

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

методические указания по выполнению контрольных графических работ для студентов-заочников механических специальностей

ЧАСТЬ II

Брест 2000

УДК 621.81 (07)

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания по выполнению контрольных графических работ для студентов-заочников механических специальностей. Часть II.

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам в изучении теоретического материала курса и выполнению контрольных работ. В них приводится методика изучения теоретического материала, рекомендации по выполнению контрольных работ, приводятся справочные материалы.

Составители: Базенков Г.Н. — зав. кафедрой, доцент,

## ВВЕДЕНИЕ

В любой машине детали для выполнения своих функций соединяются между собой соответствующим образом, образуя подвижные или неподвижные соединения. Примером подвижного соединения может быть соединение вала с его опорами, а примером неподвижного соединения - соединение крышки с корпусом подшипника.

Термин "соединение" в технике принято относить только к неподвижным соединениям.

Соединения различают разъемные, допускающие удобную разборку деталей машин без разрушения, соединяемых или соединяющих элементов, и неразъемные, которые можно разобрать только после их полного или частичного разрушения. К разъемным относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые и др. соединения, к неразъемным соединениям относятся сварные, паяные, клееные и др. соединения.

Выбор типа соединения при конструировании машины определяется устройством и назначением данной конструкции, а также экономическими соображениями.

При изучении темы "Разъемные резьбовые соединения" в курсе черчения студент знакомится с основными сведениями по резьбам, их изображению и обозначению на чертежах, с основным перечнем крепежных деталей, получает практические навыки при вычерчивании резьбовых соединений, выполняет при этом графическое задание.

### 1. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

#### 1.1 Методика выполнения задания

Выполнение графического задания по теме "Разъемные резьбовые соединения" рекомендуется производить в следующей последовательности:

- **в соответствии с вариантом** выбираются исходные данные для выполнения задания: вид, номер стандарта, размер резьбы крепежных изделий, например: болт, резьба М10, исполнение I, ГОСТ 7798-70.

- **изучается теоретический материал по теме**, используя [1] - глава 5, с. 314...396, [2] - раздел 8, с. 195...233, [3] - глава V, с. 127...158. Можно также воспользоваться сведениями, приведенными в этих методических указаниях (раздел 5, с. 20...27).

В результате изучения теоретического материала студент должен ответить на вопросы для самопроверки.

- **выбирается формат бумаги по ГОСТ 2.301-68**. Первая часть задания выполняется на чертежной бумаге формата А4 (210x297 мм), вторая часть задания - на А3 (420 x 297 мм).

Внутренняя рамка формата и штамп основной надписи наносятся согласно рис. 1 и форме I по ГОСТ 2.104-68.

- **производится компоновка листов**. Размещать изображения на листах допускается произвольно. Предварительно лист необходимо разметить, т.е. нанести оси симметрии вычерчиваемых изображений соединений. При этом необходимо предусмотреть места для заголовков, условных обозначений

ний крепежных изделий и необходимых размеров.

- **выбираются масштабы изображений по ГОСТ 2.302-68** Изображение гайки и болта выполняют в масштабе 2:1, изображения соединений деталей - в масштабе 1:1, а упрощенные изображения соединений - в масштабе 1:2.

Допускаются и отступления от этих рекомендаций. При этом необходимо следить, чтобы поле чертежа было использовано рационально.

## 1.2. Вычерчивание изображений

**Вычерчивание гайки.** Прежде чем приступить к вычерчиванию гайки, необходимо разобраться в построении линии фаски - пересечении конуса с гранями гайки. На рис. 1 две из боковых граней расположены в горизонтальной проецирующей плоскости  $P$  и  $Q$ , а третья грань - во фронтальной плоскости  $S$ . Положение этих плоскостей относительно оси конуса позволяет сразу определить, какие кривые получаются в пересечении. Это гиперболы, причем одна из них проецируется на плоскость  $\Pi_2(V)$  без искажений.

Для нахождения точек кривых взяты параллели на конусе. Прежде всего найдены крайние точки  $1_1, 4_1, 2_1$  и  $5_1$  на горизонтальной проекции, а по ним определены точки  $1_2, 4_2, 2_2, 5_2$  на фронтальной проекции. Затем при помощи вспомогательной горизонтальной плоскости  $T$  определена сначала точка  $b_2$  на очерке фронтальной проекции конуса, затем получена точка  $b_1$  и при помощи окружности радиуса  $O_1b_1$  построены точки  $7_1, 8_1, 9_1$ , по которым найдены точки  $7_2, 8_2, 9_2$ .

Изображение гайки можно вычертить по относительным или действительным размерам. Рассмотрим первый способ (рис. 2).

Построение гайки начинается с вида сверху. Проводим осевые линии, из полученного центра проведем окружность диаметром  $D$ , делим ее на 6 частей и полученные точки соединяем тонкими линиями - хордами. В полученный шестиугольник вписываем окружность. В результате этих построений получаем размер "под ключ" -  $S$ .

Затем из того же центра проводим:

а) дугу диаметром  $d$ , приблизительно равную  $3/4$  окружности и разомкнутую в любом месте;

б) окружность диаметром  $d_1$ , соответствующую внутреннему диаметру резьбы;

На месте фронтальной проекции строим прямоугольник высотой  $H$  и шириной  $D$ . Разделив этот прямоугольник на 4 равные части, строим проекции ребер гайки. Из центра  $O_2$  проводим дугу радиусом  $R_1$  в пределах двух средних четвертей и продолжаем ее тонкой линией до пересечения с проекциями крайних ребер. Через точки пересечения этой дуги с проекциями крайних ребер проводим горизонтальные прямые. Через середины проекций крайних граней проводим вертикальные линии, пересечение которых с горизонтальными дает положение центров для дуг радиусом  $r$ . Затем из точек пересечения дуг радиусом  $r$  с проекциями крайних ребер проводим фаски под углом  $30^\circ$ .

