

Тема: РЕЗЬБОВЫЕ И ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЕДИНЕНИЯХ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Классификация резьб

Геометрические параметры резьбы

Основные типы резьб

Способы изготовления резьб.

Конструктивные формы резьбовых соединений.

Стандартные крепёжные детали

СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

МАТЕРИАЛЫ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

ИЗОБРАЖЕНИЕ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЕДИНЕНИЯХ

В процессе изготовления машины некоторые ее детали соединяют между собой, при этом образуются неразъемные или разъемные соединения.

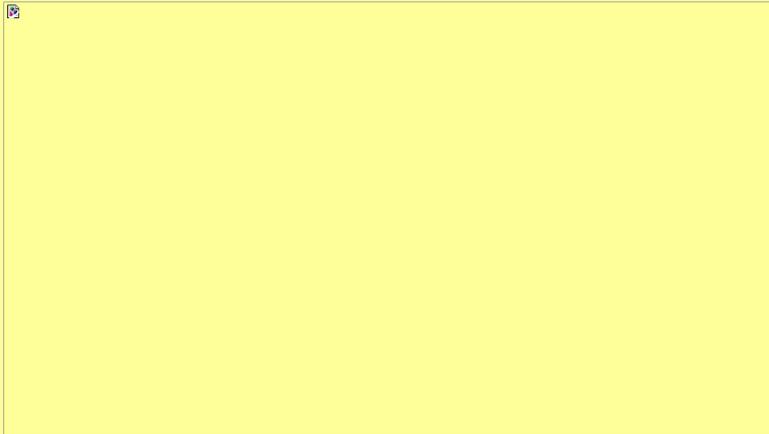
Неразъемными называют соединения, которые невозможно разобрать без разрушения или повреждения деталей. К ним относятся заклепочные, сварные и клеевые соединения.

Разъемными называют соединения, которые можно разбирать и вновь собирать без повреждения деталей. К разъемным соединениям относятся резьбовые, шпоночные, зубчатые (шлицевые) и др. соединения.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Резьбовые соединения являются наиболее распространенными разъемными соединениями. Их создают болты, винты, шпильки, гайки и другие детали, снабженные резьбой. Основным элементом резьбового соединения является резьба, которая получается путем прорезания на поверхности деталей канавок по винтовой линии. Винтовую линию образует гипотенуза прямоугольного треугольника при наворачивании на прямой круговой цилиндр (рис. 3.1).

Если плоскую фигуру (треугольник, трапецию и т.п.) перемещать по винтовой линии так, чтобы её плоскость при движении всегда проходила через ось винта, то эта фигура образует резьбу соответствующего профиля (рис. 3.2)

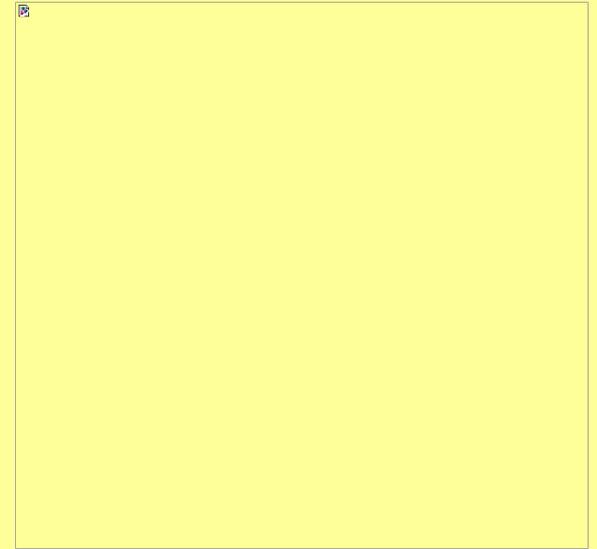


Классификация резьб

В зависимости от формы поверхности, на которой образуется резьба, различают цилиндрические и конические резьбы (Рис. 3.3).

В зависимости от формы профиля резьбы делятся на пять основных типов: треугольные (рис.3.4, а), упорные (рис. 3.4, б), трапецеидальные (рис. 3.4,в), прямоугольные (рис. 3.4, г) и круглые (рис, 3.4, д).

В зависимости от направления винтовой линии резьбы бывают правые и левые (рис. 3.5). У правой резьбы винтовая линия поднимается слева вверх направо. Левая резьба имеет ограниченное применение.



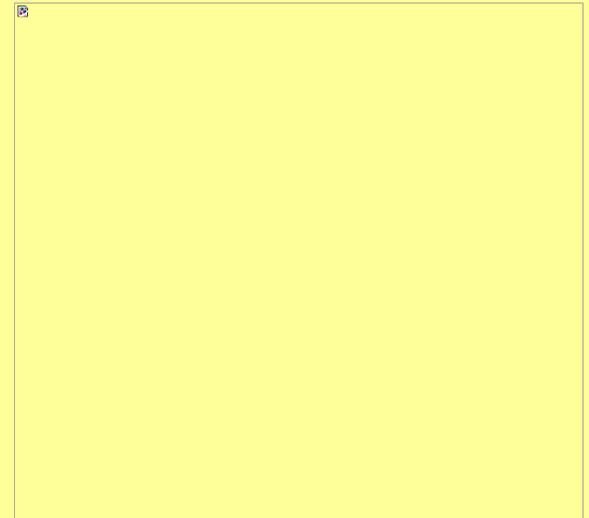
В зависимости от числа заходов резьбы делятся на однозаходные (рис. 3.5,б) и многозаходные (рис. 3.5,а).

