

Содержание:

1. Классификация соединений.
2. Резьбовые соединения.
3. Резьбы.
4. Взаимодействие между винтом и гайкой.
5. Расчет резьбы на прочность.
6. Контрольные вопросы.

1. Классификация соединений

Для выполнения рабочих функций детали машин соответствующим образом соединяются между собой, образуя *подвижное* или *неподвижное* соединение.

В машиностроении термин «соединение» принято относить только к неподвижным соединениям деталей машин.

Различают *разъемные* соединения, допускающие удобную разборку деталей машин без разрушения, соединяющих или соединяемых элементов, и *неразъемные*, которые можно разобрать только после их полного или частичного разрушения.

Разъемные – резьбовые, клиновые, штифтовые, шпоночные, шлицевые.

Неразъемные – заклепочные, сварные, паяные, клеевые и с натягом.

Неразъемные соединения применяют там, где в их разборке нет необходимости. Если по условиям работы соединения требуются разборка и сборка его деталей, то в этом случае применяют разъемное соединение.

Выбор вида соединения данной конструкции определяется ее устройством и назначением, а также экономическими показателями.

2. Резьбовые соединения

Резьбовыми называют такие соединения, которые осуществляются крепежными деталями с помощью резьб. Резьба получается образованием на цилиндрическом или

коническом стержне канавок с поперечным сечением определенного профиля (в виде треугольника, трапеции и т.д.), каждая точка которого располагается на винтовых линиях. Расположенные между канавками выступы называют *витками резьбы*.

Основными крепежными деталями резьбовых соединений являются болты, винты, шпильки и гайки.

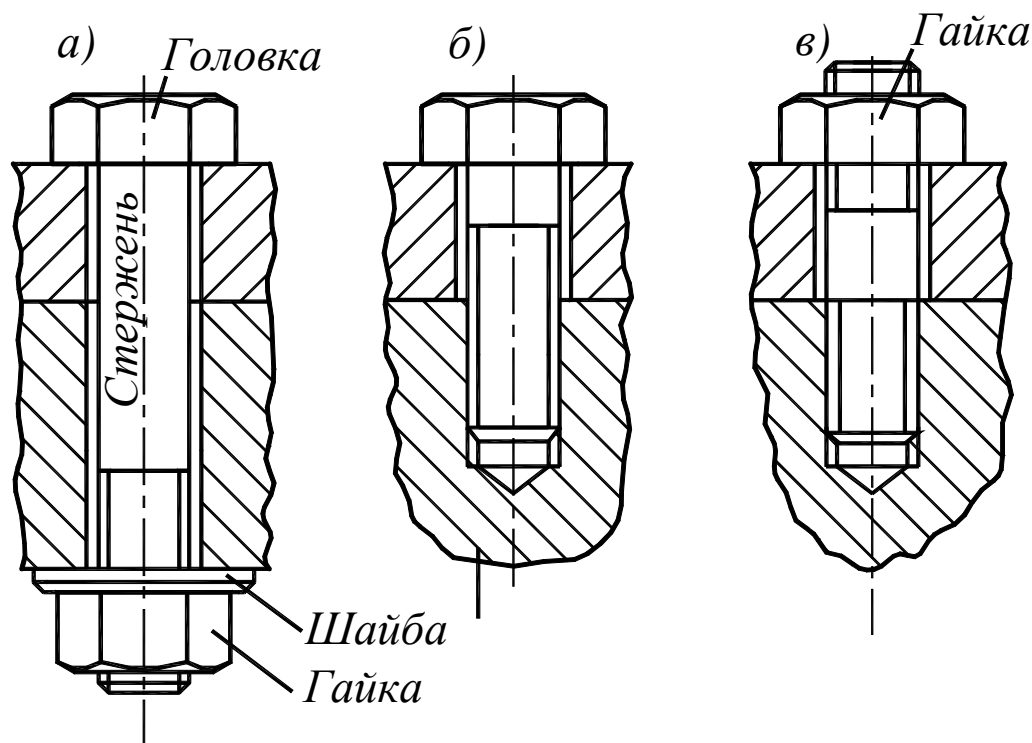


Рис. 19.1. Виды резьбовых соединений: а) болтовое; б) винтовое; в) шпилечное

Болт представляет собой стержень с резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом (рис. 19.1, а).