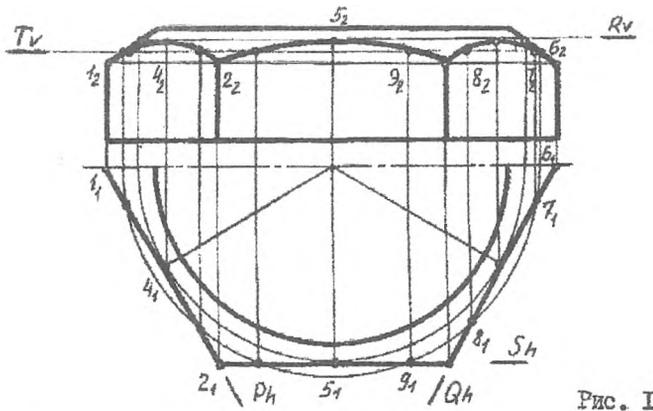


Рис. I

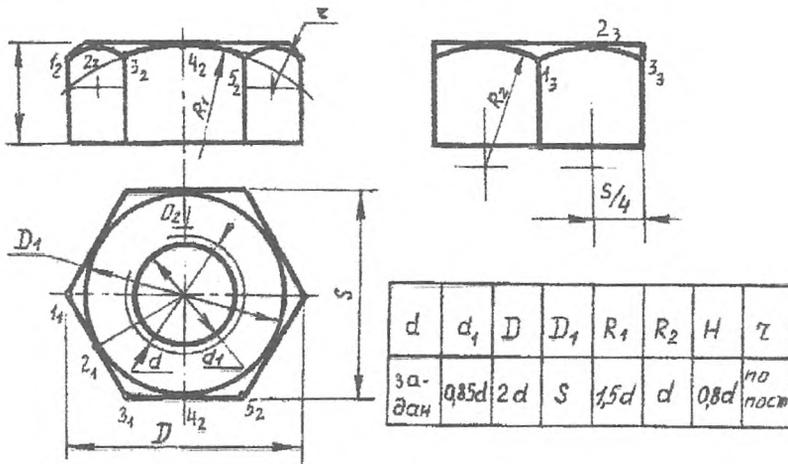


Рис. 2

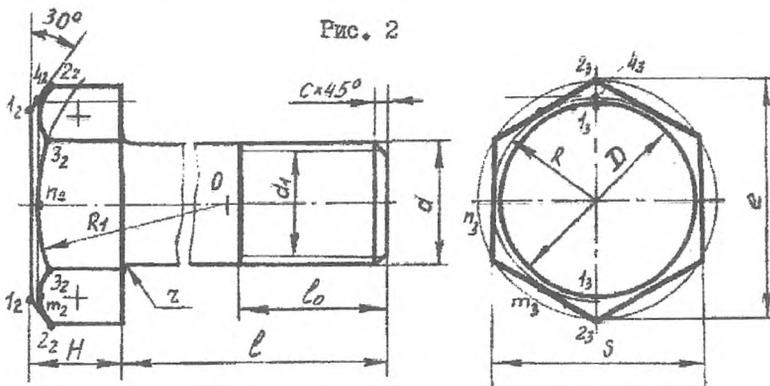


Рис. 3

При построении на виде слева дуг радиусом  $R_2$ , изображающих фаски, необходимо проекции граней разделить пополам.

Рекомендуется все построения производить тонкими линиями с последующей обводкой контура изображения.

**Вычерчивание болта.** Изображение болта вычерчиваем по действительным размерам, которые выбираем из соответствующего стандарта. Для вычерчивания примем болт М14 по ГОСТ 7798-70, конструктивные размеры которого будут равны:  $K = 8,8$ ,  $S = 22$ ,  $e = 24$ , исполнение – I, с крупным шагом.

Последовательность вычерчивания болта (рис. 3):

1. Проводим осевые линии на фронтальной и профильной плоскости проекций. На виде слева вычерчиваем вспомогательную окружность диаметром  $e = 24$  мм, делим ее на 6 равных частей и вписываем в окружность правильный шестиугольник. Проводим окружность  $D = 0,95 S$ , ограничивающую торцевую поверхность фаски.

2. На вертикальной оси выделяем точки  $1_3, 2_3$ .

3. Приступаем к построению фронтальной проекции, для чего на линиях проекционной связи откладываем фронтальные проекции точки  $1_2 - 1_2$ . Проецируем ребра головки болта на фронтальную плоскость проекций до пересечения с отрезками прямых, проведенных под углом  $30^\circ$  из точек  $1_2$ , получаем точки  $2_2-2_2$ .

4. Проводим из вершин шестиугольника линии связи - получаем проекции ребер и боковых граней головки болта. Соединив между собой точки  $2_2-2_2$  вспомогательной линией, и точку пересечения ее с проекциями средних ребер, обозначив  $3_2$ . Точки  $3_2$  и  $2_2$  являются точками пересечения гипербол, образующихся при пересечении конуса фаски с гранями головки болта.

5. Для нахождения вершины гиперболы на профильной проекции проводим окружность радиуса  $R$  и в точках касания ее с гранями шестиугольника определяем профильные проекции вершин гиперболы – точки  $m_3$  и  $n_3$ .

6. Фронтальные проекции точек  $M$  и  $N$  определяем с помощью точки  $4_3$  (точка пересечения вспомогательной окружности с вертикальной осью).

7. Определив фронтальную проекцию  $4_2$ , проводим на плоскости  $\Pi_2$  вспомогательную прямую, параллельную прямой  $1_2-1_2$ . В точках пересечения ее с линией проекционной связи определяем фронтальные проекции вершин гиперболы ( $m_2, n_2$ ).

8. Условно заменяем гиперболы дугами окружности, для которых определяем центры следующим образом: из середины хорды  $n_2-3_2$  проводим перпендикуляр до пересечения со средней гранью. Аналогично определяем и для боковых граней.

9. От прямой  $1_2-1_2$  откладываем отрезок, равный высоте головки болта ( $K = 8,8$  мм) и проводим линию, являющуюся проекцией опорной поверхности головки болта.

10. От осевой линии откладываем диаметр болта  $d = 14$  мм и вдоль осевой линии длину болта  $l = 60$  мм. Затем откладываем длину нарезанной части  $l_0 = 38$  мм и проводим линию - границу резьбы.

11. На расстоянии, равном  $d - d_1/2$ , от контурной линии стержня болта проводим тонкие линии. Это расстояние характеризует высоту профиля резьбы.

12. Радиусом  $r = 0,6 \dots 1,6$  выполняем переход от стержня болта к головке.

13. Высота фаски  $s$  может быть принята по соответствующему стандарту или может быть принята равной  $s = 0,15d$ .

**Болтовое соединение.** Соединение вычерчивается по действительным размерам, которые студент выбирает из соответствующих стандартов.

Принимаем толщину соединяемых деталей равной  $a + b = 20 + 30$  мм, а длину болта определяем по формуле:

$$L = a + b + S_{ш} + H_1 + a_1$$

где  $S_{ш}$  - высота шайбы;  $H_1$  - высота гайки;  $a_1$  - длина свободной части болта.