Многозаходные резьбы получаются при перемещении по винтовым линиям нескольких рядом расположенных профилей. Заходность резьбы легко определить с торца винта по числу сбегающих витков. Как правило, все крепежные резьбовые детали имеют однозаходную резьбу.

В зависимости от назначения резьбы делятся на крепёжные и для передачи движения. Крепежные резьбы применяют в резьбовых соединениях; они имеют треугольный профиль, который характеризуется:

а) большим трением, предохраняющим резьбу от самоотвинчивания; б) высокой прочностью; в) технологичностью.

Резьбы для передачи движения применяются в винтовых механизмах и имеют трапецеидальный (реже прямоугольный) профиль, который характеризуется меньшим трением.



Геометрические параметры резьбы

Основными геометрическими параметрами цилиндрической резьбы являются (рис. 3.6):

d - наружный диаметр номинальный диаметр резьбы;

d_1 - внутренний диаметр резьбы;

d_2 - средний диаметр резьбы, то есть диаметр воображаемого цилиндра, на котором ширина витка равна ширине впадины;

S - шаг резьбы, т. е. расстояние между одноименными сторонами двух соседних витков в осевом направлении;

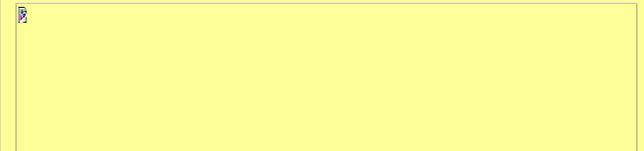
S_1 - ход резьбы, т. е. расстояние между одноименными сторонами одного и того же витка в осевом направлении (см. рис. 3.5);

для однозаходной резьбы $S_1 = S$,

для многозаходных резьб $S_1 = zS$, где z - число заходов;

α - угол профиля резьбы (см. рис. 3.4);

λ - угол подъема резьбы (см. рис. 3.1), т. е. угол, образованный винтовой линией по среднему диаметру резьбы и плоскостью, перпендикулярной к оси винта;



Основные типы резьб

Метрическая резьба (см. рис. 3.6). Это наиболее распространенная из крепежных резьб. Имеет профиль в виде равностороннего треугольника, следовательно, $\alpha = 60^\circ$. Вершины витков и впадин притупляются по прямой или дуге, что уменьшает концентрацию напряжений, предохраняет резьбу от повреждений, а также удовлетворяет нормам техники безопасности. Радиальный зазор в резьбе делает ее не герметичной.

По ГОСТ 9150-59 метрические резьбы делятся на резьбы с крупным и мелким шагом (см. табл. 3.1) В качестве основной крепежной применяют резьбу с крупным шагом, так как она менее чувствительна к износу и неточностям изготовления. Резьбы с мелким шагом различаются между собой коэффициентом измельчения, т. е. отношением крупного шага к соответствующему мелкому шагу (рис. 3,7). Резьбы с мелким шагом меньше ослабляют деталь и характеризуются повышенным самоторможением, так как при малом шаге угол подъема винтовой линии λ мал (см. формулу 3.1). Мелкие резьбы применяются в резьбовых соединениях, подверженных переменным и знакопеременным нагрузкам, а также в тонкостенных деталях (на деталях из пластмасс метрическая резьба изготавливается по ГОСТ 11709-66.).



Дюймовая резьба (1 дюйм равен 25,4 мм). (рис. 3.8). Имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине $\alpha=55^\circ$. Применяется только при ремонте деталей импортных машин. Изготавливается по ОСТ НКТП 1260.

Трубная резьба. Трубная цилиндрическая резьба (рис. 3.9) является мелкой дюймовой резьбой, но с закруглёнными выступами и впадинами. Отсутствие радиальных зазоров делает резьбовое соединение герметичным. Применяется для соединения труб. Изготавливается по ГОСТ 6357-52. Высокую плотность соединения дает трубная коническая резьба (ГОСТ 6211-69).

Трапецидальная резьба (рис. 3.10.). Это основная резьба в передаче винт-гайка (см. ниже). Ее профиль равнобочная трапеция с углом $\alpha = 30^\circ$. Характеризуется небольшими потерями на трение, технологична. К.п.д. выше, чем для резьб с треугольным профилем. Применяется для передачи реверсивного движения под нагрузкой (ходовые винты станков и т. п.).



Основные типы резьб

Упорная резьба (рис. 3.11). Имеет профиль в виде не равнобокой трапеции с углом 27° . Для возможности изготовления резьбы фрезерованием рабочая сторона профиля имеет угол наклона 3° . К.п.д. выше, чем у трапецеидальной резьбы. Закругление впадин повышает усталостную прочность винта. Применяется в передаче винт-гайка при больших односторонних осевых нагрузках (грузовые винты прессов, домкратов и т. д.). Изготавливается по ГОСТ 10177-62.

Прямоугольная резьба (рис. 3.12). Профиль резьбы квадрат. Из всех резьб имеет самый высокий к.п.д., так как угол профиля резьбы, $\alpha=0$. Обладает пониженной прочностью. При износе образуются осевые зазоры, которые трудно устранить. Имеет ограниченное применение в малонагруженных передачах винт - гайка.

Круглая резьба (рис. 3.13). Профиль резьбы состоит из дуг, сопряжённых короткими прямыми линиями. Угол профиля $\alpha=30^\circ$. Резьба характеризуется высокой динамической прочностью. Стандарта нет. Имеет ограниченное применение при тяжелых условиях эксплуатации в загрязненной среде. Технологична при изготовлении отливкой, накаткой и вылавливанием на тонкостенных изделиях.