Винт – это стержень, обычно с головкой на одном конце и резьбой на другом конце, который ввинчивается в одну из скрепляемых деталей (рис. 19.1, б).

Шпилька представляет собой стержень с резьбой на обоих концах; одним концом она ввинчивается в одну из скрепляемых деталей, а на другой конец навинчивается гайка (рис. 19.1, в).

Гайка – это деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на винтовой стержень, например, на болт (рис. 19.1, а) или на шпильку (рис. 19.1, в) и служащая для замыкания скрепляемых с помощью винтов, болтов или шпилек деталей соединения.

Болтами скрепляются детали относительно небольшой толщины. Болты применяют так же для скрепления деталей из материалов, не обеспечивающих требуемую надежность резьбового соединения стержня винта и детали.

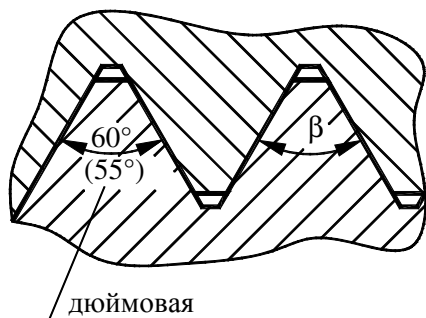
Винты применяют, когда одна из скрепляемых деталей имеет относительно большую толщину и соединение не требует частой сборки-разборки. Материал, из которого изготавливается деталь большей толщины, должен обеспечивать требуемую прочность и надежность резьбового соединения. *Шпильки* применяют вместо винтов в тех случаях, когда соединение подвергается частым сборкам-разборкам.

3. Резьбы

По форме профиля различают *треугольную, прямоугольную, трапециидальную и круглую* резьбы.

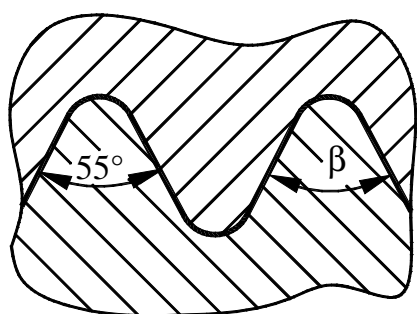
По назначению резьбы делят на:

1) *Крепежные резьбы* – имеют треугольный профиль с притупленными вершинами.



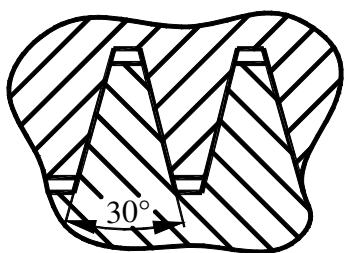
Треугольный профиль дает повышенные силы трения, что препятствует самоотвинчиванию. Метрическая резьба ($\beta=60^\circ$) и дюймовая ($\beta=55^\circ$) обеспечивают повышенную прочность витков резьбы. Метрические резьбы бывают с крупными и мелкими шагами. При крупном шаге резьба имеет повышенную статическую прочность, а при мелком – динамическую. Кроме того мелкая резьба характеризуется лучшим самосожжением.

2) *Крепежно-уплотняющие резьбы* – служат как для скрепления деталей, так и для герметизации соединения. Они также имеют



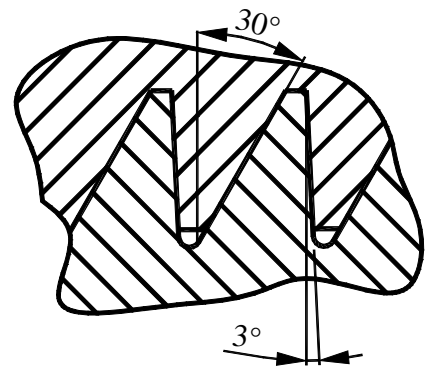
треугольный профиль, но без радиальных зазоров – профили имеют плавные закругления.