Полученная длина болта округляется до стандартной из следующего ряда: 30, 32, 36, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70.

По полученным размерам вычерчивается болтовое соединение деталей в М 1:1 (рис. 4) в последовательности:

- а) проводятся вертикальные и горизонтальные оси;
- б) на виде сверху строится шестиугольник с окружностью фасок;
- в) на плоскость  $\Pi_2$  вдоль вертикальной оси откладываем размеры высоты головки болта, толщину соединяемых деталей, толщину шайбы, высоту гайки и рабочую длину болта;
- г) на главном виде и виде слева отмечаем ширину гайки и головки болта, диаметр шайбы, наносим под углом  $30^\circ$  прямые линии фасок;
- д) на виде сверху наносим внутренний и наружный диаметр резьбы;
- е) на главном виде и виде слева проводим вертикальные линии, ограничивающие диаметр болта отверстия, линии обозначения резьбы и ограничения ее длины;
- ж) наносят основные, размеры соединения, отмеченные звездочкой (\*) и условные обозначения деталей, входящих в соединение (из соответствующих стандартов на крепежные изделия).

**Шпильное соединение.** Размеры шпильки, в зависимости от винчиваемого конца, выбираются из ГОСТ 22032-76...22042-76. По стандарту определяется и длина винчиваемого конца шпильки.

Определяется рабочая длина шпильки по формуле (рис. 5):

$$L = a + S_{ш} + H_1 + a_1$$

где:  $a$  - заданная толщина присоединяемой детали (для всех вариантов  $a = 20 + 30$  мм).

Полученную рабочую длину шпильки округляют до стандартной из следующего ряда:

20, 22, 25, 28, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60.

Глубину отверстия для винчиваемого конца шпильки принимают равной  $l = l_1 + 0,5d$ , где  $l_1$  - длина винчиваемого конца шпильки.

**Винтовое соединение.** Согласно заданию по соответствующему стан-

дарту выбирается конструкция винта и соответствующие размеры. Определяем длину винта по формуле (рис. 6):

$$L = a + l_0 - H - 0,5d$$

где  $a$  - толщина присоединяемой детали (для всех вариантов  $a = 15 \dots 20$  мм);  $l_0$  -  $2,6 d$  - глубина отверстия с резьбой;  $0,5d$  - длина резьбы, на которую винт не ввинчивается в отверстие.

Глубина отверстия для нарезки резьбы принимается обычно равной  $3d$ .

**Соединение труб с помощью фитингов.** Соединение труб осуществляется с помощью специальных соединительных деталей, называемых фитингами.

В соответствии с вариантом выбирается название фитинга, его ГОСТ, условный проход трубы и размер резьбы. По соответствующему ГОСТу определяется конструкция фитинга и его размеры.

Условный проход приблизительно равен размеру внутреннего номинального диаметра трубы. Условные проходы стандартизованы.

Чертеж грубого соединения выполняется по размерам его деталей (рис. 7). Резьба внутренняя фитингов - трубная цилиндрическая, а резьба на трубах - трубная коническая (ГОСТ 6357-81 и 6211-81 соответственно). При вычерчивании трубного соединения необходимо обратить особое внимание: на изображение резьбы на разрезах соединений.

**Упрощенные, изображения резьбовых соединений.** Вычерчиванию подлежат следующие соединения:

- а) болтовое;
- б) шпилечное;
- в) винтовое.

Изображения вычерчивают согласно табл.2 ГОСТ 2.315-68. Масштаб изображений студентом выбирается самостоятельно с учетом требований ГОСТ 2.302-68.

### 1.3. Крепежные детали и их обозначение

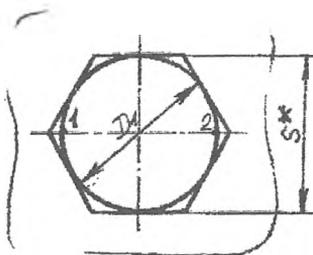
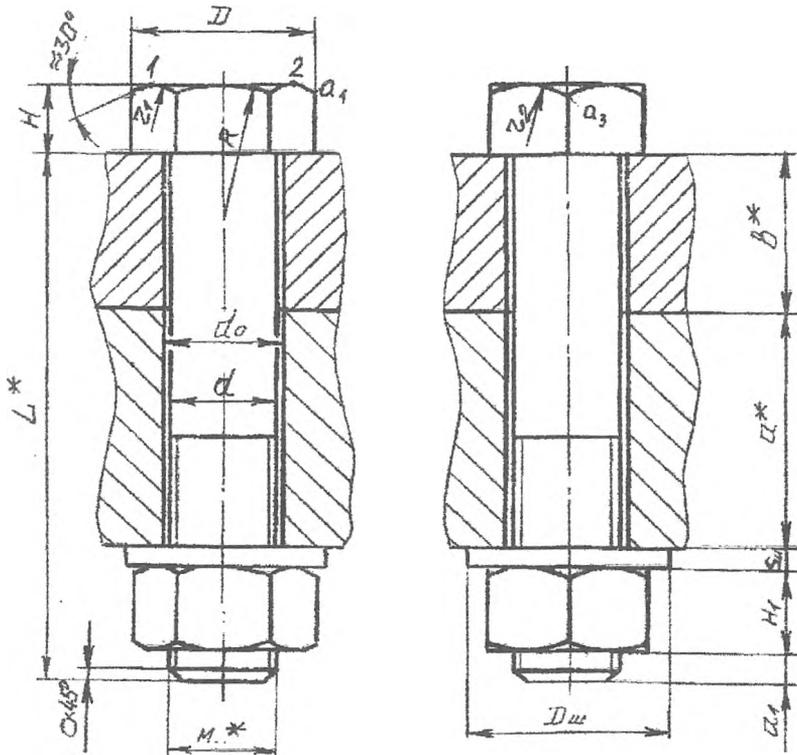
**Технические требования** к крепежным деталям изложены в ГОСТ 1759.0-87. Стандарт устанавливает требования к механическим свойствам крепежных деталей, виды и условные обозначения покрытий для них, маркировку, упаковку изделий и их условные обозначения.

Механические свойства болтов, шпилек, винтов из углеродистых сталей согласно ГОСТ 1759.0-87 характеризуются II классами прочности: 3,6, 4,6, 4,8, 5,6, 5,8, 6,6, 6,8, 8,8, 9,8, 10,9, 12,9.

Для гаек установлены следующие классы прочности: 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12.

