Выполнение резьбовых соединений

Гражданкина Т.В.

2022

Государственное профессиональное образовательное учреждение Тульской области

«Тульский государственный технологический колледж»

Выполнение резьбовых соединений

Методическое пособие по инженерной графике
для самостоятельной работы студентов

Преподаватель ТГТК Гражданкина Т.В.

2022

Содержание

Введение……..……4
1 Болтовое соединение……4
1.1 Методика расчета……4
1.2 Пример расчета болта при заданном диаметре его стержня…….…6
1.3 Указания по разработке чертежа болтового соединения ……...……6
2 Шпилечное соединение……..7
2.1 Методика расчета……7
2.2 Пример определения размеров шпильки …….....8
2.3 Указания к разработке чертежа соединения шпилькой……...……...9
3. Резьбовые соединения труб……10
3.1 Методика расчета……...……..10
3.2 Особенности выполнения трубных соединений ……12
Вопросы для самопроверки……13
Приложения:
1. Шайбы нормальные и увеличенные по ГОСТ 11371 78 …….…….……..14
2. Гайки шестигранные класса точности В по ГОСТ 5915 – 70 …….……...15
3. Болты с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798 – 70….. ...16
4. Концы болтов, шпилек и винтов по ГОСТ 12414 – 66 …….……17
5. Длина болтов с шестигранной головкой нормальной (класс В) и повышенной (класс А) точности по ГОСТ 7798 – 70 и ГОСТ 7805 – 70 ……....18
6. Область применения шпилек по ГОСТ 22034 – 76 …….…...19
7. Основные размеры шпилек общего применения для резьбовых отверстий по ГОСТ 22032 – 76 и ГОСТ 22033 – 76 ……..…….20
8. Длина шпилек общего применения для резьбовых отверстий по ГОСТ 22032 – 76……..……..21
9. Определение диаметра отверстий (сверла) для нарезания резьбы метрической по ГОСТ 9150 – 59 ……..…….. 22
Литература……...23

введение

Соединения деталей бывают разъемные (резьбовые, штифтовые, шпилечное, шпоночные и др.) и неразъемные (сварные, паяные, клееные, клепаные, заливные и др.).

Наиболее распространенными резьбовыми соединениями, которые подлежат изучению, являются: болтовое, шпилечное и трубное.

Изображение и обозначение резьбы на чертежах выполняют по ГОСТ 2.311 – 68.

Практические задания по выполнению чертежей резьбового соединения являются итоговыми по изучению темы: резьбовые соединения. Поэтому студент должен предварительно изучить по рекомендованной литературе теоретический материал о резьбе: классификацию и характеристику, параметры и профили, изображение и условные обозначения по ГОСТ, допуски и посадки, ознакомиться с технологией изготовления, а также видами соединений и деталями, используемыми при этом.

Самоконтроль знаний проводить по вопросам, представленным в конце методических указаний.

1 Болтовое соединение

1.1 Методика расчета.

В болтовое соединение входят: болт (рис. 1.1.*а*), гайка (рис. 1.1.*б*), шайбы (рис. 1.1.*в*) и соединяемые детали ***I*** и ***II*** (рис. 1.2.).

Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце, для навертывания на него гайки, и головкой под ключ (рис. 1.1.*а*). Головка обрабатывается с торца на конус. Этот элемент называется фаской. Фаску также делают и на резьбе с целью удобства ее нарезания и устранения неисправной части крайнего витка, а также для облегчения сборки. На чертежах болтов его диаметр заменяют обозначением резьбы. Длиной болта считается его размер без головки. В зависимости от класса точности разработаны ГОСТы на болты. Наибольшее применение имеет ГОСТ 7798 – 70 на болты с шестигранной головкой класса ***В***.

Гайка – деталь имеющая, отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. Обычно гайки шестигранные класса точности ***В*** берутся по ГОСТ 5915 – 70.

Шайба – деталь, закладываемая под гайку, предназначенная для распределения усилий на соединяемые детали и предотвращения повреждений деталей или самоотвертывания (рис 1.1.*г*). Обычные шайбы по ГОСТ 11371 – 78 представляют диск с отверстием внутри.

Изображение такого соединения слагается из изображений: болта, гайки, шайбы и частей скрепляемых деталей.

Определяющими размерами болта в соединении служат: сумма толщин скрепляемых деталей *I* и *II* ($b_I + b_{II}$) и диаметр стержня болта, равный диаметру резьбы (рис. 1.2.).Конструкцию соединения удобнее всего показать на разрезе, плоскость которого проходит через ось болта и совмещенные с ней оси отверстий соединяемых деталей.

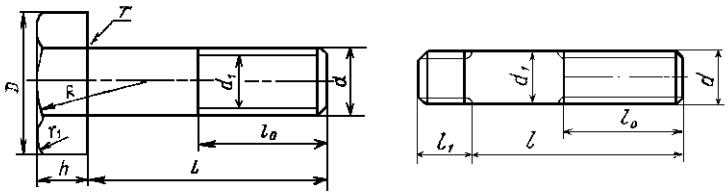
Болт, как сплошное тело, показывают нерассеченным. Гайку и шайбу принято показывать так же без разреза (рис. 1.2.). Диаметр сквозных цилиндрических отверстий находят в ГОСТ 11284 – 75 (СТ СЭВ 2515 – 80) по диаметру резьбы болта. Зазоры между стенками отверстий и стержнем болта показывают на чертеже условно увеличенными (см. рис. 1.2.).

Длина болта может быть подсчитана по формуле

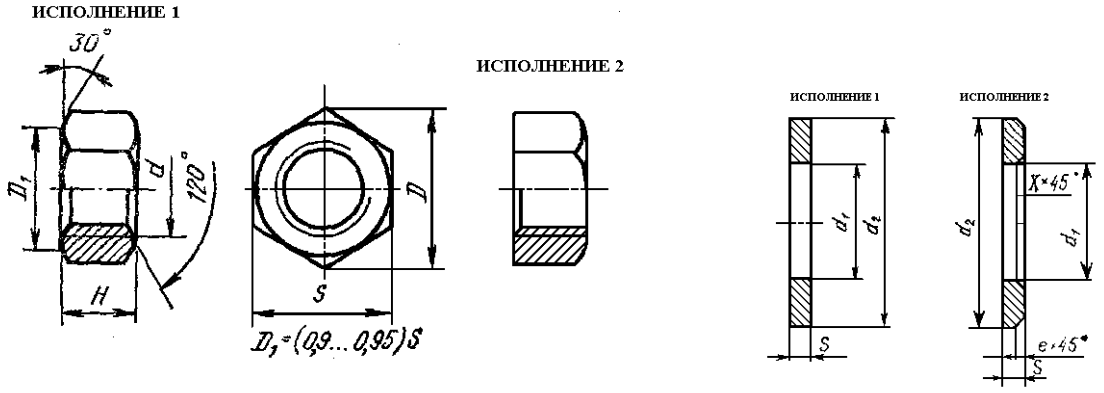
$$l \geq b_1 + b_u + s + H + a + c,$$

где b_1 и b_u – толщина скрепляемых деталей;

s – толщина шайбы (приложение 1); H – высота гайки (приложение 2);