Р

Р

Способы изготовления резьб.

Существует два основных способа изготовления резьб: нарезанием и накатыванием.

Н а р е з а н и е резьб осуществляется резцами, гребенками, плашками, метчиками, резьбовыми головками, фрезами.

Н а к а т ы в а н и е резьб осуществляется гребенками или роликами на резьбонакатных автоматах путем пластической деформации заготовки. Этот способ высоко производителен, применяется в массовом производстве при изготовлении стандартных крепежных деталей. Накатанные резьбы имеют повышенную прочность.

Конструктивные формы резьбовых соединений.

Основными резьбовыми соединениями являются соединения болтами, винтами и шпильками.

Болтовые соединения (рис. 3.14) наиболее простые и дешевые, так как не требуют нарезания резьбы в соединяемых деталях. Применяются для скрепления деталей небольшой толщины, а также деталей, материал которых не обеспечивает достаточной прочности резьбы.

Соединения винтами (рис. 3.15) применяются для скрепления деталей, одна из которых имеет большую толщину. В отличие от болта винт ввинчивается в резьбовое отверстие детали, гайка отсутствует.

Соединения шпилькам (рис. 3.16) применяются тогда, когда по условиям эксплуатации требуется частая разборка соединения деталей, одна из которых имеет большую толщину. Применение винтов в данном случае привело бы к преждевременному износу резьбы детали при многократном отвинчивании и завинчивании. Шпильку ввинчивают в деталь при помощи гайки, навинченной поверх другой гайки или при помощи шпильковерта.

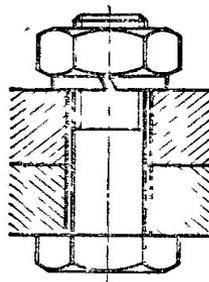


Рис. 3.14 Болтовое соединение

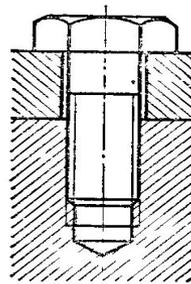


Рис. 3.15 Соединение винтом

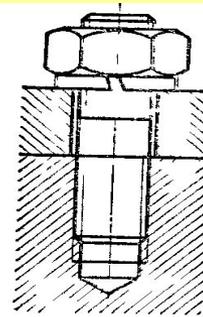


Рис. 3.16. Соединение шпилькой

Стандартные крепёжные детали

Многочисленными стандартами предусмотрены различные геометрические формы и размеры болтов, винтов, шпилек, гаек и шайб.

Болты и крепежные винты. Различают следующие основные типы болтов и винтов.

В зависимости от формы головки болты и винты бывают с шестигранными (рис. 3.17, а), полукруглыми (рис. 3.17, б), цилиндрическими (рис. 3.17, в), потайными (рис. 3.17, г) и другими головками. Форму головки выбирают в зависимости от необходимого усилия затяжки, пространства для поворота ключа, внешнего вида и т. д.

Болты и винты с шестигранными головками применяют чаще других, так как они допускают большое усилие затяжки, и требуют небольшого поворота ключа (1/6 оборота) до перехвата.

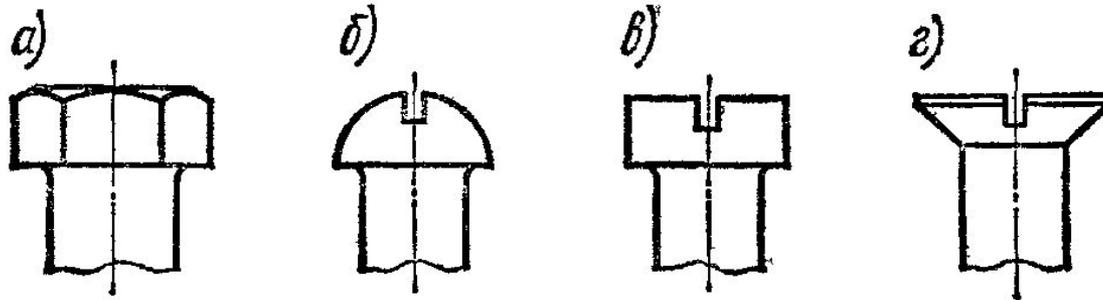


Рис. 3.17. Формы головок болтов и винтов

Стандартные крепёжные детали

В зависимости от формы стержня болты и винты бывают:

с нормальным стержнем (рис. 3.18, а);

с подголовком (рис. 3.18, б);

с утолщенным, точно обработанным стержнем для постановки без зазора в отверстие из-под развертки (рис. 3.18, в);

со стержнем уменьшенного диаметра не нарезанной части для повышения упругой податливости и выносливости при динамических нагрузках (рис. 3.18, г).

В зависимости от точности изготовления болты и винты бывают нормальной и повышенной точности.

В зависимости от назначения болты и винты бывают общего назначения, установочные и специальные.

Установочные винты применяют для фиксации положения деталей. По форме головок и концов они разделяются на большое число типов (рис. 3.19).