Крепежные детали допускаются грубой точности (класс С), нормальной точности (класс В) и повышенной (класс А), без покрытия или с покрытием.

Условные обозначения деталей,  
входящих в соединение



$z_1$  - по построению  
 $z_2 \cong d$   
 $R = 1.5d$   
 $c \cong 0.15d$   
 $d_0 \cong 1.1d$   
 $D_1 = /0.9 \div 0.95 / S$

Рис. 4 Соединение болтом с гайкой

ГОСТ 16093-81 установлены следующие поля допуска:

а) для резьбы на стержне - 4h, 6h, 6q, 6e, 8h, 8q;

б) для резьбы в отверстиях - 4H5H, 4H6H, 6H, 6G, 7H, 7G (с увеличением номера поля допуска зазора увеличиваются).

**Условное обозначение крепежных деталей.** По ГОСТ 1759.0-87 полные условные обозначения болтов, винтов, гаек даются по следующей схеме:

Болт А2М20х1,5-Л-60х60.58.С.029 ГОСТ...

где: Болт -- наименование детали;

А -- класс точности;

2 -- исполнение;

М20 -- диаметр резьбы;

1,5 -- мелкий шаг;

Л -- направление резьбы;

60 -- поле допуска резьбы;

60 -- длина болта, мм;

58 -- класс прочности (точку между цифрами не ставят) или группа;

С -- указание о применении спокойной стали;

02 -- цифровое обозначение вида покрытия;

9 -- толщина покрытия, мкм;

ГОСТ -- номер стандарта на конструкцию и размеры детали.

В условном обозначении не указывают исполнение 1, крупный шаг резьбы, правую резьбу, отсутствие покрытия и класс точности В.

При выполнении учебных чертежей примем, что болты, винты и шпильки изготовляют из углеродистой стали класса прочности 5.8 (в обозначении пишется 58), а гайки -- из той же стали класса прочности 5, а также что резьба выполнена сполем допуска 8q -- для болтов, винтов и шпилек и 7H -- для гаек. Принимаем также, что все крепежные изделия не подвергались защитным (антикоррозионным или декоративным покрытиям).

Обозначения болта при этих допущениях принимает вид:

Болт А2М20х1,5-60х60.58 ГОСТ...

Обозначение гайки: Гайка 2М20х1,5.5 ГОСТ...

Аналогичные допущения принимаем и при обозначении шайб и шпилнгов:

Шайба 2.12.01 ГОСТ 11371-78

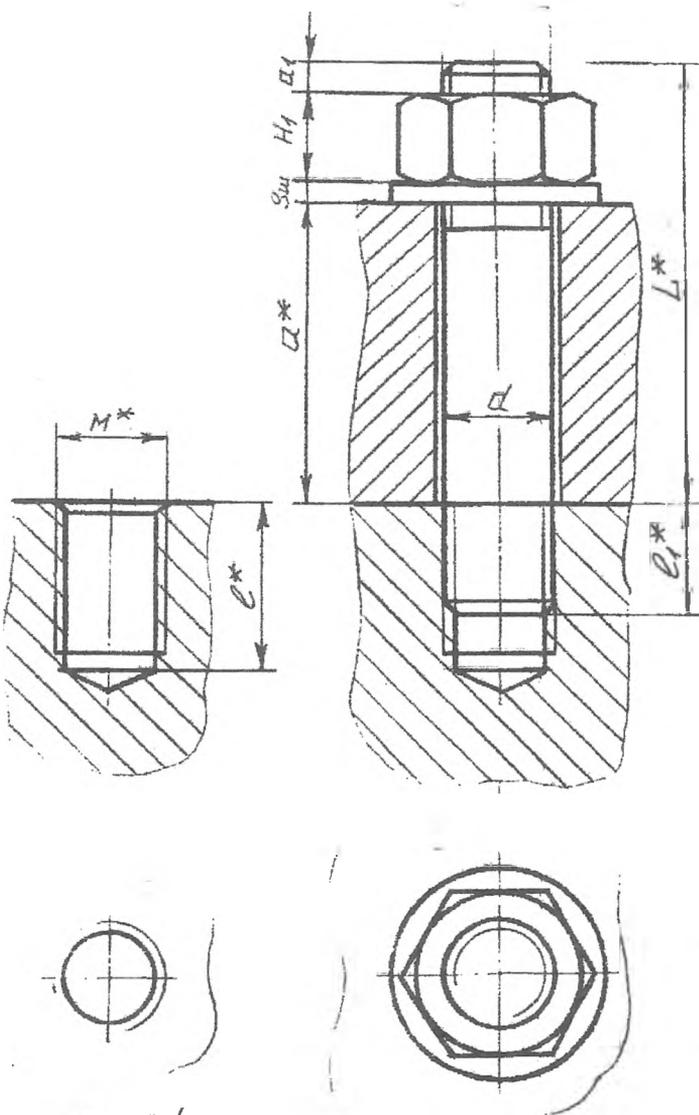
где: 2 -- исполнение;

01 -- группа материала (углеродистая сталь).

#### 1.4. Общие сведения о резьбах. Терминология

Применяемые в науке и технике, в производстве термины и определения основных понятий в области резьб устанавливает ГОСТ 11708-82.

Винтовая линия резьбы -- линия, образованная на боковой поверхности прямого кругового цилиндра или прямого кругового конуса точкой, перемещающейся так, что отношения между ее осевым перемещением и соответствующим угловым перемещением постоянно, но не равно нулю или бесконечности.



