

РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1 Общие сведения о соединениях деталей

Неподвижные соединения деталей разделяют на соединения разъемные и неразъемные.

Разъемные соединения – соединения, повторная разборка и сборка которых возможна без повреждения составных частей (соединение при помощи резьбы, шпонок, шлицев, штифтов и др.).

Неразъемные соединения – соединения, предназначенные для постоянной связи составных частей изделия, которые нельзя разобрать без повреждения составных частей (соединение при помощи сварки, пайки, заклепок, склеивания и т.д.).

2 Соединения резьбовые

2.1 Общие сведения о резьбе

В основе образования резьбы лежит винтовое движение некоторого профиля, совершающего одновременно поступательное и вращательное движение относительно прямой, называемой осью винтового движения. Если движение совершает точка, то ее пространственную траекторию называют винтовой линией или гелисой.

Цилиндрическая винтовая линия образуется равномерным движением точки вдоль образующей цилиндра вращения, равномерно вращающейся вокруг оси цилиндра.

Коническая винтовая линия образуется равномерным движением точки вдоль образующей конической поверхности, равномерно вращающейся вокруг оси конуса.

Участок винтовой линии, пройденный точкой за один ее оборот вокруг оси, называют витком, а расстояние между начальной и конечной точками витка, измеренное по линии, параллельной оси резьбы. – ходом P_h винтовой линии.

Винтовое движение может быть правым или левым, соответственно винтовая линия будет правой или левой.

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом перемещении некоторого плоского контура по цилиндрической или конической поверхности, таким образом, что плоскость контура всегда проходит через ось поверхности вращения. Различные участки плоского контура могут образовывать различные соосные винтовые поверхности – прямые, косые или иной формы.

Форма плоского контура, образующего резьбу, определяет профиль резьбы. В зависимости от формы профиля резьба может быть треугольной, квадратной, трапециевидальной, круглой.

Часть резьбы, образованную при одном повороте профиля вокруг оси, называют витком. При этом все точки производящего профиля перемещаются параллельно оси на одну и ту же величину, называемую ходом резьбы.

Резьбу, образованную движением одного профиля, называют однозаходной (рисунок 2, а), образованную движением двух, трех одинаковых профилей и более – многозаходной (рисунок 2, б).

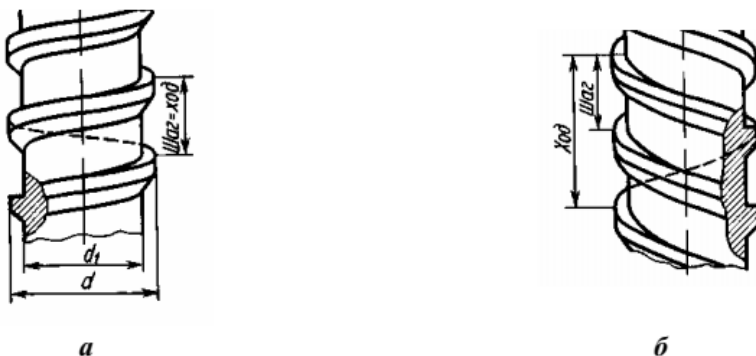


Рисунок 2 – Основные элементы резьбы:

а – резьба однозаходовая правая, б – резьба многозаходная левая

Шагом резьбы P называют расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы. У однозаходной резьбы ход равен шагу, а у многозаходной ход равен шагу, умноженному на число ходов.

Винтовая линия бывает правой и левой, поэтому резьба образуется правой (рисунок 2, а) или левой (рисунок 2, б)).

Размер резьбы определяется наружным диаметром профиля, который называют номинальным диаметром d резьбы.

2.2 Классификация резьбы

Резьбы классифицируют:

- по форме профиля: треугольные, прямоугольные, трапециевидальные и др.;
- по форме поверхности, на которой нарезана резьба: цилиндрические, конические;

- по расположению резьбы на поверхности стержня или отверстия: наружные и внутренние;
- по направлению винтовой поверхности: левые и правые;
- по числу заходов: однозаходные и многозаходные;
- по назначению: крепежные, ходовые, специальные.

Классификация резьбы приведена на рисунке 3.