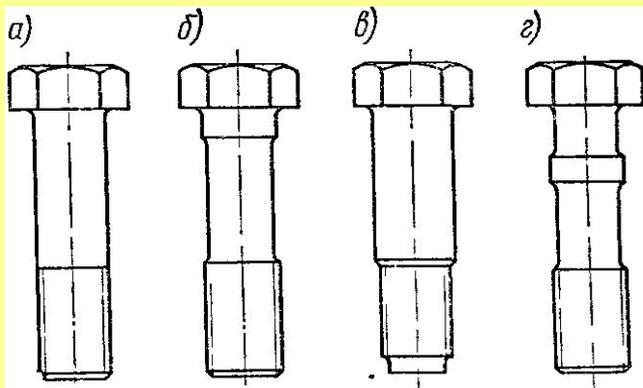


Рис. 3.18. Формы стержня болтов и винтов

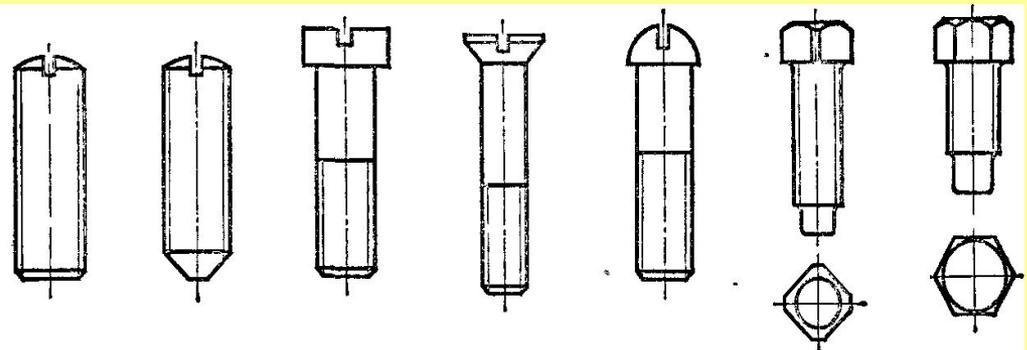


Рис. 3.19. Установочные винты

Стандартные крепёжные детали

К **специальным болтам** относятся фундаментные (рис. 3.20, а), болты конусные для отверстий из-под развертки (рис. 3.20, б), грузовые винты (рым-болты, рис. 3.20, в) и многие другие.

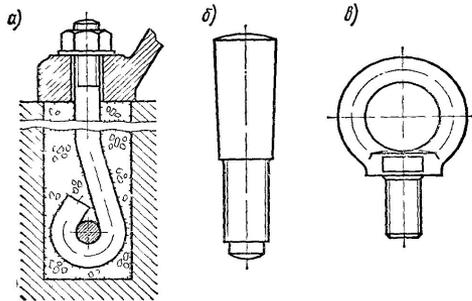


Рис. 3.20. Примеры специальных болтов

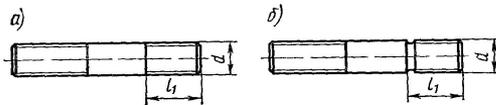


Рис. 3.21. Шпильки

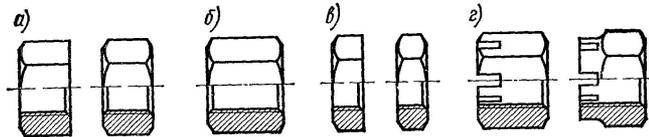


Рис. 3.22 Гайки шестигранные

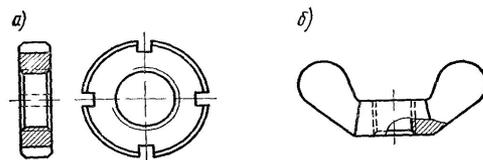


Рис. 3.23. Гайка круглая и гайка-барашек

Шпильки. Шпильки изготовляют по ГОСТ 11765—66 без проточки (рис. 3.21,а) и с проточкой (рис. 3.21,б). В зависимости от материала детали глубина завинчивания шпилек в гнездо различная.

Для чугунных деталей применяют шпильки с глубиной завинчивания $l_1=1,35d$ (тип I), для стальных $l_1 \approx d$ (тип II).

При динамических нагрузках прочность шпилек выше, чем болтов.

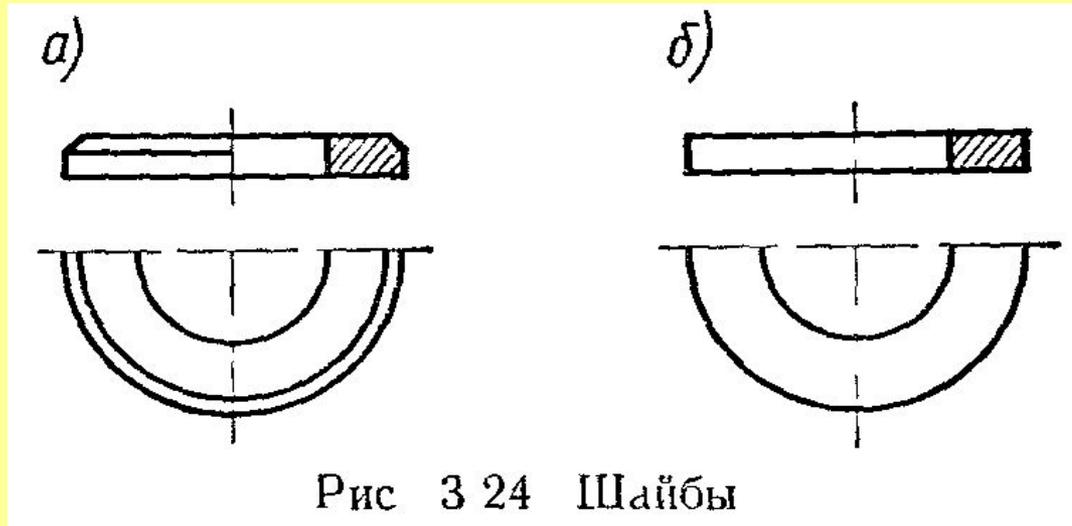
Гайки. Различают гайки нескольких основных типов. В зависимости от формы гайки бывают шестигранные (рис. 3.22), круглые (рис. 3.23, а), гайки-барашки (рис. 3.23, б) и др. Наиболее распространены шестигранные гайки. Круглые гайки применяют для фиксации деталей при малых осевых нагрузках.