$$d_1 = 0.3d$$

$$e = e_1 + 0.5d$$

Рис. 5. Соединение шпилькой с гайкой

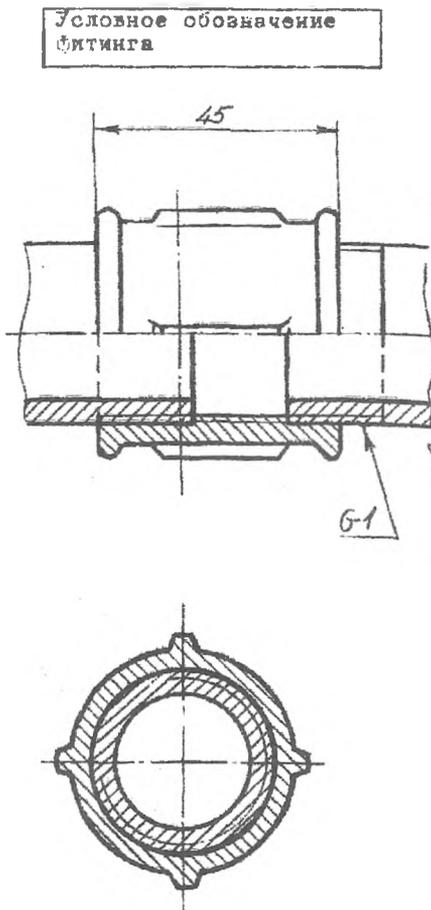


Рис. 7. Резьбовое соединение труб

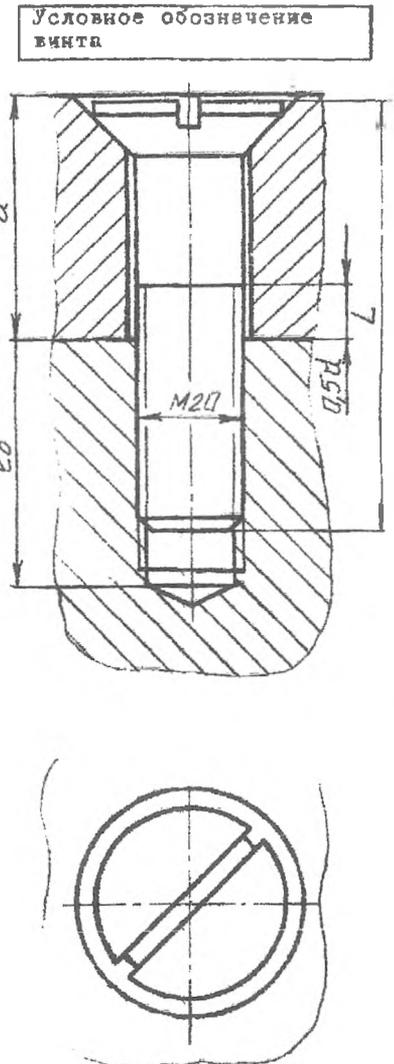


Рис. 6. Винтовое соединение

Винтовая поверхность - поверхность, образованная кривой, лежащей в одной плоскости с осью и перемещающейся относительно оси таким образом, что каждая точка кривой движется по винтовой линии резьбы и все возможные винтовые линии от точек кривой имеют одинаковые параметры  $a$  и  $c$  (рис. 9).

Выступ резьбы - выступающая часть материала детали, ограниченная

винтовой поверхностью резьбы.

Канавка резьбы - пространство, заключенное между выступами резьбы.

Резьба - один или несколько равномерно расположенных выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра и называемая цилиндрической резьбой или прямого кругового конуса и называемая конической.

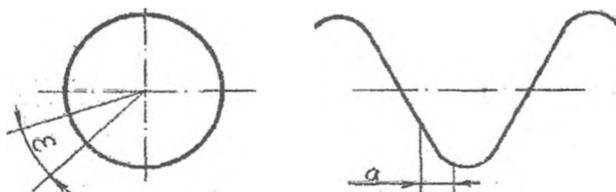


Рис. 9

Виток резьбы - часть выступа резьбы, соответствующая одному полному обороту точек: винтовой поверхности резьбы относительно оси резьбы.

Правая резьба - резьба, образованная выступом, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Левая резьба - резьба, образованная выступом, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Однозаходная резьба образована одним выступом резьбы. Многозаходная резьба образована несколькими выступами резьбы.

Основные элементы и параметры резьбы. Ось резьбы - ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы.

Профиль резьбы - профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (рис. 10).

Боковая сторона резьбы - часть винтовой поверхности резьбы, расположенной между вершиной и впадиной резьбы и имеющая в плоскости осевого сечения прямолинейный профиль.

- а) Профиль наружной резьбы      б) Профиль внутренней резьбы

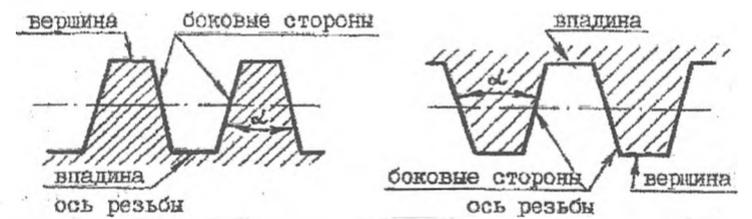


Рис. 10

Вершина резьбы - часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по дну ее канавки.

Угол профиля резьбы - угол между смежными боковыми сторонами

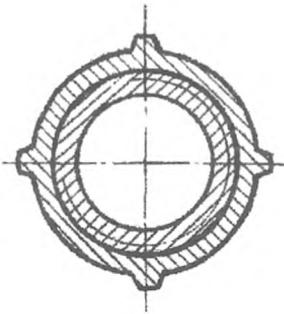
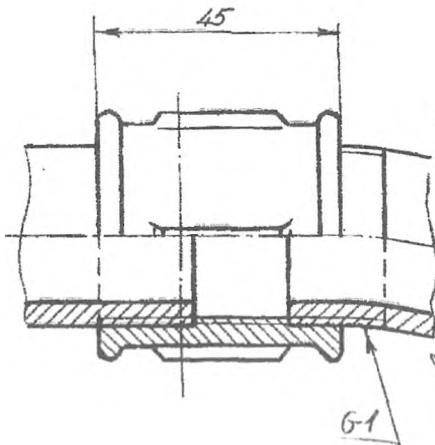
Условное обозначение  
битинга

Рис. 7. Резьбовое соединение труб

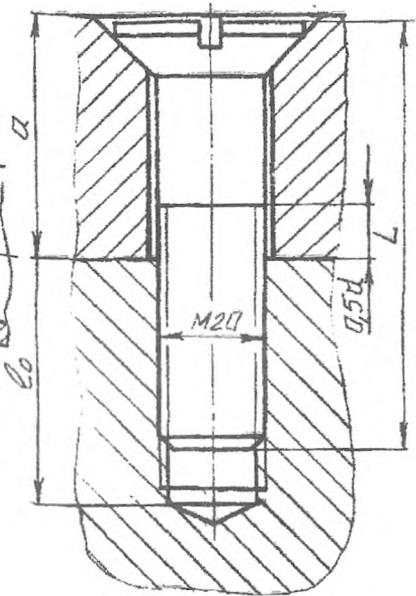
Условное обозначение  
винта

Рис. 6. Винтовое соединение

Винтовая поверхность - поверхность, образованная кривой, лежащей в одной плоскости с осью и перемещающейся относительно оси таким образом, что каждая точка кривой движется по винтовой линии резьбы и все возможные винтовые линии от точек кривой имеют одинаковые параметры  $a$  и  $\epsilon$  (рис. 9).