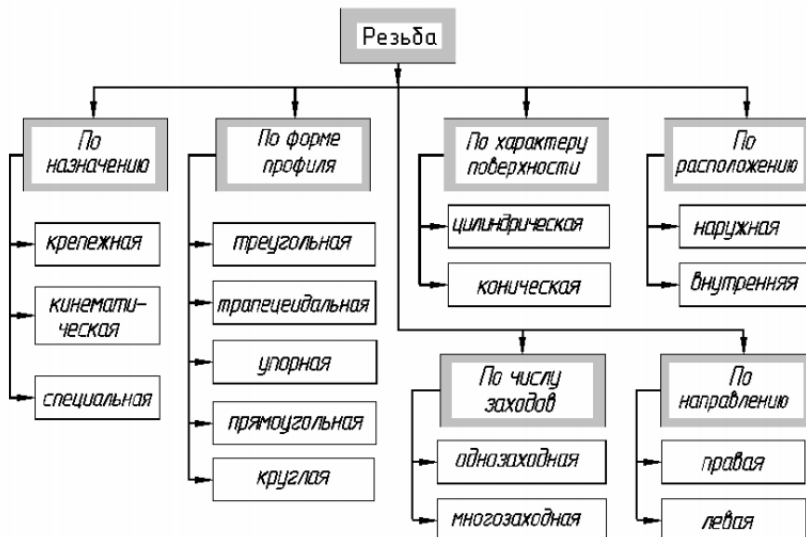


Рисунок 3 – Классификация видов резьбы

2.3 Основные виды резьбы

Все резьбы, используемые на практике, можно разделить:

- стандартные – резьбы с установленными стандартами параметрами (профилем, шагом, диаметром и соотношениями между ними);
- нестандартные (специальные) – резьбы, выполняемые по размерам, заданным конструктором (прямоугольная и квадратная).

Цилиндрические и конические резьбы общего назначения стандартизованы. Для них в ГОСТ 11708-82 даны общие определения и определения основных параметров, приведены формы профилей, а также указаны номера стандартов на основные размеры.

Стандартами предусматривается довольно значительное количество резьбы с различными параметрами. К ним относятся цилиндрические резьбы: метрическая, трубная цилиндрическая, трапецеидальная и упорная; конические резьбы: метрическая коническая, трубная коническая и др.

Формы профилей для основных типов стандартных резьб приведены в таблице 1.

Построение точного изображения витков резьбы требует большой затраты времени, поэтому оно применяется в редких случаях.

Как правило, на чертежах резьбу изображают условно, независимо от профиля резьбы. Изображение резьбы на чертежах выполняют в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру на всю длину резьбы, включая фаску. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную $3/4$ окружности и разомкнутую в любом месте (рисунок 4, а).

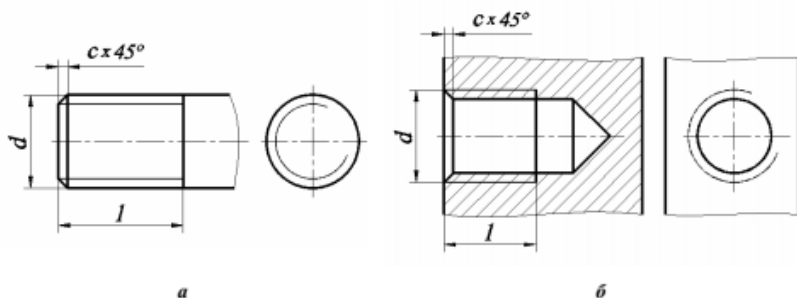


Рисунок 4 – Изображение резьбы на чертежах:
а – наружная резьба, б – внутренняя резьба

Резьбу в отверстии изображают сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими по наружному диаметру (рисунок 4, б).

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметр резьбы не должно быть менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметру (рисунок 5).

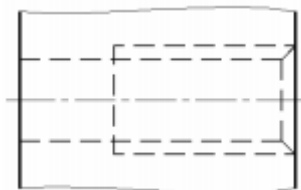


Рисунок 5 – Изображение резьбы, показываемой как невидимой

Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят в конце полного профиля резьбы сплошной основной линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая), которую проводят до наружного диаметра резьбы (рисунок 4).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях (рисунок 6, а) и до линии внутреннего диаметра в отверстиях (рисунок 6, б), т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии.