В зависимости от высоты шестигранные гайки бывают нормальные (см. рис. 3.22, а), высокие (рис. 3.22, б) и низкие (рис. 3.22, в). Высокие гайки применяют при частых разборках и сборках для уменьшения износа резьбы. Прорезные и корончатые гайки (рис.3.22, г) также выполняют высокими.

В зависимости от точности изготовления шестигранные гайки, аналогично болтам, бывают нормальной и повышенной точности.

Стандартные шайбы

Шайбы. Шайбы подкладываются под гайки; они служат для предохранения деталей от задиров и увеличения опорной поверхности. Шайбы бывают точеные (рис. 3.24, а) и штампованные (рис. 3.24, б). Имеется большая группа стандартных стопорных шайб, которые применяют для предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания.



СПОСОБЫ СТОПОРЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

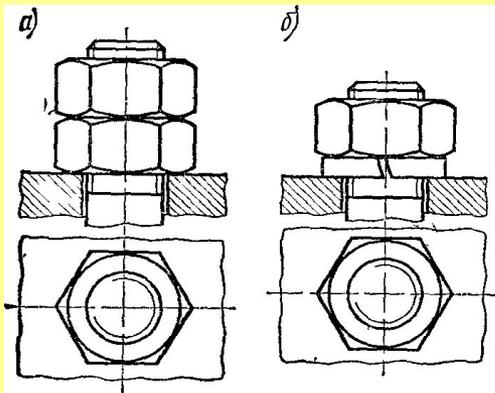


Рис. 3.25. Стопорение дополнительным трением в резьбе

Все стандартные резьбы удовлетворяют условию самоторможения, так как их угол подъема резьбы λ значительно меньше угла трения ρ . Однако практика эксплуатации машин показала, что при динамических нагрузках происходит само отвинчивание гаек и винтов. Существуют многочисленные средства стопорения резьбовых соединений, которые основаны на следующих основных принципах:

1. Стопорение дополнительным трением в резьбе при помощи контргайк, пружинных шайб и т. п. При стопорении контргайкой (рис. 3.25 а), дополнительное трение в резьбе возникает за счет упругих сил растянутого участка болта между гайками.

В настоящее время контргайки применяются редко из-за двойного расхода гаек и отсутствия надежности стопорения. Пружинные шайбы (рис. 3.25, б) представляют один виток цилиндрической винтовой пружины с квадратным сечением и заостренными краями.

2. Стопорение фиксирующими деталями, т. е. шплинтами (рис. 3.26, а), проволокой (рис. 3.26, б), различными стопорными шайбами с лапками, которые отгибают после завинчивания гаек или винтов (рис. 3.26, в).

3. Стопорение приваркой (рис. 3.27, а) или пластическим деформированием: расклепыванием (рис. 3.27, б), кернением (рис. 3.27, в). Применяются, когда соединение не требует разборки.

4. Стопорение с помощью паст и лаков.

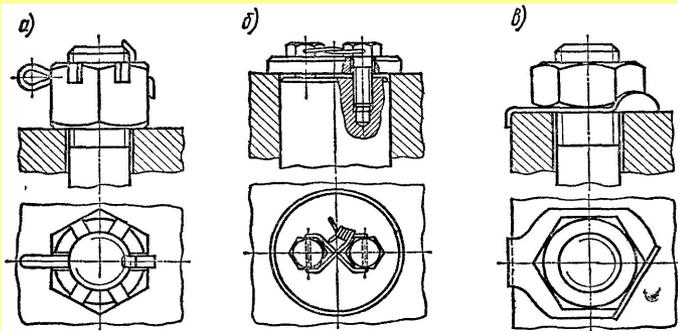


Рис. 3.26. Стопорение фиксирующими деталями

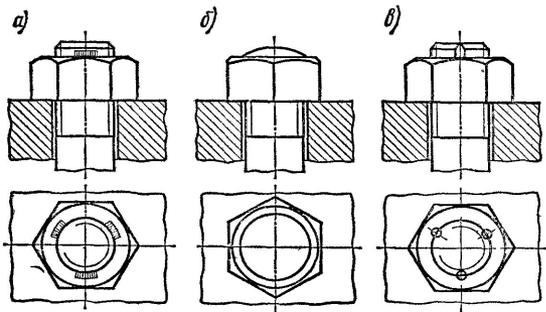


Рис. 3.27. Стопорение приваркой и пластическим деформированием

При выборе материала для резьбовых деталей учитывают величину и характер нагрузки, условия работы, способ изготовления. Стандартные крепежные резьбовые детали общего назначения изготавливают из мало- и среднеуглеродистых сталей Ст. 3, Ст. 4, 10, А12, 20, 35 и др. Эти стали в условиях массового производства позволяют изготавливать резьбовые детали методом холодной штамповки с последующей накаткой резьбы. Они хорошо обрабатываются резанием. Легированные стали 35Х, 30ХГСА применяют для весьма ответственных винтов, болтов, шпилек и гаек. Резьбовые изделия, подверженные действию воды или других окислительных сред, оксидируют, омедняют, оцинковывают и т. п. для повышения коррозионной стойкости. В настоящее время для резьбовых деталей применяют также неметаллические материалы (нейлон, полиамид и др.).