Выступ резьбы - выступающая часть материала детали, ограниченная

винтовой поверхностью резьбы.

Канавка резьбы - пространство, заключенное между выступами резьбы.

Резьба - один или несколько равномерно расположенных выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра и называемая цилиндрической резьбой или прямого кругового конуса и называемая конической.

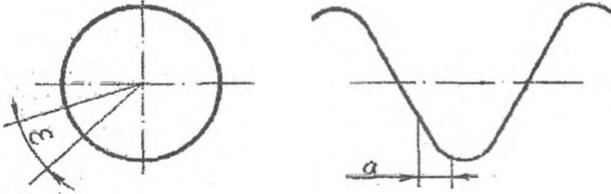


Рис. 9

Виток резьбы - часть выступа резьбы, соответствующая одному полному обороту точек: винтовой поверхности резьбы относительно оси резьбы.

Правая резьба - резьба, образованная выступом, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Левая резьба - резьба, образованная выступом, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Однозаходная резьба образована одним выступом резьбы. Многозаходная резьба образована несколькими выступами резьбы.

Основные элементы и параметры резьбы. Ось резьбы - ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы.

Профиль резьбы - профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (рис. 10).

Боковая сторона резьбы - часть винтовой поверхности резьбы, расположенной между вершиной и впадиной резьбы и имеющая в плоскости осевого сечения прямолинейный профиль.

- а) Профиль наружной резьбы      б) Профиль внутренней резьбы

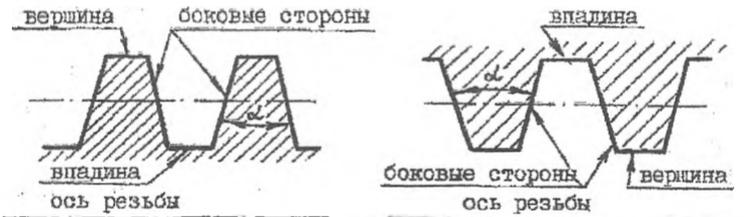


Рис. 10

Вершина резьбы - часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по дну ее канавки.

Угол профиля резьбы - угол между смежными боковыми сторонами

профиля резьбы в плоскости осевого сечения.

Наружный диаметр цилиндрической резьбы ( $D, d$ ) - диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы:

$D$  - наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);  $d$  - наружный диаметр наружной резьбы (болта) - рис. 11.

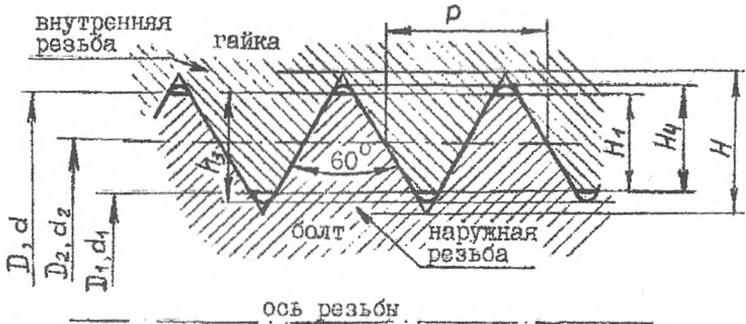


Рис. 11

Внутренний диаметр резьбы ( $d_1, D_1$ ) - диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы:  $D_1$  - внутренний диаметр гайки;  $d_1$  - внутренний диаметр болта.

Средний диаметр цилиндрической резьбы ( $D_2, d_2$ ) - диаметр воображаемого, соосного с резьбой прямого кругового цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что ее отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы.

Номинальный диаметр резьбы - диаметр, условно характеризующий размер резьбы и используемый при ее обозначении.

Шаг резьбы ( $P$ ) - расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рис.11).

Ход резьбы ( $P_h$ ) - расстояние от линии, параллельной оси резьбы, между любой исходной средней точкой на боковой стороне резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной средней точки по винтовой линии на угол  $360^\circ$  (рис. 12).

Исходный треугольник резьбы - треугольник, вершины которого образуются точками пересечения продолженных боковых сторон основного профиля резьбы.

Высота профиля резьбы ( $h_3, H_4$ ) - расстояние между вершиной и впадиной резьбы в плоскости осевого сечения в направлении, перпендикулярном оси резьбы (рис. 11).

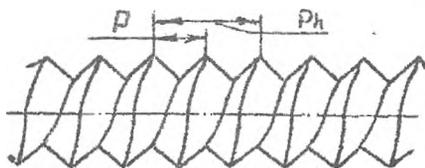


Рис. 12

Рабочая высота профиля резьбы  $H_1$  - длина проекции участка взаимного перекрытия профилей сопрягаемых наружной и внутренней резьб на перпендикуляр к оси резьбы.

Длина резьбы - длина участка детали, на котором образована резьба, включая сбеги резьбы и фаску (рис. 13).

Сбег резьбы - участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на которой резьба имеет неполный профиль.

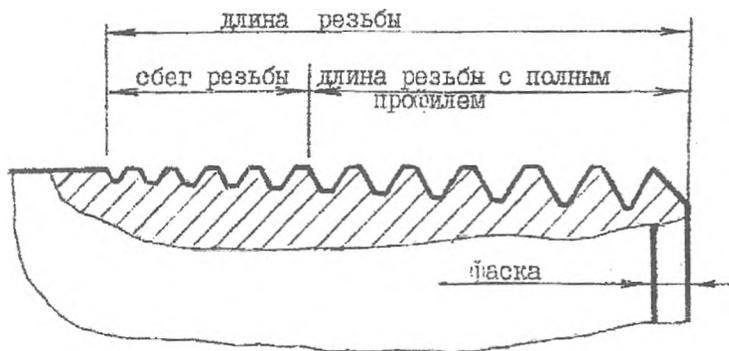


Рис. 13

### 1.5. Основные типы резьб

Резьбы по назначению подразделяются на крепежные и ходовые. Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей, и имеют, как правило, треугольный профиль, они однозаходные с небольшим углом подъема винтовой линии.

Ходовые резьбы довольно часто выполняются многозаходными. Они служат для преобразования вращательного движения в поступательное.