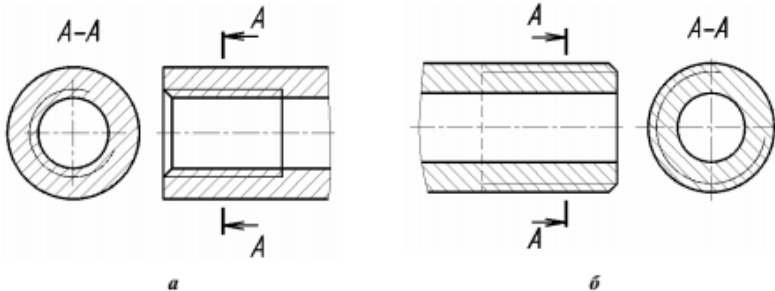


Рисунок 6 – Изображение резьбы в разрезах и сечениях:

а – резьба в отверстии (внутренняя), б – резьба на стержне (наружная)

На торце резьбового стержня или отверстия выполняется фаска – срезанная в виде усеченного конуса кромка цилиндрического стержня или отверстия. Фаска способствует центрированию режущего инструмента при нарезании резьбы, облегчает соединение деталей. Фаску обозначают $\text{сх}45^\circ$ и выбирают ее размеры по ГОСТ 10549-80. Обычно линейный размер фаски примерно равен шагу резьбы. Размерную линию при простановке размера проводят параллельно оси детали. Фаски на

стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают.

При изображении резьбовых соединений, показанных в разрезе, предпочтение отдается детали с наружной резьбой – стержню.

Резьба стержня закрывает резьбу отверстия. На продольных разрезах показывают только ту часть внутренней резьбы, которая не закрыта завернутой в нее деталью. На поперечных разрезах, если секущая плоскость пересекает обе соединяемые детали, штриховку стержня выполняют до наружной окружности резьбы как это показано на рисунках 7 и 8.

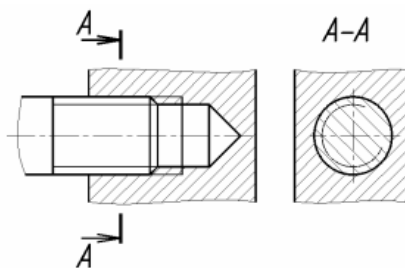


Рисунок 7 – Изображение резьбы на разрезе резьбового соединения

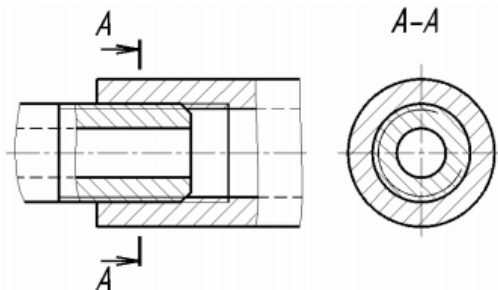


Рисунок 8 – Изображение трубного соединения на цилиндрической резьбе

2.4 Обозначение резьбы

Стандарты, устанавливающие параметры той или иной резьбы, предусматривают также ее условное обозначение.

Обозначение резьбы включает ее основные параметры: вид поверхности, тип резьбы, размер, число заходов, шаг, направление.

Вид поверхности указывается только для конической резьбы (перед обозначением ставится буква К). Если вид не указан, резьба выполняется на цилиндрической поверхности.

Резьба каждого типа имеет свое условное обозначение:

- М – метрическая;
- G – трубная цилиндрическая;
- R – наружная трубная коническая;
- Rc – внутренняя трубная коническая;
- S – упорная;
- Tr – трапецидальная.

Метрическая резьба при одном и том же размере может иметь несколько значений шагов. Крупный шаг является единственным для данного диаметра резьбы, мелких шагов может быть несколько. Поэтому в обозначении указывают только мелкий шаг, а крупный шаг не указывается. Направление резьбы для левой резьбы обозначают буквами LH. Для правых резьб направление не указывают.

Примеры обозначения резьб:

- метрической левой двузаходной с номинальным диаметром 24 мм и шагом 1,5 мм:



- метрической однозаходной правой резьбы с мелким шагом 1,5 мм: M24x1,5;
- метрической однозаходной правой резьбы с крупным шагом: M24.

В обозначении трубной резьбы числовое значение обозначает не наружный диаметр резьбы, а условный проход трубы в дюймах.

Размер трубной резьбы обозначают числом, выраженным простой дробью в дюймах. Наружный диаметр резьбы определяется по справочникам.