3) *Резьбы для передачи движения* применяются в ходовых и грузовых винтах. Эти



резьбы для уменьшения сил трения выполняют трапециидальными с симметричным профилем или с несимметричным профилем (упорные), а иногда - с прямоугольным профилем. Упорные резьбы предназначены для восприятия больших

осевых сил, действующих в одном направлении. Широкое распространение такие резьбы получили в домкратах. Резьбы в мировой практике стандартизованы. В свое время они послужили первым объектом стандартизации в машиностроении.



Прямоугольная резьба изготавливается на токарно-винторезных станках. Такой способ не позволяет получить высокую точность, и поэтому данная резьба применяется сравнительно редко и не стандартизована.

4. Взаимодействие между винтом и гайкой

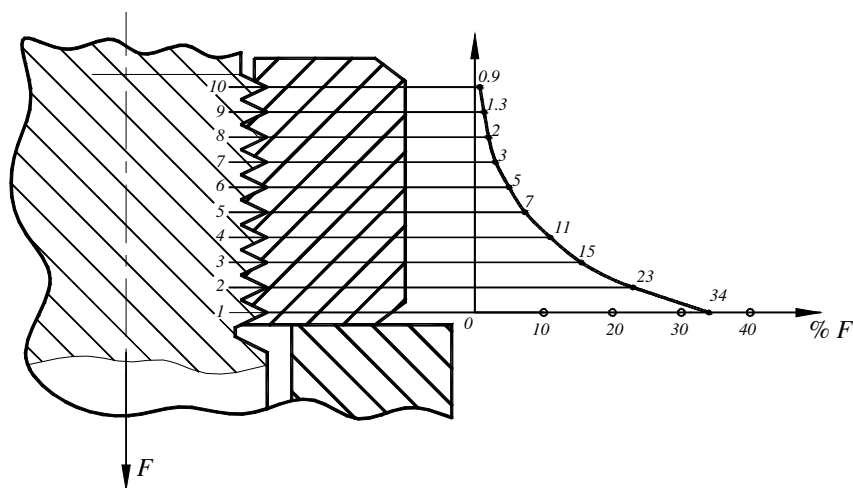


Рис. 19.2. Схема распределения нагрузки между витками резьбы по Н.Е. Жуковскому

Сила между каждой парой контактирующих витков болта и гайки, согласно закону Гука, пропорциональна упругим перемещениям этих витков. Упругие перемещения витков по высоте гайки неодинаковы.

Болт растянут на участке 1-10 (сильнее растянут в точке

1), а гайка, наоборот – сжата (сильнее сжата тоже в точке 1).

Распределение осевой силы между витками резьбы было бы равномерным, если бы, например, резьба была изготовлена абсолютно точно и податливость резьбы была бы значительно выше податливости тел винта и гайки. На самом же деле, расчеты показывают, что первый виток воспринимает более 1/3 нагрузки, а десятый – менее 1/100 нагрузки.

Экспериментально установлено, что вследствие деформаций в резьбе из-за погрешностей профиля, контактных и пластических деформаций первый виток обычно воспринимает около 20-25% осевой нагрузки.