Стандартами предусмотрено большое количество резьб с различными параметрами. Среди них крепежные резьбы: метрическая (ГОСТ 9150-81, ГОСТ 8724-81, ГОСТ 24705-81), метрическая коническая (ГОСТ 25229-82), трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81), трубная коническая (ГОСТ 6211-81).

У метрической резьбы треугольный профиль с углом между боковыми сторонами равным  $60^\circ$  (см. рис. 10 и II). Вершины треугольников срезаны по прямой. Форма впадин профиля не регламентируется и может выполняться как плоско срезанной, так и закругленной.

Метрическую резьбу подразделяют на резьбу с крупным шагом и резь-

бу с мелким шагом при одинаковом наружном диаметре. У резьбы с мелким шагом на одной и той же длине вдоль оси резьбы распределено большее количество витков, чем у резьбы с крупным шагом.

Трубная цилиндрическая резьба также имеет треугольный профиль, но угол  $\alpha$  между боковыми сторонами равен  $55^\circ$ . Вершины выступов и впадин закруглены. Закругленный профиль обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба имеет более мелкий шаг по сравнению с метрической. Ее применяют для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов.

Резьбы метрическая коническая и трубная коническая выполняются на конической поверхности с конусностью 1:16.

### 1.6. Изображение резьбы на чертежах

ГОСТ 2.311-68 установлено одинаковое изображение на чертежах всех резьб.

На стержне (наружная) резьба изображается сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими - по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводят сплошную тонкую линию на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (рис.14).

Внутренняя резьба (в отверстиях) на разрезах и сечениях вдоль оси резьбы изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по наружному диаметру на всей длине резьбы без сбега.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутой в любом месте (рис. 15).

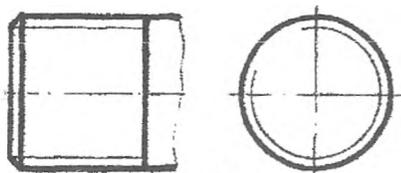


Рис. 14

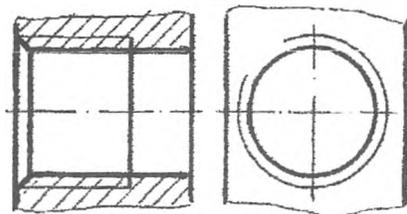


Рис. 15

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

Границу резьбового участка по длине стержня или глубине отверстия изображают сплошной толстой основной линией. Ее наносят в конце участка с полным профилем (до начала сбега) и доводят до линии наружного диаметра резьбы (см. рис.14 и 15).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной ли-

нии, т.е. до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии (рис. 16).

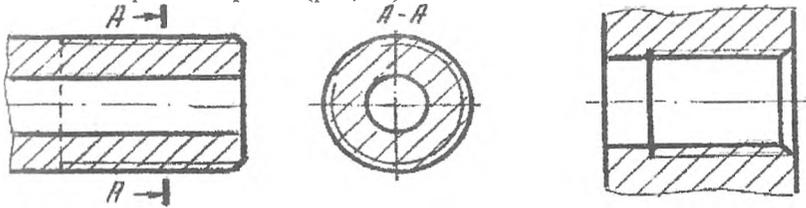


Рис. 16

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии, не имеющие конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (см. рис. 14 и 15).

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной оси, предпочтение отдается изображению резьбы па стержне, т.е. изображение наружной резьбы стержня не меняется в зависимости от ее соединения с деталью, имеющей внутреннюю резьбу (резьба стержня закрывает резьбу отверстия) см. рис.17.

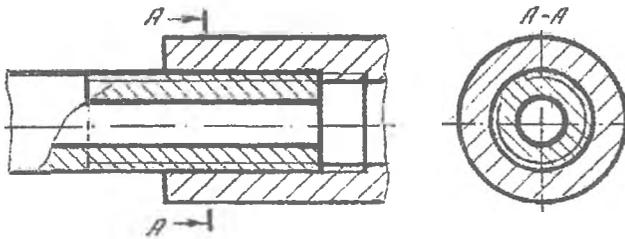


Рис. 17

### 1.7. Обозначение резьб

В условных обозначениях метрической резьбы должно входить: буква М, номинальный диаметр резьбы, числовое значение шага (только для резьб с мелким шагом), буквы LH для левой резьбы.

Пример условного обозначения с номинальным диаметром 24 мм:

с крупным шагом - М24; с мелким шагом - М24х2 (при шаге 2 мм); с левой резьбой и крупным шагом - М24LH.

В условных обозначениях метрической конической резьбы должна входить буква К, например: МК24х2.

ГОСТ 25229-82 допускает соединение наружной метрической конической резьбы с внутренней цилиндрической. В этом случае в условном обозначении внутренней цилиндрической резьбы должно входить обозначение стандарта ( М24х2 ГОСТ 25228-82).

В условное обозначение трубной цилиндрической резьбы должны входить: буква G, обозначение размера резьбы и класса точности, среднего диаметра.

Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами LH, на-

пример: G1,5-A; G1,5 LH-B - где А и В классы точности.

Обозначение размера трубной резьбы условно, т.к. оно включает размер внутреннего диаметра трубы, на которой нарезана резьба, например: 3/4 - внутренний диаметр трубы в дюймах. Для обозначения трубной цилиндрической резьбы принята буква G, трубной конической - для наружной R, для внутренней - Rc. Примеры нанесения обозначения резьб показаны на рис. 18, 19, 20.