Примеры обозначения основных типов резьбы на чертежах приведены в таблице 2.

Обозначения резьбы указывают по соответствующим стандартам на размеры резьбы и относят их для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, к наружному диаметру (рисунок 9, а, б, и, к)

Обозначение конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения резьбы. На рисунке 9 приведены примеры обозначения на чертежах резьб различного типа.

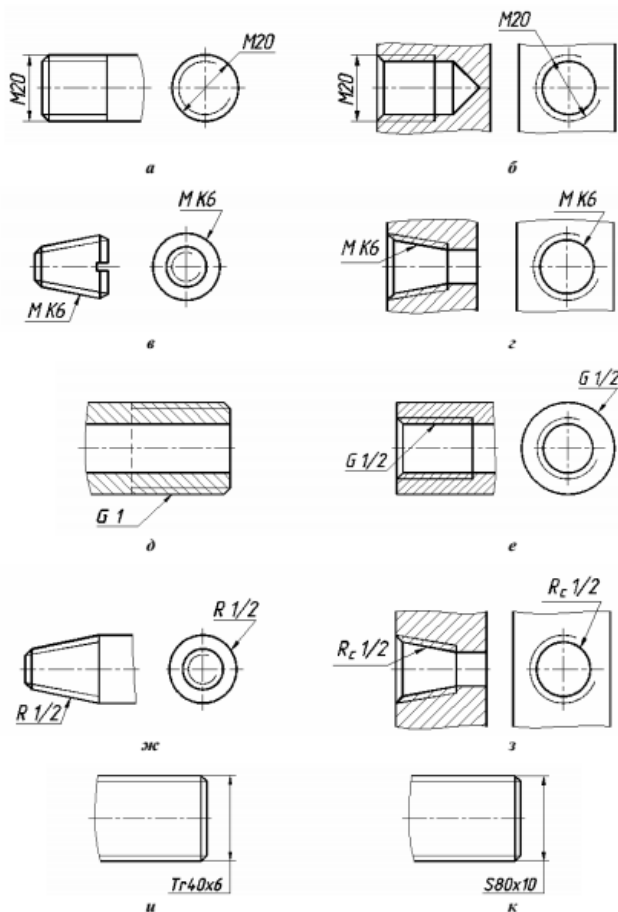


Рисунок 9 – Условное обозначение резьбы на чертежах:

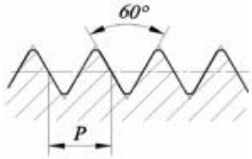
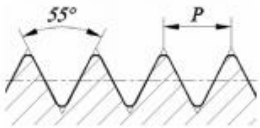
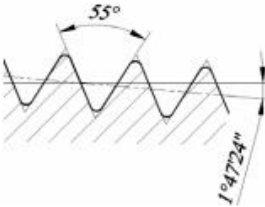
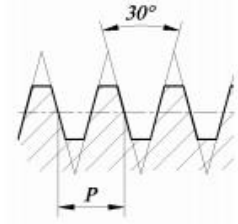
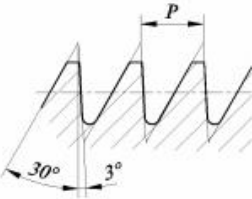
- а – метрическая цилиндрическая на стержне;
- б – метрическая цилиндрическая в отверстии;
- в – метрическая коническая на стержне;
- г – метрическая коническая в отверстии;
- д – трубная цилиндрическая на стержне;
- е – трубная цилиндрическая в отверстии;

ж – трубная коническая на стержне;
 з – трубная коническая в отверстии;
 и – трапецеидальная,
 к – упорная.

Таблица 2 – Условное обозначение основных типов резьбы

Тип резьбы	Условное обозначение типа резьбы	Параметры резьбы, указываемые на чертеже	Пример обозначения на чертеже
Метрическая с мелким шагом	M	Наружный диаметр, шаг, буквы LH – для левой резьбы	M20x1,5 M20x1,5LH
Метрическая с крупным шагом		Наружный диаметр, буквы LH – для левой резьбы	M20 M20LH
Трапецеидальная многозаходная	Tr	Наружный диаметр, ход и, в скобках, числовое значение шага, буквы LH – для левой резьбы	Tr20x8(P4) Tr20x8(P4)LH
Упорная цилиндрическая	S	Наружный диаметр, шаг, буквы LH – для левой резьбы	S80x10 S80x10LH
Трубная цилиндрическая	G	Обозначение размера резьбы, буквы LH – для левой резьбы	G 3/4 G 3/4LH
Трубная коническая	R – наружная Rc – внутренняя	Обозначение размера резьбы, буквы LH – для левой резьбы	Наружная: R1 ¹ / ₂ Внутренняя: Rc1 ¹ / ₂