а *б*



в *г*

Рис 1.1. Элементы разъемных соединений: *а*) болт; *б)* шпилька; *в*) гайка; *г*) шайба

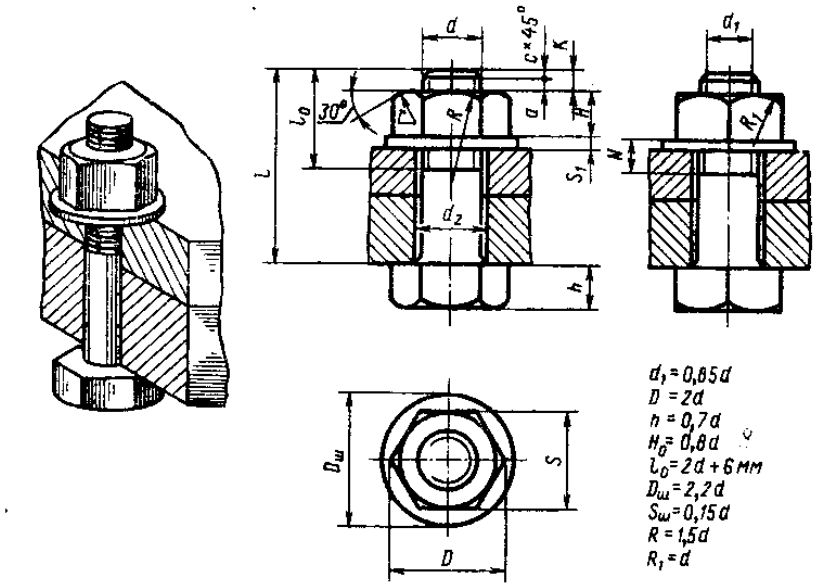


Рисунок 1.2 - Болтовое соединение

a – запас резьбы болта на выходе из гайки в пределах от одного до двух шагов резьбы (приложение 2 и 3);

c – высота фаски резьбового конца стержня, определяется по данным ГОСТ 12414 – 75, который предусматривает 10 форм фасок на конце резьбы стержней болтов, винтов и шпилек; обычно берут ***c = p*** –крупному шагу (приложения 2, 3, 4). Из стандарта на болты берут длину ближайшую к вычисленной (приложения 3, 5).

1.2 Пример расчета болта при заданном диаметре его стержня

Две детали **I** и **II** с толщинами b_I = 20 мм и b_{II} = 30 мм следует соединить посредством болта М24 ГОСТ 7798 – 70, гайки М24 по ГОСТ 5915 – 70 и шайбы 24 ГОСТ 11371 – 78. Для этого в соединяемых деталях сверлят сквозные отверстия, размер которых выбирают по ГОСТ 11284 – 75

В соответствующих ГОСТах находят числовые значения величин:

s = 4 мм (ГОСТ 11371 – 78), (приложение 1);

H = 19 мм (ГОСТ 5915 – 70), (приложение 2);

a = 3 мм (ГОСТ 9150 – 59), (приложения 2 и 3);

c = 3 мм (приложения 3 и 4; $c = \frac{d - d_2}{2} = \frac{24 - 18}{2} = 3мм$).

Затем подставляют их в формулу, из которой получают

$$l = 20 + 30 + 4 + 19 + 3 + 3 = 79 \text{ мм}$$

Эту величину сравнивают со стандартными длинами болтов М24 по ГОСТ 7798 – 70 (приложение 5). В приложении 5 имеется два ближайших значения 75 и 80 мм. Выбираем длину болта 80 мм как ближайшую большую к подсчитанной. В той же таблице находят длину нарезанной части стержня болта l_0 = 54 мм (при ***l*** до 150 мм).

На рис 1.2. изображено болтовое соединение двух деталей ***I*** и ***II***, состоящие из болта, гайки и шайбы.

На практике конструктора иногда запас резьбы на выходе и ширину фаски берут равным **1/3 *d*** (диаметра резьбы).

1.3 Указания по разработке чертежа болтового соединения

Используя вышеприведенные формулы и примеры расчета, студент приступает к разработке болтового соединения по индивидуальному заданию. В задании дано несколько деталей (чаще две), которые имеют сквозные отверстия с указанием диаметра. Необходимо по ГОСТ 7798 – 70 подобрать болт с ближайшим наибольшим размером, но который будет входить в отверстие с зазором. Выдержка из ГОСТ 7798 – 70 дана в приложении 3.

Следующий этап заключается в приближенном расчете длины болта, по приведенным выше формулам, но для конкретно ваших деталей.

Полученную расчетную длину сравнивают со стандартной длиной болта по ГОСТ 7798 – 70 (приложение 5) и выбирают ближайший стандартный болт, у которого длина больше расчетной. Для принятого стандартного болта подбирают гайку по ГОСТ 5915 – 70 (приложение 2) и шайбу по ГОСТ 11371 – 78 (приложение 1) с учетом экономической и эксплуатационной целесообразности.

В сквозные отверстия, заданных деталей, вставляют принятый стандартный болт и на его конец с резьбой надевают шайбу и навертывают гайку. Типовое изображение такого соединения представлено на рис. 1.2. Это изображение студент дополняет элементами своих деталей. Головку болта, гайку и шайбу изображают в 3 ^{x} проекциях без

каких-либо упрощений (рис. 1.2.) по условным соотношениям размеров по отношению к диаметру резьбы болта $\boldsymbol{d}$: $\boldsymbol{d}_1 = 0{,}85\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{D} = 2\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{h} = 0{,}7\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{H}_0 = 0{,}8\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{l}_0 = 2\boldsymbol{d} + 6$ мм; $\boldsymbol{D}_ш = 2{,}2\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{S}_ш = 0{,}15\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{R} = 1{,}5\boldsymbol{d}$; $\boldsymbol{R}_1 = \boldsymbol{d}$; в ряде источников $\boldsymbol{R}_1$ берется по построению, как радиус окружности проведенной через три точки: эти же соотношения приведены на **рис. 1.2.**, с непосредственной привязкой к выполняемому болтовому соединению.

