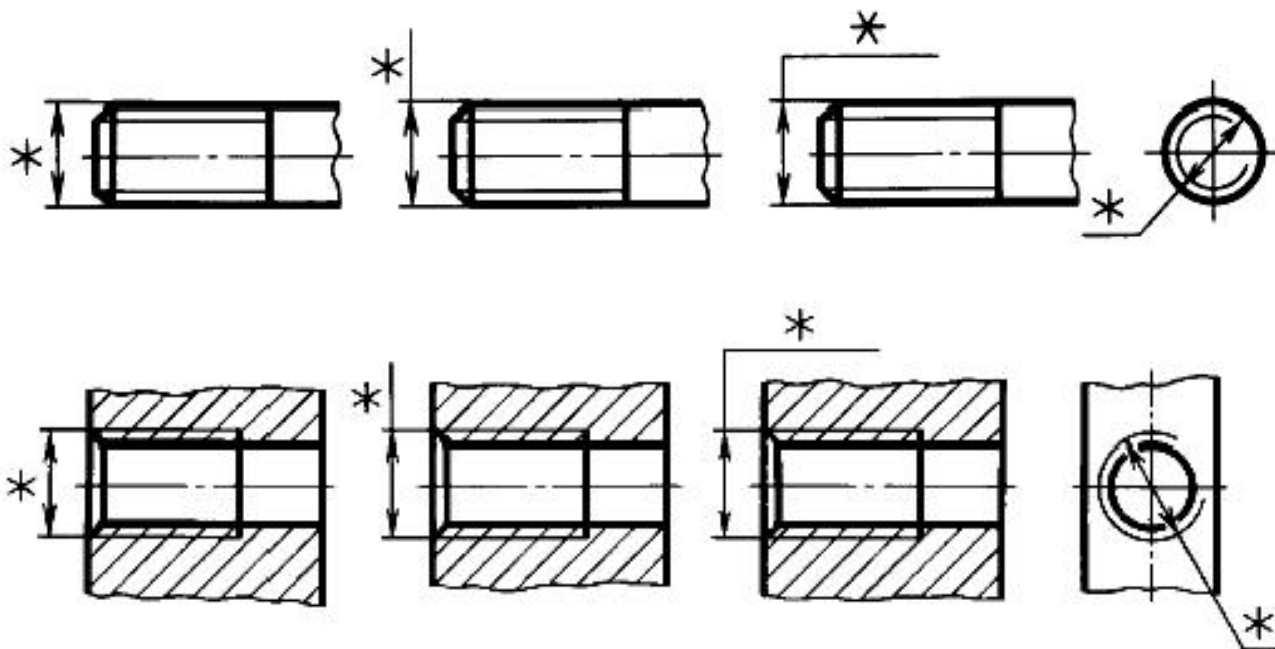
На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают лишь часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня



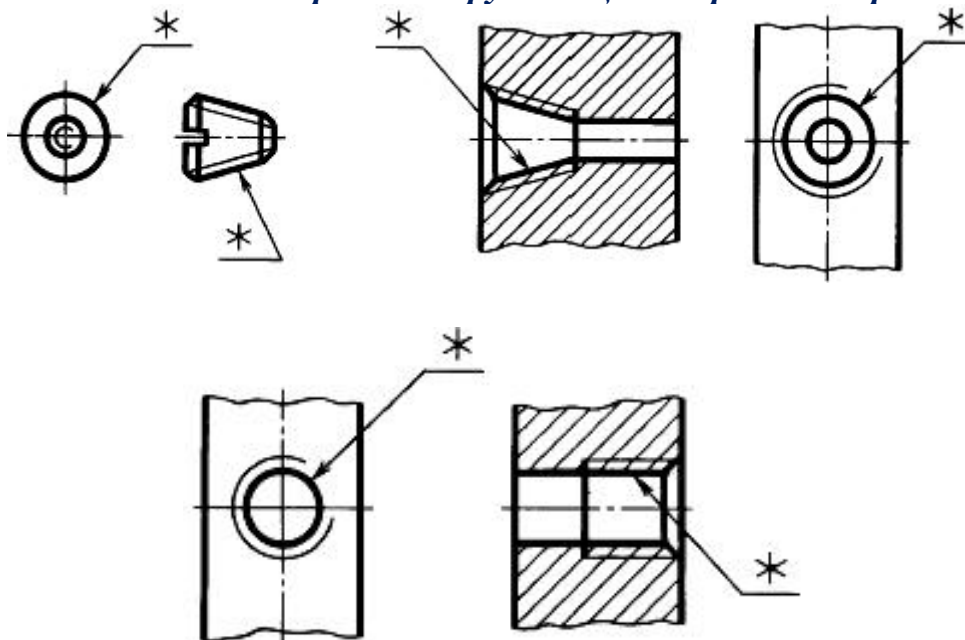
3.5. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ

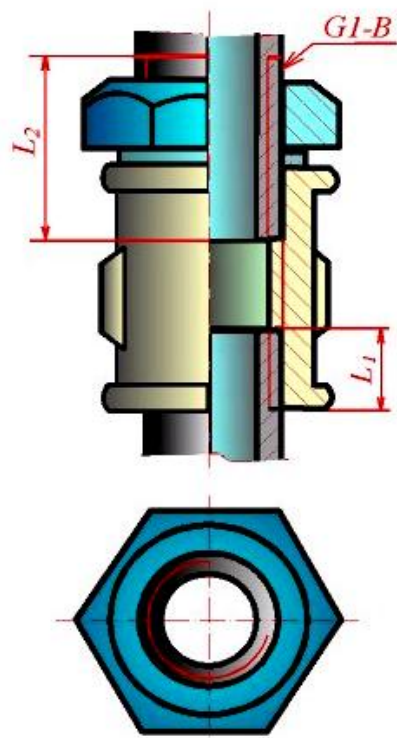
Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб, и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру.

Знаком «*» обозначены места нанесения обозначения резьбы



Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы





Соединение трубное