Таблица 1 – Формы профиля основных типов резьбы

Тип резьбы	Форма профиля	Номер стандарта
Резьба метрическая		ГОСТ 9150-81 – профиль ГОСТ 8724-81 – диаметр и шаг ГОСТ 24705-81 – основные размеры
Резьба трубная цилиндрическая		ГОСТ 6357-81
Резьба трубная коническая		ГОСТ 6211-81
Резьба трапецидальная		ГОСТ 24738-81 – однозаходная ГОСТ 24739-81 – многозаходная
Резьба упорная		ГОСТ 10177-82

2.5 Соединение деталей с помощью крепежных изделий

К крепежным резьбовым изделиям относятся болты, шпильки, гайки, винты и фитинги. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов.

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом. Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 - 70.

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку. По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70.

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется стяжным концом.

Длина l_1 ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается. Конструкция и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032-76 ... ГОСТ 22043-76.

Соединение болтом. Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется болтовым соединением. Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т.е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия несколько большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

На сборочных чертежах допускается упрощенное изображение болтового соединения, вид которого приведен на рисунке 10. В этом случае изображение строится не по действительным размерам, а по приближенным относительным размерам в зависимости от номинального диаметра резьбы d .

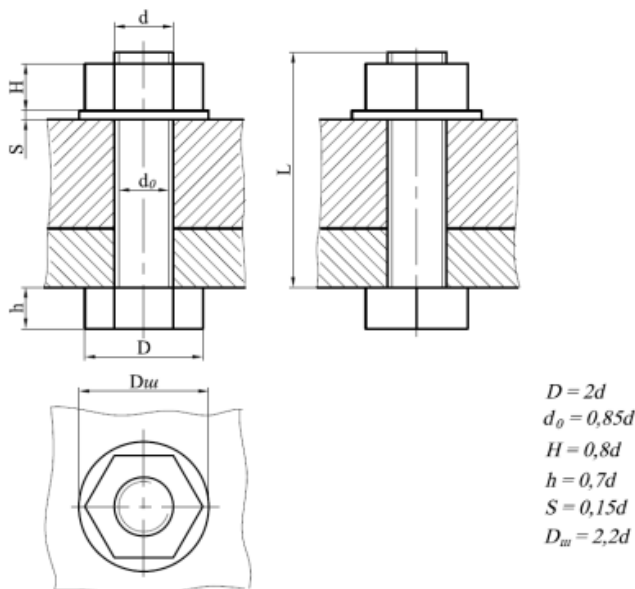


Рисунок 10 – Упрощенное изображение болтового соединения

В данной расчетно-графической работе болтовое соединение вычерчивается упрощенно. Из размеров на чертеже проставляются только диаметр резьбы и длина болта.

2.6 Соединение шпилькой

Соединение двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы. Такое соединение используют вместо болтового, когда изготавливать сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта.

Длину ℓ ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем снимают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки. На конец шпильки, выступающий из скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку (рисунок 11).

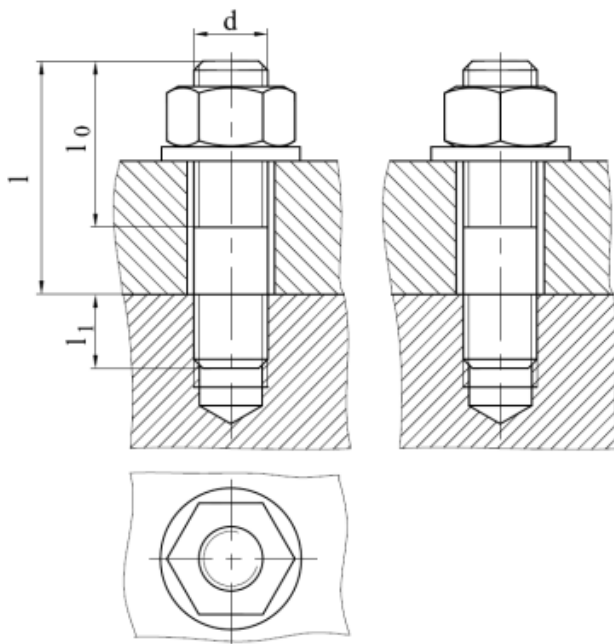


Рисунок 11 – Изображение шпильчатого соединения

При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы выбираются из соответствующих стандартов.