На главном виде показывают головку болта и гайку с тремя гранями. По ГОСТ 2.305 – 68 болты, винты, шпильки в продольном разрезе изображают нерассеченными. На сборочных чертежах, как правило, изображают нерассеченными так же гайки и шайбы.

На изображениях болтового соединения проставляют обязательно размеры, показанные на рис. 1.2 условными обозначениями (т.е. заменяются условные обозначения цифрами) и размеры необходимые для выбора диаметра и длины болта: диаметр отверстия $\boldsymbol{d}_2$; толщины деталей $\boldsymbol{b}_1$ и $\boldsymbol{b}_2$; длина болта $\boldsymbol{l}$, длина нарезной части болта $\boldsymbol{l}_0$, диаметр резьбы $\boldsymbol{d}$ (например, М24); ширину и уклон фаски, толщину шайбы $\boldsymbol{S}_1$; высоту гайки $\boldsymbol{H}$. Остальные размеры соединяемых деталей допускается показывать по возможности.

В случае затенений или наложения элементами соединяемых деталей элементов болтового соединения допускается делать выровы, укорочения или упрощения затеняющих частях соединяемых деталей с целью четкого изображения самого соединения.

Расположение изображений и масштаб студент выбирает сам, чтобы обеспечить четкость чертежа, возможность простановки размеров и выполнять построения без затруднений. Поэтому изображение целесообразнее выполнять в более крупном масштабе.

На свободном поле чертежа чертежным шрифтом записывают условные обозначения болта, гайки и шайбы. Пояснения к записям условных обозначений имеются в соответствующих ГОСТах, по которым проводим подбор. Например, болт М12×60.6*g*.58 ГОСТ 7798 – 70. При сдаче чертежа студент должен устно пояснить эту запись, что этот болт имеет метрическую резьбу, диаметром 12 мм с крупным шагом, длину стержня 60 мм, головку шестигранную, исполнение I, класс прочности 5.8 с полем допуска 6*g*.

Запись. Гайка М12.5 ГОСТ 5915 – 70 – означает, что исполнение ***I*** с метрической резьбой и номинальным диаметром резьбы $\boldsymbol{d}$ = 12 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7***H***, класс прочности 5, без покрытия.

Запись. Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371 – 78 означает исполнение ***I***, для болта диаметром 12 мм, из материала группы 01, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

Чертеж болтового соединения выполняется в масштабе карандашом на формате ***А3***. В основной надписи в графе наименование записывается «Соединение болтовое», все графы заполняются в соответствии с ГОСТ.

2 Шпилечное соединение

2.1 Методика расчета.

Соединение шпилькой и гайкой применяют для скрепления двух и более деталей, когда по конструктивным соображениям применение болтового соединения невозможно или нецелесообразно, например, из-за недоступности монтажа болтового соединения, невозможности сквозного сверления всех скрепляемых деталей и т.д.

В шпилечное соединение входят: шпилька, гайка, и соединяемые детали. Назначение шайбы то же, что и в болтовом соединении.

Шпилька – стержень на одном конце, которого имеется резьба для ввертывания ее в деталь, а на другом резьба для навертывания на нее гайки. Длина шпильки – это размер без ввертываемой части.

Изображение шпилечного соединения складывается из изображений вышеперечисленных деталей и его выполняют по тем же правилам, что и болтовое соединение.

На рис. 2.1. изображено соединение двух деталей ***I*** и ***II*** шпилькой, гайкой и шайбой.

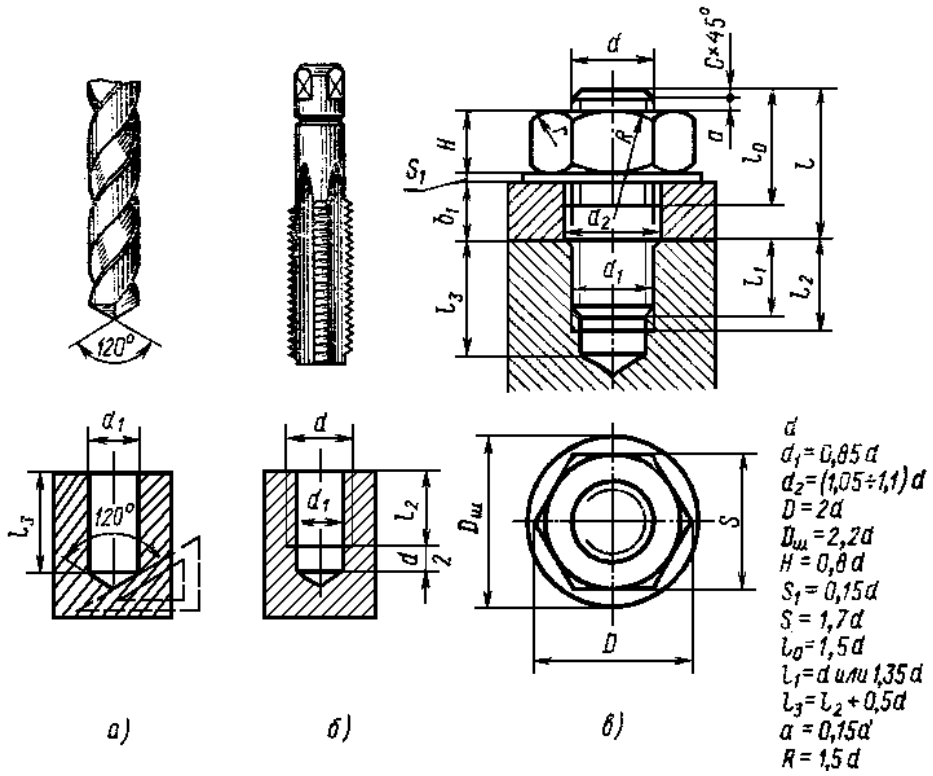


Рисунок 2.1 - Соединение деталей шпилькой

2.2 Пример определения размеров шпильки для соединения двух деталей шпилькой М 24 (рис. 2.1). Толщина детали ***I*** – b_1 = 40 мм, материал детали ***II*** – чугун, толщина ее более 50 мм.