Механические свойства сталей для резьбовых соединений указаны ниже:

Марка стали	Предел текучести σ_T , н/мм ²
Ст. 3	230
А12	240
20	245
Ст. 4	260
25	275
35	314
35Х	785

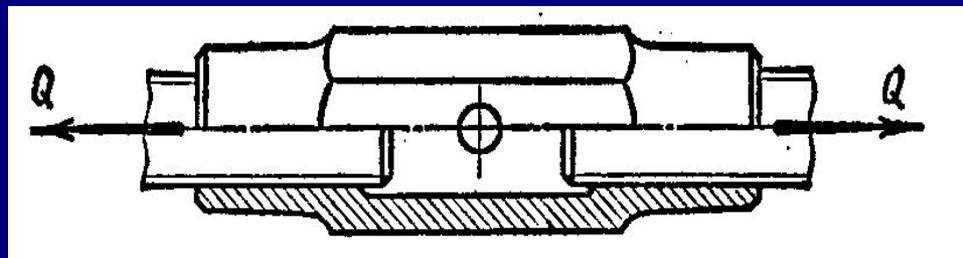
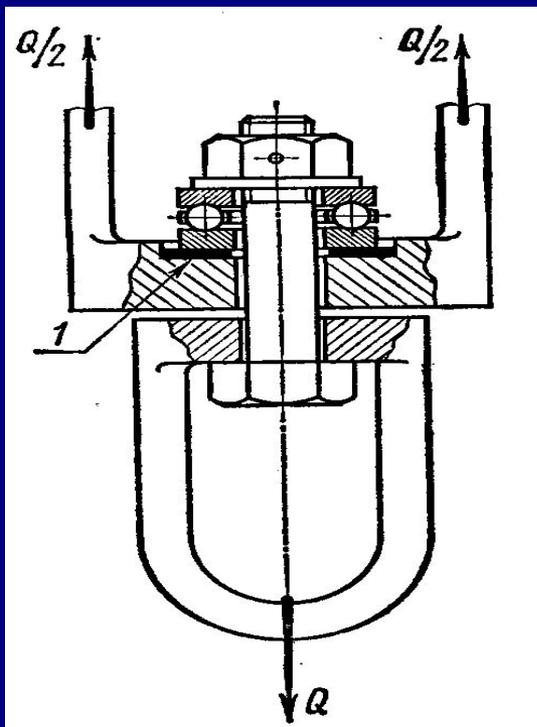
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Случай 1. Болт нагружен осевой растягивающей силой. Гайка завинчивается, но не затягивается. Последующая затяжка болта отсутствует.

Примером служит болтовое соединение грузовой скобы (рис. 3.32).

Случай 2. Винт нагружен осевой растягивающей силой. Гайка завинчивается, но не затягивается. Затягивание резьбы производится под нагрузкой.

Примером является резьбовое соединение винтовой стяжки (рис. 3.33). В период подтягивания под нагрузкой винт испытывает растяжение и кручение.



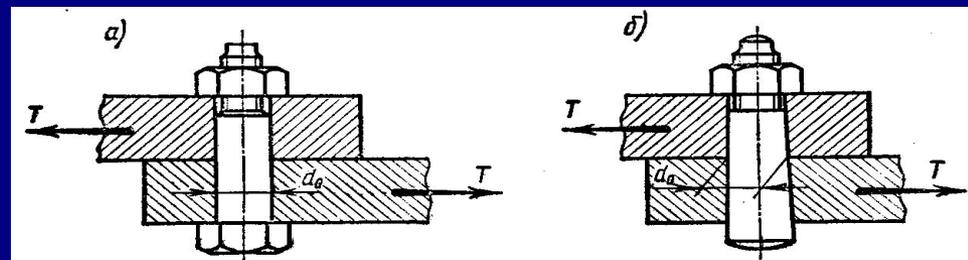
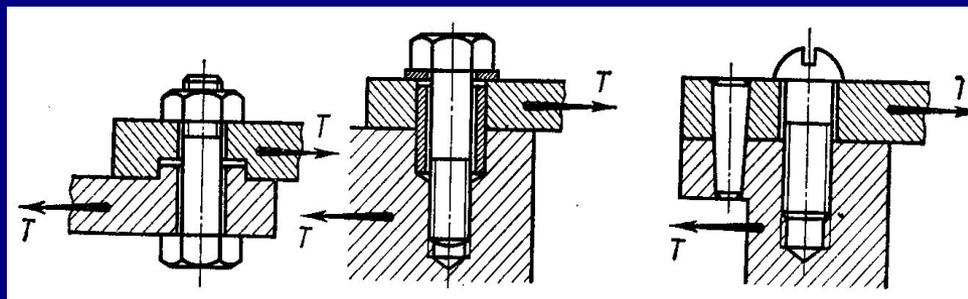
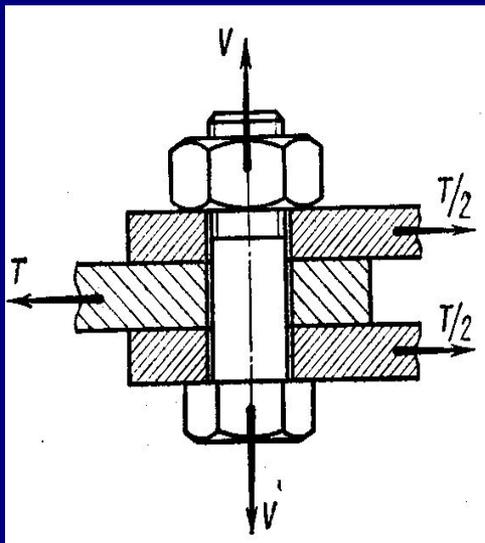
ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Случай 3. Болтовое соединение нагружено поперечной силой.