При выборе шпильки необходимо обратить внимание на то, что длина l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца зависит от материала детали, в которую она ввинчивается:

- 1) $l_1 = d$ для стальных, бронзовых, латунных деталей и деталей из титановых сплавов;
- 2) $l_1 = 1,25d$ для деталей из ковкого и серого чугуна;
- 3) $l_1 = 2d$ для деталей из легких сплавов, где d - наружный диаметр резьбы шпильки.

Размеры гнезда под шпильку принимаются в зависимости от размеров ввинчиваемого конца самой шпильки (рисунок 12).

Гнездо высверливается диаметром d_0 , равным внутреннему диаметру резьбы ($\approx 0,85d$). При этом глубина сверления должна быть

больше длины ввинчиваемого конца шпильки при мерно на половину номинального диаметра резьбы:

$$H1 \approx l1 + 0,5d.$$

Глубина нарезания резьбы в отверстии на четверть больше длины ввинчиваемого конца шпильки:

$$H2 \approx l1 + 0,25d.$$

В данной расчетно-графической работе соединение шпилькой вычерчивается по действительным размерам, а также рассчитывается и вычерчивается гнездо под шпильку (сверленное и нарезанное). Из размеров на чертеже проставляются размеры гнезда, диаметр резьбы и длина шпильки. Гайка и шайба выбираются студентом самостоятельно.

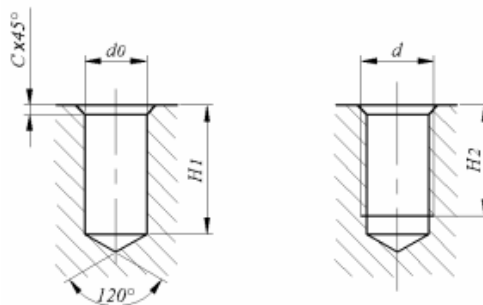


Рисунок 12 – Гнездо под шпильку

3 Изображение неразъемных соединений

3.1 Соединения сварные

Сварка - процесс получения неразъемного соединения по средством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Существуют различные виды сварки. Основные типы, конструктивные элементы, размеры и обозначения сварных соединений стандартизованы. Стандарты, регламентирующие основные типы, конструктивные элементы и условные обозначения сварных соединений, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Виды сварных соединений

ГОСТ	Наименование
5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Соединения сварные под острым и тупыми углами
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные
14806-80	Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инерт- ных газах. Соединения сварные
15164-78	Электродшлаковая сварка. Соединения сварные
15878-79	Контактная сварка. Соединения сварные

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

- стыковое – свариваемые детали соединяются своими торцами (рисунок 13, а – е);
- угловое – свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего - 90 градусов, и соединяются по кромкам (рисунок 13, и);
- тавровое – торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рисунок 13, к, л);
- нахлесточное – боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой (рисунок 13, ж, з).

Эти соединения обозначают первыми буквами – С, У, Т, Н.

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению: с отбортовкой кромок, без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок. Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные (рисунок 13).

Швы в поперечном сечении выполняются нормальными без усиления и с усилением величиной g (рисунок 13, в, г) Тавровые, угловые и нахлесточные швы характеризуются величиной катета K треугольного поперечного сечения шва (рисунок 13, ж, и, к).

В зависимости от формы шва, скоса кромок, величины усиления и катета стандартные сварные швы имеют следующие условные обозначения: С1, С2, С3,..., У1, У2, У3,..., Т1, Т2, Т3,..., Н1, Н2, Н3... .