В ГОСТ 22034 – 76 (приложение 6) находят для шпильки с резьбой М 24 при завинчивании ее в чугун длину ввинчиваемого конца l_1 = 30 мм. Длину шпильки *l* (длина шпильки без ввинчиваемого конца) определяют по формуле

$$l = b_1 + H + s + a + c$$

Значение величин выбирают из ГОСТов:

H = 19 мм (ГОСТ 5915 – 70), (приложение 2);

S = 4 мм (ГОСТ 11371 – 78),(приложение 1);

a = 3 мм (ГОСТ 9150 – 59), (приложение 7, ***a = p***);

c = 3 мм (определяется по данным ГОСТ 12414 – 66, ***c = p***);

$$L = 40 + 19 + 4 + 3 + 3 = 69{,}0 \text{ мм.}$$

Из ГОСТ 22032 – 76 выбирают значения ***l***, ближайшее большее по отношению к расчетному ***l*** = 70 мм, (приложение 8).

Для соединения деталей ***I*** и ***II*** взята, например, шпилька М24×70 по ГОСТ 22032 – 76, у которой длина нарезной части под гайку 54 мм.

В детали ***I*** сверлят сквозное отверстие ∅25 мм (ГОСТ 11284 – 75). В детали ***II*** делают глухое отверстие (рис. 2.1). Размер отверстия под резьбу М 24 берут по нормалям. Глубину отверстия l_3 подсчитывают по формуле:

$$L_3 = l_1 + 2P + l_4 ,$$

где l_1 – длина ввертываемого конца шпильки 30 мм;

P – шаг резьбы 3 мм;

L_4 - недорез, включает в себя длину сбега резьбы, то есть длину гладкого отверстия резьбы (9 мм из ГОСТ 10549 – 80),;

$2P$ – запас резьбы в мм.

В итоге:

$$L_3 = 30 + (2\times3) + 9 = 45 \text{ мм.}$$

2.3 Указания к разработке чертежа шпилечного соединения

В индивидуальных заданиях на разработку шпилечного соединения даны две детали, в одной детали имеется сквозное отверстие без резьбы. Во второй детали имеется сквозное или глухое отверстие с резьбой. Оси этих отверстий совпадают. Диаметр отверстия без резьбы больше диаметра отверстия с резьбой, то есть в задании уже заложен зазор между шпилькой и стенкой отверстия детали, равный разности диаметра отверстия без резьбы и диаметром резьбы.

Задача состоит в подборе шпильки по ГОСТ 22032-76 – ГОСТ 22043-76 по заданному отверстию с резьбой.

В зависимости от материала детали, в которой сделано отверстие с резьбой, по ГОСТ определяют глубину ввертывания l_1 шпильки (приложение 6). Шпильку в отверстие ввинчивают всегда до конца, поэтому отверстие с резьбой должно иметь запас резьбы на **0,5*d*** резьбы шпильки больше тогда: $l_2 = l_1 + 0{,}5d$. Поскольку в глухом отверстии резьбу нарезать до конца невозможно из-за наличия на нарезном инструменте – метчике заборной части, то отверстие для нарезки резьбы высверливают меньшим диаметром, величину которого берут по нормалям, а глубина равна $l_2 + 0{,}5d$.

Для деталей из стали, если нет особых условий, обычно принимают глубину сверления отверстия для нарезания резьбы равную **1,5*d***, длину нарезки резьбы – **1,25*d***, глубина ввертывания шпильки равна диаметру ***d*** мм.

Отверстие с резьбой во второй детали может быть сквозным или глухим. Если отверстие с резьбой в детали глухое, то расчет параметров шпильки (диаметра, длины шпильки и длины ввертываемой части и др.) производится в соответствии с приведенной выше методикой и учетом технологии изготовления в детали глухого отверстия с резьбой.

В зависимости от материала детали, в которой делают отверстие с резьбой по ГОСТ 22034-76 (приложение 6) берут длину ввертываемой части шпильки l_1.

В начале в детали сверлят отверстие без резьбы диаметром меньше диаметра резьбы. Диаметр сверла берут по нормалям (см. приложение 9) в зависимости от диаметра резьбы.

Глубину сверления отверстия берут равной:

$$L_3 = l_1 + d,$$

где l_1 – длина ввертываемой части шпильки по ГОСТ 22034 (приложение 6), мм;

d – диаметр резьбы, мм;

Длину нарезки резьбы берут равной:

$$l_2 = l_1 + 0{,}5d,$$

где l_1 – длина ввертываемой части шпильки по ГОСТ 22034 (приложение 6); мм;

d – диаметр резьбы, мм;

Для деталей из стали обычно принимают глубину сверления отверстия для нарезания в нем резьбы равной **1,5*d***, длину нарезки резьбы **1,25*d***, глубину ввертывания шпильки равной диаметру резьбы ***d*** в мм.

Если в детали отверстие с резьбой сквозное, то сначала сверлят сквозное отверстие без резьбы, диаметр сверла которого определяют в зависимости от диаметра резьбы и материала детали по нормалям (приложение 9). Затем нарезают резьбу в отверстии по всей толщине детали и ввертывают в него шпильку до конца.

После расчета и подбора шпильки по ГОСТ 22032 – 76 … ГОСТ 22043 – 76 вычерчивают изображения шпилечного соединения на чертежной бумаге карандашом на формате ***А3*** в трех проекциях без упрощений. Пример выполнения шпилечного соединения дан на **рис. 2.1.** Изображают шпильку, гайку, шайбу и соединяемые детали, затем проставляют обязательно размеры шпильки (диаметр отверстия, диаметр резьбы, длину резьбы для навертывания гайки) длину нарезки резьбы в детали и глубину сверления отверстия для нарезания резьбы, и размеры деталей. Если в детали отверстие с резьбой сквозное, то показывают глубину ввертывания шпильки и диаметр резьбы. Остальные требования и рекомендации по выполнению соединений шпилькой аналогичны соединению болтом.

На свободном поле чертежа чертежным шрифтом записывают условные обозначения шпилек, гаек, шайб, выбранных согласно ГОСТ.

Например, запись – шпилька М16.6*g* × 120.58 ГОСТ 22032 – 76 означает, что шпилька диаметром 16 мм имеет метрическую резьбу с крупным шагом ***P*** = 2,0 мм, с полем допуска 6*g*, длиной ***l*** = 120 мм, класс прочности 5.8, без покрытия.

Условное обозначения гайки и шайбы даны в болтовом соединении.