В этом соединении (рис. 3.34) болт ставится с зазором в отверстия деталей. При затяжке болта на стыке деталей возникают силы трения, которые препятствуют относительно их сдвигу.

Для разгрузки болтов от поперечной силы применяют различные замки, втулки, штифты и др. (рис. 3.35). Роль болта в таких случаях сводится к обеспечению плотного соприкосновения деталей.

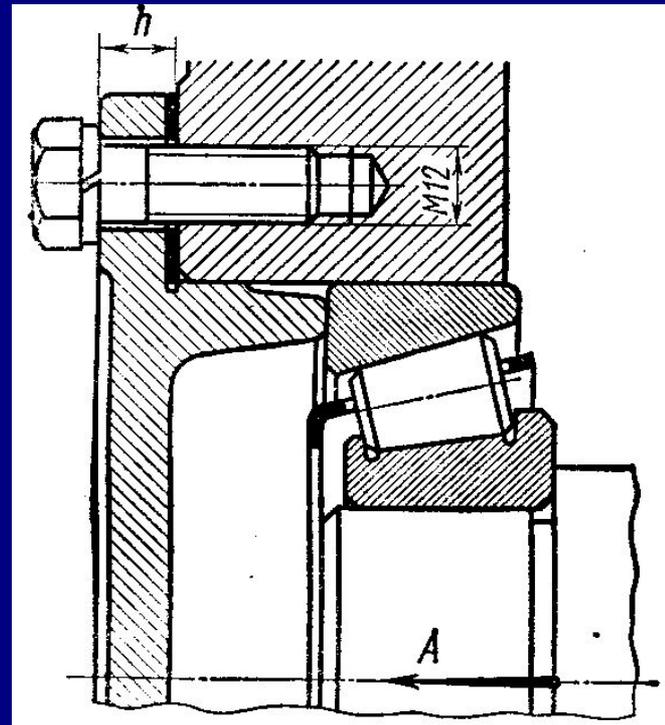
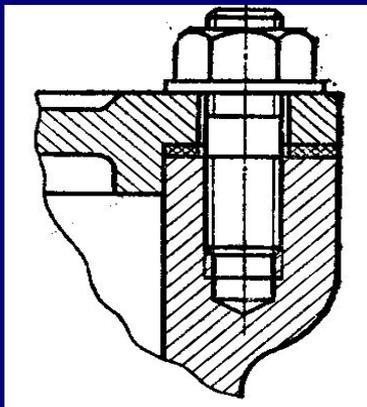
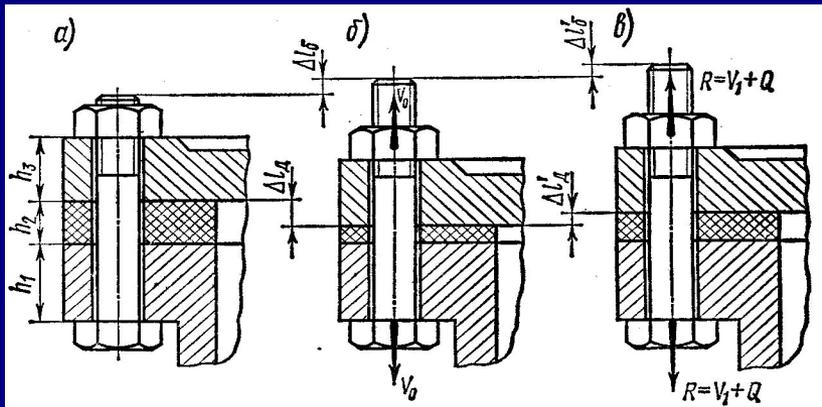
Для уменьшения диаметров болтов применяют также точеные (калиброванные) болты, устанавливаемые в отверстия из под развертки. Они могут быть цилиндрическими (рис. 3.36, а) или конусными (рис. 3.36, б). Эти болты работают на срез, как штифты.



ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

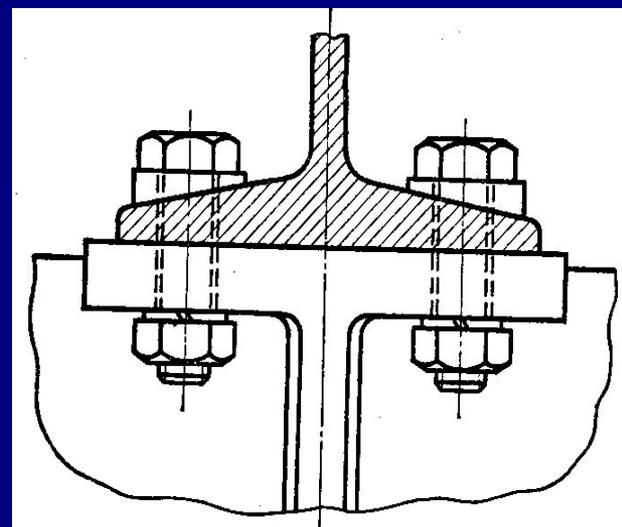
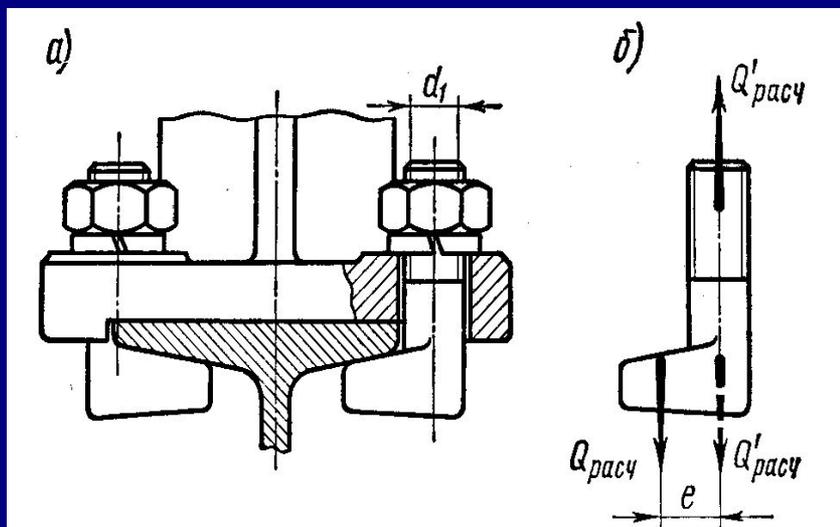
Случай 4. Болтовое соединение предварительно затянуто при сборке и нагружено внешней осевой растягивающей силой.