По характеру расположения швы делятся на односторонние (рисунок 13, б, в, г, ж) и двусторонние (рисунок 13, д, е, з)

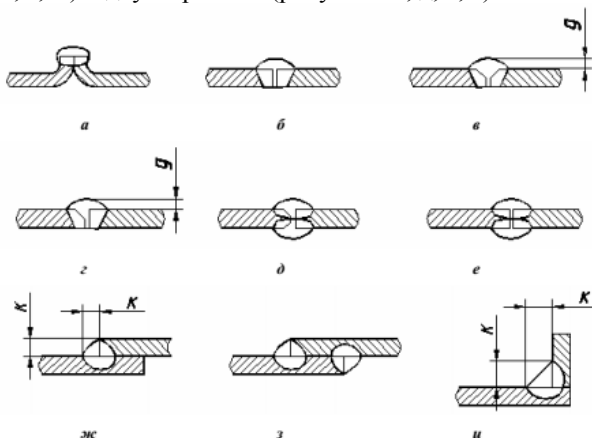


Рисунок 13 – Виды сварных соединений:

а, б, в, г, д, е - стыковое (С); ж, з - нахлесточное (Н); и - угловое (У)

На изображении сварного шва различают лицевую и обратную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка. Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва. Если же подготовка кромок симметрична, то за лицевую сторону принимают любую.

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312-72. Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения: видимый – сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией. При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+" (рисунок 14, б). Невидимые одиночные точки не изображают.

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рисунок 14, а, б). Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

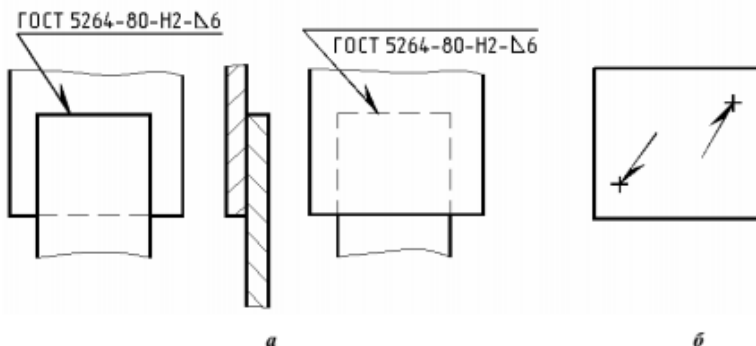
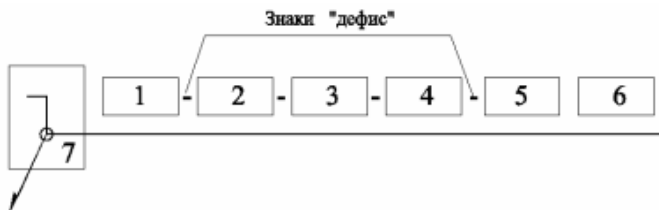


Рисунок 14 – Условное обозначение стандартных сварных швов на чертежах: а – лицевой и оборотный швы; б – точечная сварка

На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное изображение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски. Условное обозначение оборотных швов – под полкой линии-выноски (рисунок 14, а).

Структура обозначения шва сварного соединения в соответствии с ГОСТ 2.312-72 приведена на рисунке 15. Вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями, они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.



1 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

2 - буквенно-цифровое обозначение шва;

3 - условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать);

4 - знак \triangle и размер катета по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

5 - параметры для прерывистого шва;

6 - вспомогательные знаки:



усиление шва снять;



наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;



шов по незамкнутой линии;

7 - вспомогательные знаки:



шов по замкнутой линии (диаметр знака 3 - 5 мм);



шов выполнять при монтаже изделия

Рисунок 15 – Структура обозначения сварного шва

3.2 Соединения паяные и клееные соединения

Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений, получаемых пайкой и склеиванием, выполняют по ГОСТ 2.313-82.

Место соединения элементов в разрезах и на видах изображают линией толщиной 2S, т.е. в два раза толще сплошной основной линии. Для обозначения пайки и склеивания применяют условные знаки:

 - для пайки;
  - для склеивания.

Знаки наносят сплошной основной линией на линии-выноске, как это показано на рисунке 16, которая проводится от изображении шва соединения и начинается двусторонней стрелкой (или точкой при указании невидимых плоскостей соединений).