В основной надписи в графе наименование делается запись «Соединение шпилечное». Также на свободном поле чертежа стандартным чертежным шрифтом записывают материал, который вы назначили для изготовления детали ***II***, имеющей отверстие с резьбой для ввертывания шпильки.

3 Резьбовые соединения труб

3.1 Методика расчета.

Разъемные соединения труб посредством резьбы применяют в трубопроводах, где должны быть обеспечены плотность и прочность соединений и простота их сборки и разборки. Резьбовые соединения труб осуществляют с помощью резьбы на трубах и промежуточных деталях – фитингах, к которым относят: муфты по ГОСТ 8954 –75, угольники по ГОСТ 8946 – 75 и т.д. Для соединения труб применяют цилиндрическую и коническую резьбы (метрическую и дюймовую). Плотность соединения с цилиндрической резьбой обеспечивают применением уплотняющих средств. Соединения с конической резьбой специальных уплотнений не требуют.

Определяющим размером всякого соединения труб служит условный проход трубы $D_у$ (**рис. 3.1.**). Соединение двух труб муфтой состоит из соединяемых труб ***I*** и ***II*** (см. рис. 3.1.), муфты (муфта короткая по ГОСТ 8954 – 75), контргайки (ГОСТ 8961 – 75) и прокладки ***III***. Контргайка в некоторых случаях может отсутствовать. На концах труб и в отверстии муфты нарезают резьбу, которой осуществляют соединения.

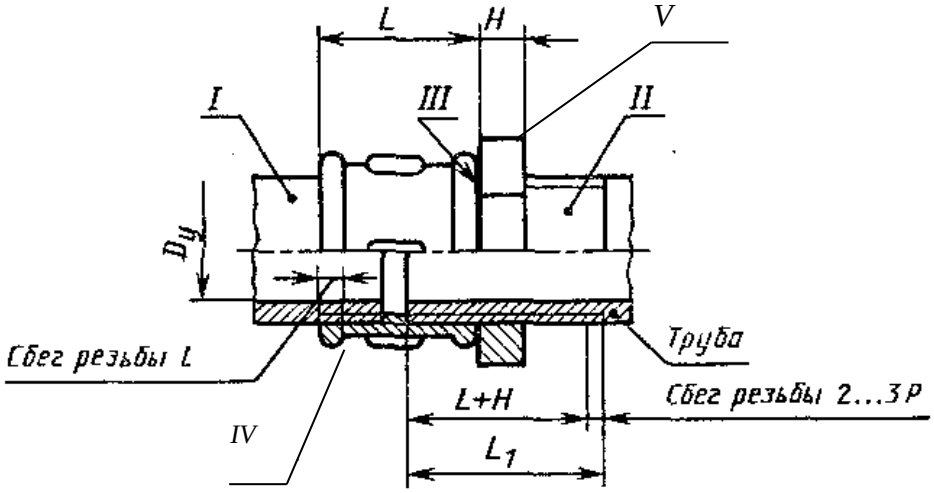


Рисунок 3.1- Соединение труб муфтой: *I* и *II* – трубы; *III* – прокладка; *IV* – муфта; *V* – контргайка

Изображение соединения труб муфтой (или угольником) слагается из изображений соединяемых труб, муфты (угольника), контргайки, уплотняющей прокладки и соединяемых труб.

Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через ось трубы и муфты (допускается совмещение разреза с видом), и дополняют сечением плоскостью, перпендикулярно к оси соединения.

Линию конца резьбы на трубе ***I*** условно совмещают с торцом муфты. Уплотняющую прокладку изображают утолщенной линией (**≈ 2*S***).

Длина резьбы трубы ***I*** задается ГОСТом на трубу. Длина резьбы L_1 трубы ***II*** является суммой трех величин:

$$L_1 = L + H + l_1,$$

где ***L*** – длина муфты по ГОСТ 8954 – 75;

H- высота контргайки по ГОСТ 8961 – 75;

L – сбег резьбы [(2…3) *P*] по ГОСТ 10549 – 80.

Соединения труб угольником (угольник прямой по ГОСТ 8946 – 75) изображено на **рис. 3.2**.

Подробнее об оформлении сборочных чертежей трубопроводов изложено в ГОСТ 2411 – 72.

3.2 Особенности выполнения трубных соединений

В индивидуальных заданиях даны конструкция и размеры одной детали, называемой общим названием фитинг (муфты, угольники и т.д.) и труба.

Задача состоит в том, чтобы ввернуть трубу в фитинг на половину резьбы в нем.

На чертеже изображают фитинг только (две детали) в соединенном виде с выполнением необходимых разрезов и простановкой размеров. Изображение каждой детали отдельно допускается не выполнять.

В задании на трубное соединение применен методический прием обучения черчению: студент должен найти ошибки в задании, исправить их и выполнить чертеж трубного соединения без ошибок в соответствии с ГОСТ 6357 – 81, ГОСТ 6211 – 81, ГОСТ 6111 – 81, ГОСТ 2.311 – 68.

Типовое трубное соединение представлено на **рис. 3.2. и 3.3.**. Студент дополняет типовое изображение из заданных деталей простановкой резьбы на фитингах и в сборе, а также размерами заданных деталей.