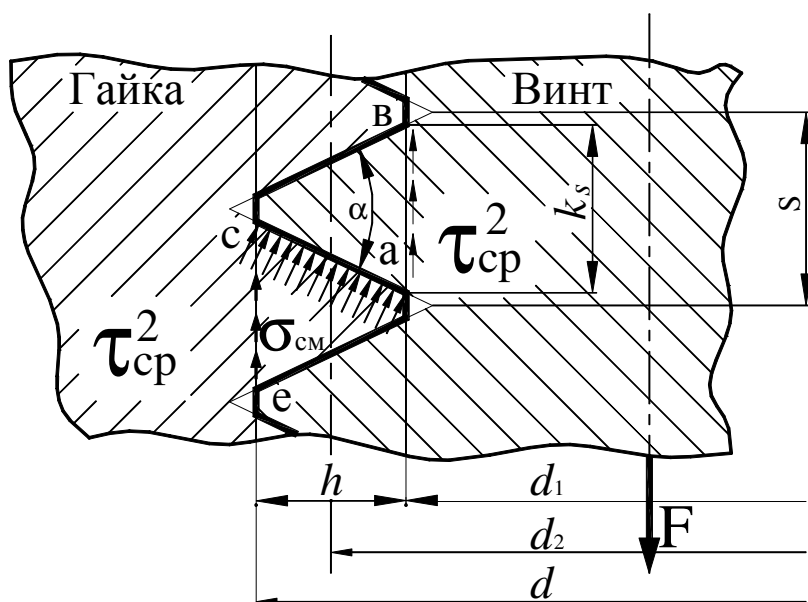
Увеличение высоты гайки для восприятия больших F практически не влияет на прочность резьбового соединения, так как может вызвать цепное разрушение витков резьбы.

В связи с этим в инженерной практике расчеты резьбы винтов и гаек носят условный характер.

5. Расчет резьбы

В этих расчетах предполагается, что нагрузка между всеми витками распределена равномерно. Компенсация этой неточности производится за счет выбора допускаемых напряжений (пониженных значений), установленных на основании опыта.

Принято резьбы рассчитывать на смятие и на срез.



Расчет на смятие элементов резьбы ведется по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\pi d_2 \cdot h \cdot Z} \leq [\sigma_{см}],$$

где Z – число витков резьбы

$$Z = \frac{H_{Г}}{S} \quad (H_{Г} \text{ – высота гайки}),$$

$$h = \frac{d - d_1}{2} \text{ – высота витка.}$$

Эта формула общая для винта и гайки.

Площадь смятия (на участке $са$) на самом деле больше, чем $\pi d_2 \cdot h \cdot Z \rightarrow \frac{\pi d_2 h \cdot Z}{\cos \frac{\alpha}{2}}$,

но и нормальная сила будет иметь значение $\frac{F}{\cos \frac{\alpha}{2}}$ (значит $\cos \frac{\alpha}{2}$ – сократится).

Если материал винта и гайки одинаков, то рассчитывают на срез (по линии $ав$) только витки резьбы винта, так как $d > d_1$, если же материал гайки менее прочен (так обычно и есть), то опасен срез (по линии $се$) витков гайки.

Если нет уверенности, где слабое место, надо произвести расчет резьб обеих деталей.

Для резьбы винта:

$$\tau_{cp}^6 = \frac{F}{\pi d_1 \cdot H} \leq [\tau_{cp}]^6,$$

где $H = Z \cdot KS$ – высота срезаемого цилиндра,

K – коэффициент полноты резьбы: Δ - $K_{\Delta} = 0,866 \approx 0,87$

$$\Delta - K_{\Delta} = 0,65$$

$$\square - K_{\square} = 0,4$$

Для резьбы гайки:

$$\tau_{cp}^2 = \frac{F}{\pi dH} \leq [\tau_{cp}]^2.$$

Иногда вводят в знаменатель формул коэффициент $k_m = 0,55 \div 0,75$. Это – коэффициент, учитывающий неравномерность нагрузки по виткам резьбы с учетом пластических деформаций (для крупной метрической резьбы).

Допускаемые напряжения на срез и смятие

$$[\tau_{cp}] = (0,2 \div 0,3) \sigma_T,$$

$$[\sigma_{cm}] = 0,8 \sigma_T,$$

где σ_T – предел текучести соответствующей детали соединения.

7. Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются разъемными?
2. Какие соединения называются неразъемными?
3. Приведите примеры разъемных соединений.
4. Когда применяются болтовые, винтовые и шпилечные соединения?
5. Какие бывают резьбы по их назначению?
6. Как распределяется нагрузка между витками резьбы?
7. Почему не рекомендуют применять гайки с более чем 10 витками?
8. Как рассчитывается резьба на смятие?
9. В каких случаях рассчитывают на срез витки винта и гайки?
10. Как определяются допускаемые напряжения на срез и смятие?