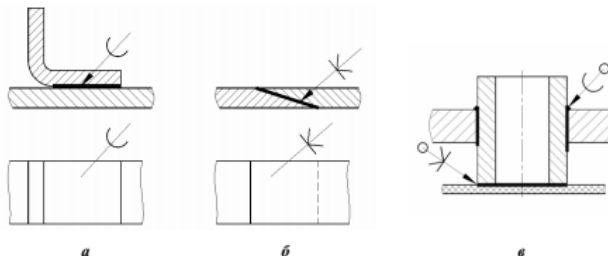


Рисунок 16 – Изображение швов соединений:
 а – паяное соединение, б – клееное соединение,
 в – швы по замкнутому контуру

Швы по замкнутой линии обозначают окружностью диаметром от 3 до 5 мм, выполняемой тонкой линией (рисунок 16, в).

3.3 Соединения клепаные

Клепаные соединения применяют для деталей из несвариваемых материалов. Соединения образуются при соединении деталей заклепками. Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, имеющий с одного конца головку. Форма головки может быть различна (полукруглая, плоская, полупотайная, потайная и т.д.). В соединяемых деталях выполняются отверстия, диаметр которых не несколько больше диаметра стержня заклепки.

Заклепка вставляется в отверстия, и ее свободный конец расклепывается, при этом происходит осаживание стержня, который заполняет отверстия в деталях. Длина стержня L выбирается так, чтобы выступающая из деталей часть l была достаточной для придания ей в процессе расклепки необходимой формы (рисунок 17).

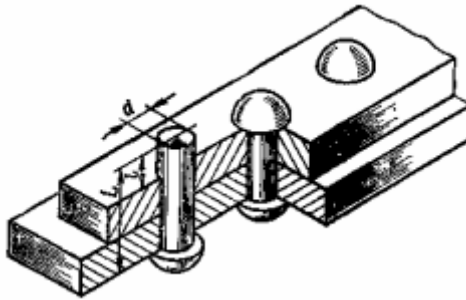


Рисунок 17 – Основные параметры клепаного соединения

По назначению заклепочные швы делят на прочные, плотные (обеспечивающие герметичность) и прочноплотные. Заклепочные швы выполняют внахлестку и встык с накладками. По расположению заклепок в соединениях различают однорядные и многорядные заклепочные швы. Расположение заклепок в рядах может быть шахматное и параллельное.

Шагом размещения заклепок называется расстояние между осями двух соседних заклепок, измеренное параллельно кромке шва.

Правила изображения и обозначений клепаных соединений изложены в ГОСТ 2.313-82. Все конструктивные элементы и размеры шва клепаного соединения должны быть указаны на чертеже (рисунок 18).

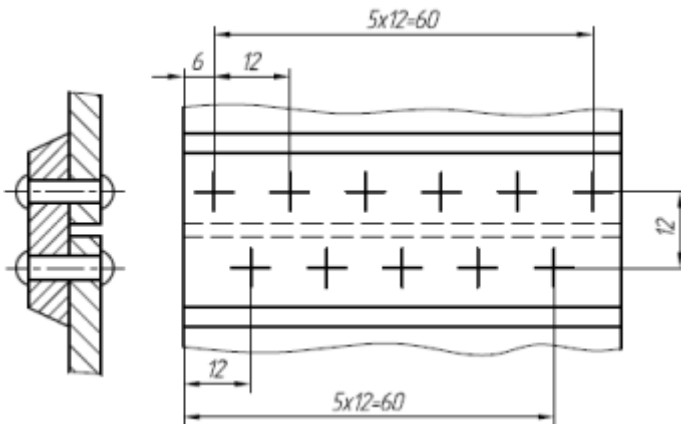


Рисунок 18 – Изображение заклепочных швов на чертеже

ЛИТЕРАТУРА

1 ЛЕВИЦКИЙ, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учеб. для вузов / В. С. Левицкий. - М. : Высш. шк., 2004. - 434 с.

2 Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: учебник для вузов / Г. П. Вяткин; А. К. Болтухин; С. А. Васин; А. В. Пуш. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 519 с.

3 ЧЕКМАРЕВ, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. - М. : Высш. шк., 2000. — 364 с. : ил.

4 Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов; И. Ф. Малежик; А. П. Верхола; Г. Е. Дмитренко; Б. Д. Коваленко; В. Н. Нигора; Р. А. Ткачук. - М. : Машиностроение, 1989. - 863 с.

5 ФЕДОРЕНКО, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко; А. И Шошин; под ред. Г. Н. Попова. - Ленинград: Машиностроение, 1983. - 416 с.