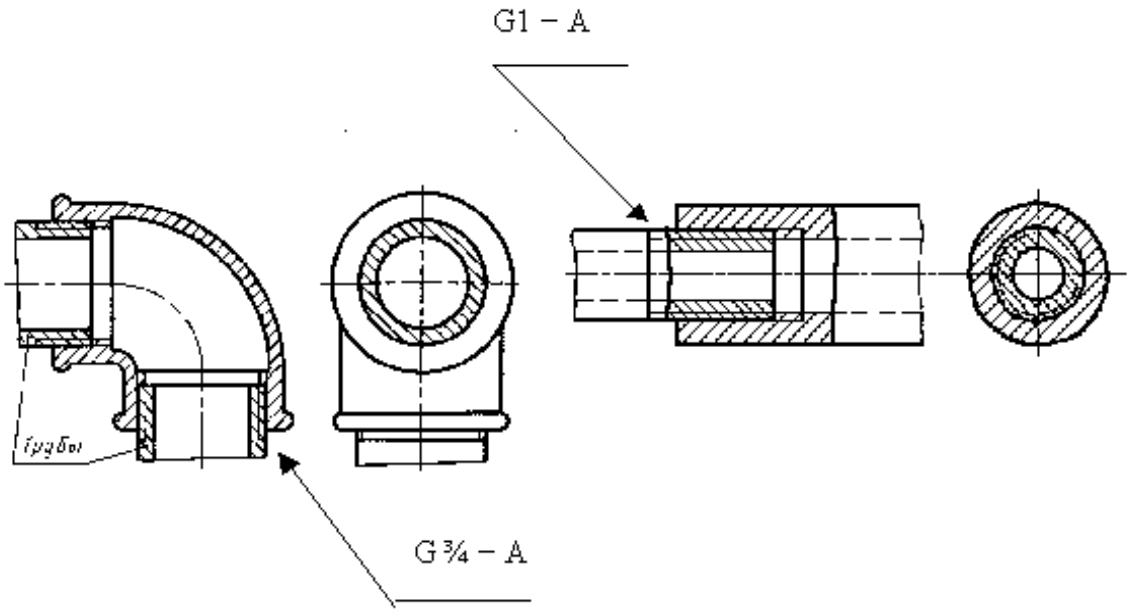


Рис. 3.2. Рис. 3.3.

Чертеж трубного соединения выполняют на чертежной бумаге стандартного формата карандашом. В основной надписи в графе «наименование» пишут «Соединение трубное».

В случае выполнения болтового, шпилечного и трубного соединений на одном листе в основной надписи в графе «наименование» пишут «Соединение резьбовое».

В случае выполнения на одном листе двух соединений в основной надписи в графе «наименование» пишут выполненные соединения (например, «Соединения болтовое и трубное»).

В О П Р О С Ы

для самопроверки

1. Какие бывают виды соединений деталей?
2. Какие бывают виды разъемных и неразъемных соединений?
3. Что называется резьбой?
4. Параметры резьбы.
5. Классификация резьбы по направлению витков и количеству заходов, по форме профиля резьбы.
6. На каких поверхностях нарезают резьбы?
7. Какой тип резьбы является основным для крепежных деталей?
8. Какая резьба применяется для трубных соединений?
9. Какие установлены правила изображения резьбы на стержне и в отверстии?
10. Технологические элементы резьбы.
11. Как выполняют изображение резьбового соединения?
12. Условные обозначения резьб?
13. Что такое болт, шайба, гайка, штифт, шплинт, шпилька?
14. Как обозначается специальная резьба?
15. Как обозначают разные виды стандартных резьб (метрическую цилиндрическую, трубную цилиндрическую, коническую дюймовую, трубную коническую, трапециевидная)?
16. Как выбирается и вычерчивается болт? Какие бывают разновидности болтов?
17. Виды гаек и правила их вычерчивания?
18. Какие упрощения и условности допускаются при изображении крепежных деталей на чертеже?
19. Как определяют длины резьбы конца шпильки для ввинчивания в деталь и для навинчивания гайки?
20. В каком порядке записывают параметры крепежных деталей в условных обозначениях?
21. Что такое трубное соединение?
22. Как в разрезах трубных соединений указывают резьбу?

Приложение 1

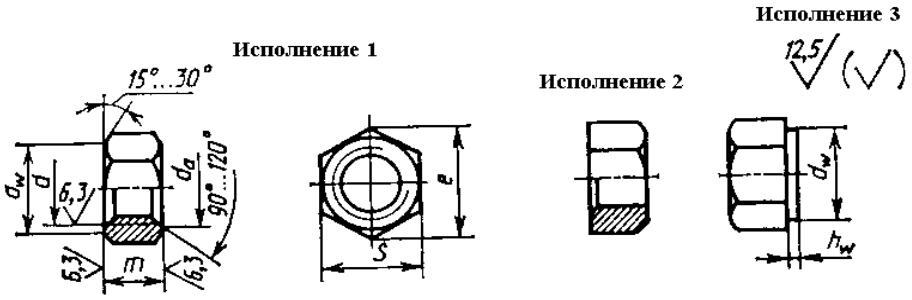
Шайбы нормальные и увеличенные по ГОСТ 11371 – 78, мм

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали *d*	Нормальные				*x,* не менее	Увеличенные		
	d_1	d_2	*S*	*e*		d_1	d_2	*S*
5	5.3	10	1	0,26...0,5	0,5	5,3	16	1.6
6	6,4	12,5	1,6	0,4...0,8	0,8	6.4	18	1,6
8	8,4	17	1.6	0,4...0,8	0,8	8,4	24	2
10	10,5	21	2	0.5...1	1	10,6	30	2,8
12	13	24	2,5	0,6...1,25	1,25	13	36	3
14	15	28	2,5	0,6...1,25	1,25	15	42	3
16	17	30	3	0,75...1,5	1,5	17	48	4
18	19	34	3	0,75...1,5	1,5	19	55	4
20	21	37	3	0,75...1,5	1,5	21	60	5
22	23	39	3	0,75...1,5	1,5	23	65	5
24	25	44	4	1...2	1,5	25	70	6
0-7	28	50	4	1...2	1,5	28	80	6
30	31	50	4	1...2	1,5	31	90	6
36	37	66	5	1,25...2,5	1.5	37	100	8
42	43	76	7	1,75...3,5	2,1	43	120	8
48	50	92	8	2...4	2,4	50	140	8

П р и м е ч а н и е. Шайбы увеличенные изготовляются только исполнения 1.

Приложение 2

Гайки шестигранные класса точности *В* по ГОСТ 5915—70* (СТ СЭВ 3683—82), мм



Номинальный диаметр резьбы *d*	Шаг резьбы		*S*	*e*	d_a		d_ω,	h_ω		*m*
	крупный	мелкий			Не менее	Не более	Не менее	Не более	Не менее	
1,6	0,35	—	3,2	3,3	1.6	1,84	2,9	0,2	0,1	1,3
2	0,40	—	4,0	4,2	2	2,3	3,6	0,2	0,1	1,6
2.5	0,45	—	5,0	5,3	2.5	2,9	4,5	0,3	0,1	2,0
3	0,50	—	5.5	5.9	3	3,45	5,0	0,4	0,1	2,4
(3,5)	0,60	—	6	6,4	3,5	4.0	5,4	0,4	0,15	2,8
4	0,70	—	7,0	7,5	4	4,6	6,3	0,4	0,15	3,2
5	0,80	—	8	8,6	5	5,75	7,2	0,5	0,15	4,0
6	1	—	10	10,9	6	6,75	9,0	0,5	0,15	5
8	1,25	1	13	14,2	8	8,75	11,7	0,6	0,15	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5	0,6	0,15	8
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13.0	17,2	0,6	0,15	10
(14)	2	1.5	*22*	23,9	14	15,1	20,1	0,6	0,15	11
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,0	0,8	0,20	13
08)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	0,8	0,20	15
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	0,8	0,20	16
(22)	2,5	1.5	32	35,0	22	23,8	29,5	0,8	0.20	18
24	3	2	36	39,6	24	25,9	33,2	0,8	0,20	19
(27)	3	2	41	45,2	27	29,2	38,0	0,8	0,20	22
30	3,5	2	46	50,9	30	32,4	42,7	0,8	0,20	24
36	4	3	55	60,8	36	38,9	51,1	0,8	0,20	29
42	4,5	3	65	*71,3*	42	45,4	59,9	0,8	0,25	34
48	5	3	75	82,6	48	51,8	69,4	0,8	0,25	38

*Примечания: 1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Резьба—по ГОСТ 24705—81.