Этот случай соединения (рис. 3.37) часто встречается в машиностроении для крепления крышек цилиндров, подшипниковых узлов и т. п.

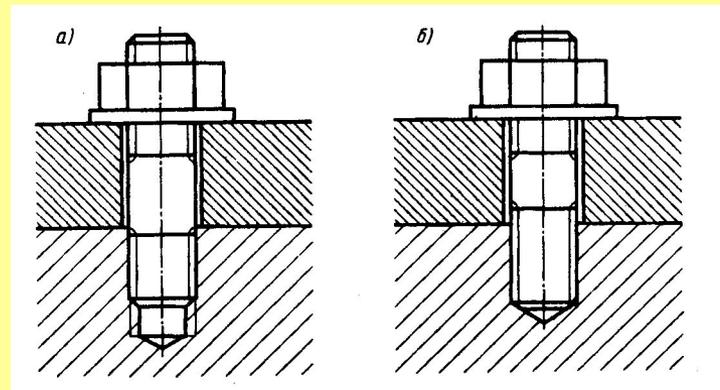
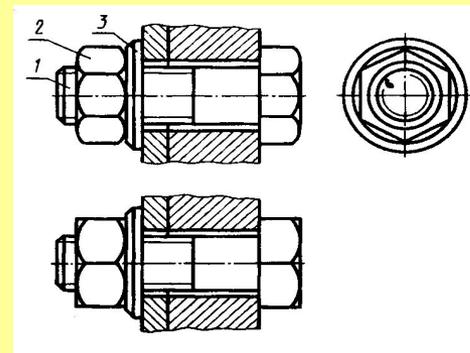
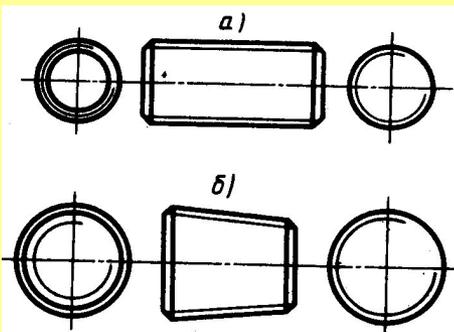
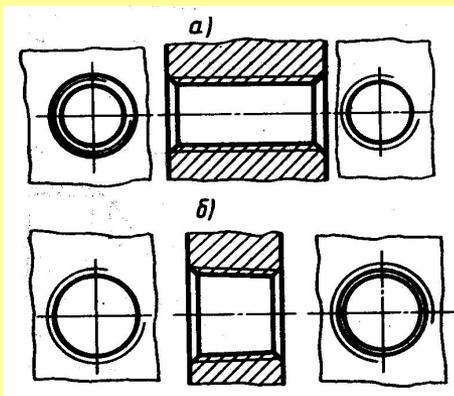


Случай 5. Болтовое соединение предварительно затянуто при сборке и нагружено внецентренной растягивающей силой.

В этом соединении применяют болты с костыльной головкой (рис. 3.41,а). При конструировании любого резьбового соединения принимают меры, устраняющие перекосы опорных поверхностей под головку болта и гайку во избежание внецентренного нагружения: черные поверхности деталей под гайки и головки цекуют, приливы (бобышки) фрезеруют, а в отдельных случаях применяют косые шайбы (рис. 3.42).



- 1) Изображение резьбы в отверстии представлено на рис.5.1.
- 2) Изображение резьбы на валу представлено на рис.5.2.
- 3) Изображение упрощенного болтового соединения с диаметром болта МХХ представлено на рис. 5.3
- 4) Изображение упрощенного шпилечного соединения с диаметром шпильки МХХ представлено на рис. 5.4



ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения их относительного перемещения при передаче крутящего момента. Преимущественно применяются при соединении валов со ступицами вращающихся деталей (рис. 5.5).

Стандартами предусмотрено изготовление призматических (рис. 5.5 а), клиновых (рис. 5.5 б) и сегментных шпонок (рис. 5.5 в).

Клиновые шпонки рекомендуются для неподвижных соединений с обязательным выходом шпоночного паза на торце вала (рис. 5.5 б). Сегментные шпонки используются только для неподвижных соединений (рис. 5.5 в). Призматические шпонки применяются на валах и втулках подвижных соединений. Виды исполнения призматических шпонок представлены на рис. 5.6.