3. Технические требования — по ГОСТ 1759 —70*.

Примеры условных обозначений:

1. Гайка исполнения 1, с диаметром резьбы *d*= 16 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия:

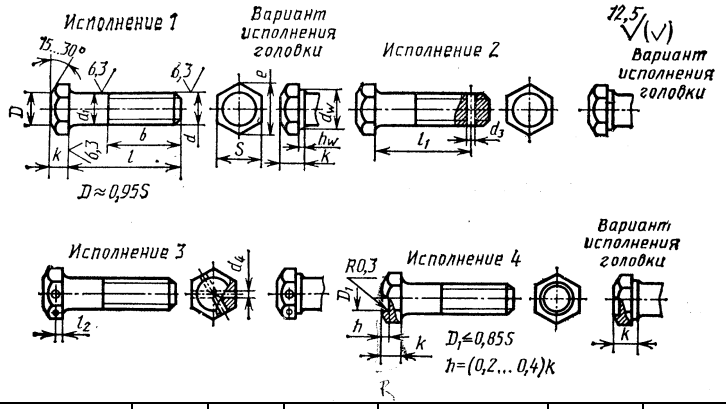
Гайка М16—6Н.5 ГОСТ 5915—70.

2. То же исполнения 2, с мелким шагом резьбы с полем до пуска 6Н, класса прочности 12, из стали марки 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 2М16Х1,5— 6Н.12.40Х.01Ч ГОСТ 5915 — 70.

Приложение 3

Болты с шестигранной головкой класса точности В по ГОСТ 7798 – 70 (СТ СЭВ 4728 – 84),мм



Номинальный размер резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	K	h_ω		d_ω, не менее	e, не менее	d_1	d_2	l_3
	крупный	мелкий				не менее	не более					
6	1	—	6,0	10	4	0,15	0,6	8,7	10,9	1,6	2,0	2,0
8	1,25	1,0	8,0	13	5,3			11,5	14,2	2,0	2,5	2,8
10	1,5	1,25	10	17	6,7			15,5	18,8	2,5	3,2	3,5
12	1,75	1,25	12	19	7,5			17,2	20,9	3,2	3,2	4
(14)	2	1,5	14	22	8,8			20,1	24,0	3,2	3,2	4,5
16	2	1,5	16	24	10	0,20	0,8	22,0	26,7	4,0	4,0	5
(18)	2,5	1,5	18	27	12			24,8	29,6	4,0	4,0	6,0
20	2,5	1,5	20	30	12,5			27,7	33,0	4,0	4,0	6,5
(22)	2,5	1,5	22	32	14			29,5	35,0	5,0	4,0	7,0
24	3	2	24	36	15			33,2	39,6	5,0	4,0	7,5
(27)	3	2	27	31	17			38,0	45,2	5,0	4,0	8,5
30	3,5	2	30	46	18,7			42,7	50,9	6,3	4,0	9,5
36	4	3	36	55	22,5			51,1	60,8	6,3	5,0	11,5
42	4,5	3	42	65	26	0,25		59,9	71,3	8,0	5,0	13,0
48	5	3	48	75	30			69,4	82,6	8,0	5,0	15,0

П р и м е ч а н и я: 1. Ряд длин l болтов: 8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; 35; (38); 40; 45; 50; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; (125); 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300 мм.

2. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.

3. Допускается изготовлять болты с диаметром d_1 гладкой части стержня, приблизительно равным среднему диаметру резьбы.

П р и м е р ы у с л о в н ы х о б о з н а ч е н и й:

1. Болт исполнения 1, диаметром резьбы d = 20 мм, длиной l =20 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Болт М20 - 6g x *90.58 ГОСТ 7798 — 70.*

2. То же исполнения 3, с мелкими шагами резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, их стали 40Х, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 3М20 x *1,5 – 6g* x *90.109.40*Х*.019 ГОСТ 7798 – 70.*

Приложение 4

Концы болтов, шпилек и винтов по ГОСТ 12414 – 66, мм

d	d_2	d_3	d_3	d_S	R	z_2	z_3	z_4
		не более						
6	4	0,5	1,5	3	0,4	1.5	3	0,7
7	5	0,5	2	4	0,4	1,7	3,5	0,8
8	5,5	0,5	2	5	0,4	2	4	1
10	7	1	2,5	6	0,5	2,5	5	1
12	8,5	1	3	8	0,6	3	6	1,2
14	10	2	4	9	0.8	3,5	7	1,5
16	12	3	4	10	0,8	4	8	1,7
18	13	4	5	12	0,8	4,5	9	2
20	15	5	5	14	1	5	10	2,5
22	17	5	6	16	1	5,5	11	2,5
24	18	6		16	1	6	12	—
27	21	7	—	—	1,2	6.7	13,6	—
30	23	7	—	—	1.2	7,5	15	—

П р и м е ч а н и я: 1. Лунка на торце стержня накатанных изделий допускается глубиной не более 1,5 шага резьбы. 2. Ширина фаски (сферы) Z_1 должна быть не более, чем два шага резьбы. 3. Диаметр торца стержня D должен быть меньше внутреннего диаметра резьбы d_1.

Приложение 5

Длина болтов с шестигранной головкой нормальной (класс В) и повышенной (класс А) точности в диапазоне диаметров 6—48 мм по ГОСТ 7798—70 (СТ СЭВ 4728—84) и ГОСТ 7805—70 (СТ СЭВ 4727—84) мм

Номинальная длина болта l	Номинальный диаметр резьбы d													
	6		8		10		12		(14)		16		18	
	l_1	b	l_1	b	l_1	B	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b
8	—	X	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	X	—	X	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	X	—	X	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—
14	10	X	—	X	—	X	—	X	—	—	—	—	—	—
16	12	X	12	X	—	X	—	X	—	X	—	—	—	—
(18)	14	X	14	X	14	X	—	X	—	X	—	X	—	—
20	16	X	16	X	16	X	15	X	—	Y	—	X	—	X
(22)	18	18	18	X	18	X	17	X	17	X	—	X	—	X
25	21	18	21	X	21	X	20	X	20	X	10	X	—	X
(28)	24	18	24	22	24	X	23	X	23	X	22	X	22	X
30	26	18	26	32	26	X	"5	X	25	X	24	X	24	X
(32)	28	18	28	22	28	26	27	X	27	X	26	X	26	X
35	31	18	31	22	31	26	30	30	30	X	29	X	29	X
(38)	34	18	34	22	34	26	33	30	33	X	32	X	32	X
40	36	18	36	22	36	26	35	30	35	34	34	X	34	X
45	41	18	41	22	41	26	40	30	40	34	39	X	39	X
50	46	18	46	22	46	26	45	30	45	34	44	38	44	X
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	49	38	49	42
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	54	38	54	42
65	61	18	61	22	61	26	60	30	60	34	59	38	59	42
70	66	18	66	22	66	26	65	30	65	34	64	38	64	42
75	71	18	71	22	71	26	70	30	70	34	69	38	69	42
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42
(95)	—	—	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42
100	—	—	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42
(105)	—	—	—	—	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42
110	—	—	—	—	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42
(115)	—	—	—	—	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42
120	—	—	—	—	116	26	115	30	115	34	114	38	114	42

Приложение 6

Область применения шпилек по ГОСТ 22034 - 76

Длина ввинчиваемого резьбового конца	ГОСТ		Область применения
	Шпильки нормальной точности	Шпильки повышенной точности	
$L_1 = d$	22032—76	22033—76	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях с $\delta_5 \geq 8$ % и деталях из титановых сплавов
$L_1 = 1{,}25\ d$	22034—76	22036—76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна с $\delta_5 < 8$ %
$L_1 = 1{,}6\ d$	22036—76	22037—76	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна. Допускается применять в стальных и бронзовых деталях в случае, если $\delta_5 < 8$ %
$L_1 = 2\ d$	22038—76	22039—76	
$L_1 = 1{,}5\ d$	22040—76	22041—76	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.
—	22042—76	22043—76	Допускается применять в стальных деталях Шпильки с двумя одинаковыми по длине резьбовыми концами для деталей с гладкими отверстиями

Приложение 7

Основные размеры шпилек общего применения для резьбовых отверстий ГОСТ 22032—76* и ГОСТ 22033—76* (рис.1)мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P		Диаметр стержня d_1	Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1
	крупный	мелкий		
2	0,4		2	3
2,5	0,45	—	2,5	3
3	0,5	—	3	3
4	0,7	—	4	4
5	0,8	—	5	5
6	1	—	6	6
8	1,25	1	8	8
10	1,5	1,25	10	10
12	1,75	1,25	12	12
(14)	2	1,5	14	14
16	2	1,5	16	16
(18)	2,5	1.5	18	18
20	2,5	1,5	20	20
(22)	2,5	1,5	22	22
24	3	2	24	24
(27)	3	2	27	27
30	3,5	2	30	30
36	4	3	36	36
42	4,5	3	42	42
48	5	3	48	48

*П р и м е ч а н и е. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, применять не рекомендуется.

Приложение 8

Длина шпилек общего применения для резьбовых отверстий по **ГОСТ** 22032—76 и **ГОСТ** 22033—76 (рис.1) мм

Номинальная длина шпильки l	Длина резьбового конца l_0 (предельное отклонение $+2P$) при d																			
	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
10	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	10	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	10	11	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	10	11	12	X	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(18)	10	11	12	14	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	10	11	12	14	16	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(22)	10	11	12	14	16	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	10	11	12	14	16	18	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(28)	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(32)	10	11	12	14	16	18	22	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	10	11	12	14	16	18	22	26	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
(38)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
40	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—
(42)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—
45	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	X	X	X	X	X	—	—	—	—	—
(48)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X	X	X	—	—	—	—	—
50	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	X	X	X	X	—	—	—	—	—
55	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	X	X	X	X	—	—	—	—
60	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	X	X	X	X	—	—	—
65	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	X	X	X	—	—	—
70	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	X	X	X	—	—
75	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	X	X	—	—

Приложение 9

Определение диаметра отверстий (сверла) под нарезание резьбы метрической по ГОСТ 9150 – 59

Диаметр резьбы в мм		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр отверстия (сверла) под нарезку резьбы в мм	Чугун, бронза	0,75	1,6	2,5	3,3	4,1	4,9	5,5	6,6	7,6	8,3
	Сталь, латунь	0,75	1,6	2,5	3,3	4,2	5,0	6,0	6,7	7,7	8,4

Диаметр резьбы в мм		11	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Диаметр отверстия (сверла) под нарезку резьбы в мм	Чугун, бронза	9,3	10,0	11,7	13,8	15,1	17,1	19,4	20,9	23,9	26,4
	Сталь, латунь	9,4	10,1	11,8	13,9	15,2	17,2	19,54	21,04	24,04	26,54

Диаметр резьбы в мм		33	36	39	42	45					
Диаметр отверстия (сверла) под нарезку резьбы в мм	Чугун, бронза	29,4	31,9	34,9	37,4	40,4					
	Сталь, латунь	29,54	32,07	35,04	37,57	40,57					

Л И Т Е Р А Т У Р А

Основные источники:

1. Бродский А.М. Инженерная графика (металлообработка): учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / А.М. Бродский, Э.М. Фазлулин, В.А. Халдинов.-8-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2020.-400с
2. Сорокин, Н.П. Инженерная графика / Н.П.Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина и др.- 5-е изд. стер. - М. Лань, 2019.- 400 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element. php.

Дополнительные источники:

1.Чекмарев, А.А. Инженерная графика: Учебник для студ.вузов/ А.А.Чекмарев.- М: Высш.шк., 2021.- 365с.: ил.

Интернет-ресурсы:

1.http://edu.nstu.ru/education/educourses/ig/Graphbook2004/index.htm

2. http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=111&curs=175&title=147

3. http://technical.bmstu.ru

4.Методические материалы, размещенные на сайте «КОМПАС в образовании» http://kompas-edu.ru.