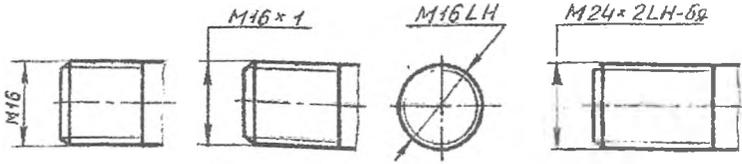


Рис. 18

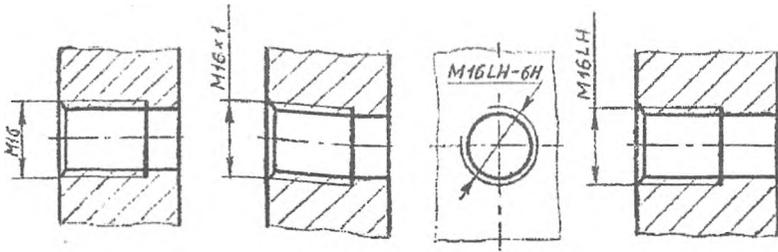


Рис. 19

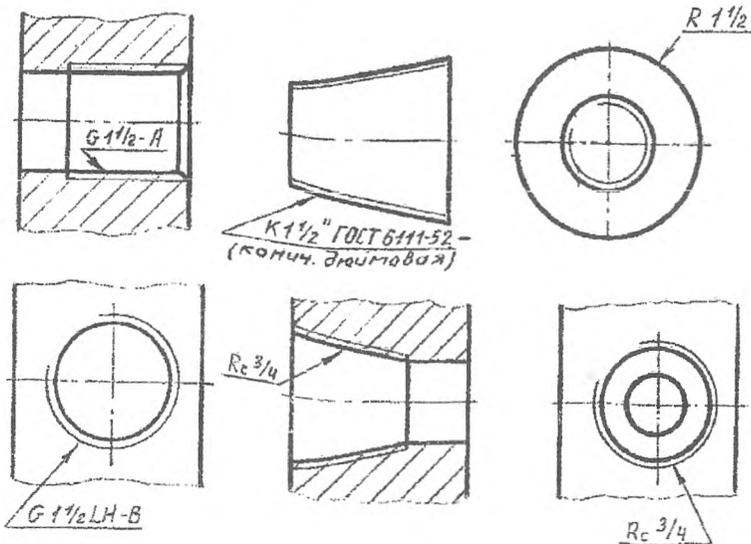


Рис. 20

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как образуется резьба, основные виды резьб?
2. Назовите основные элементы резьбы, ее основные параметры.
3. Назовите основные, типы резьб, их отличия.
4. Как изображается резьба на стержне при изображении на плоскости, параллельной оси стержня, и на видах, полученных на плоскости, перпендикулярной оси стержня?
5. Как изображают резьбу в отверстиях? Как изображают резьбу на разрезах, параллельных оси отверстия и на плоскости, перпендикулярной оси отверстия?
6. Как показывают номинальную резьбу?
7. Как показывают линию определяющую границы резьбы, если резьба изображена как видимая или невидимая?
8. Как проводят штриховку в разрезах для стержня или в отверстиях?
9. Как указывается длина резьбы на стержне и в отверстиях без сбегов и со сбегом? Как изображается сберг резьбы?
10. Как указывают основную плоскость конической резьбы на стержне?
11. Как изображают фаски на стержне с резьбой и в отверстиях, не имеющие конструктивного специального назначения?
12. Как показывают на разрезах резьбовое соединение в изображении на плоскости, параллельную его оси?
13. Какие выбирают изображения крепежных деталей на сборочных чертежах?
14. Какие применяют упрощенные изображения крепежных деталей?
15. Какие применяются упрощенные изображения крепежных деталей в соединениях?
16. Как изображают шлицы на головках крепежных деталей?
17. Приведите примеры условных обозначений крепежных деталей.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Справочное руководство по черчению (Н.В. Богданов, Н.Ф. Малевич и др.). М.: Машиностроение, 1989 (глава 5).
2. Г.Н. Попов, С.Ю. Алексеев. Машиностроительное черчение. Л.: Машиностроение, 1986 (гл. 5-6.7, гл. 9-9.1, гл. 20, 21-21.1, 21-3, 22-22.1, 22.2, 22.3, 24-40).
3. Л.И. Новичихина. Техническое черчение. Минск: Выш. шк., 1987 (гл. 4, 5).
4. З.Д. Мерзон, И.Э. Мерзон, Н.В. Медведовская. Машиностроительное черчение. М.: Высшая шк., 1987 (§§ 17, 18, 19.1).
5. ГОСТ 2.311-68. Изображение резьбы.
6. ГОСТ 2.315-68. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.

## 2. ПЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

### 2.1. Месядика выполнения работы

Выполнение графической работы по теме "Неразъемные соединения" рекомендуется производить в следующей последовательности:

- **в соответствии с вариантом выбрать** из приложения методические указания необходимые данные для выполнения работы

- **изучить теоретический материал** по неразъемным соединениям деталей, используя литературу, приведенную в конце методических указаний.

В результате изучения теоретического материала студент должен знать различие между соединениями, конструкции сварных швов, виды сварок, условное обозначение сварного, паяного и клееного швов; типы припоев и кле и их условные записи на чертеже.

- **выбрать формат бумаги.** Работа выполняется на чертежной бумаге формата А3 (420x297 мм).

- **нанести внутреннюю рамку и штамп** основной надписи согласно ГОСТ 2.104-68, рис. 1 и формат I. Основную надпись рекомендуется располагать вдоль длинной стороны формата.

Заполнение граф основной надписи производится согласно ГОСТ 2.104-68 (форма I) и принятых на кафедре обозначений.

В графе 1 наносится надпись "Неразъемные соединения" - шрифтом № 7 по ГОСТ 2.304-81. В графе 2 - надпись "11-7.23-99-НГ" шрифтом № 7, где 11 - порядковый номер работы по учебному плану, 7.23 - вариант задания студента, 99 - год выполнения работы, НГ - шифр кафедры.

- **произвести компоновку чертежа**, т.е. на поле формата наметить места расположения вычерчиваемых изображений. Рекомендуется сварное соединение разместить в левой части формата, а паяное или клееное соединения - справа, над основной надписью.

- **выполнить в тонких линиях** необходимые по заданию изображения, нанести условные обозначения сварного, паяного или клееного швов; на обоих соединениях нанести основные размеры - сопрягаемые, установочные, габаритные.

- **чертеж обводится линиями** согласно ГОСТ 2.303-68 и наносятся необходимые надписи и размеры шрифтом № 5.

Над каждым видом соединения наносится надпись по типу "Сварное соединение" шрифтом № 7.

- **выполненный чертеж сверяется** с образцом и предоставляется преподавателю для проверки.

Работа считается выполненной при получении подписи преподавателя.

### 2.2. Сварные соединения

Сварка - это технологический процесс соединения металлических деталей, основанный на использовании сил молекулярного сцепления и происходящий при сильном местном нагреве их до расплавленного (сварка плавлением) или пластического состояния (сварка давлением).

Ручная дуговая сварка металлическим электродом осуществляется вручную посредством пропускания электрической дуги между изделием и электродом. Этим способом возможна сварка стальных деталей толщиной 1-4 мм. Применяется в индивидуальном производстве и для конструкций с короткими и неудобно расположенными сварными швами.

**Автоматическая электродуговая** сварка металлическим электродом под флюсом (в состав его входят шлакообразующие, легирующие и раскиснительные составы) обеспечивает высокую производительность труда и высокое качество шва. Этим способом можно сваривать детали толщиной 2 ... 130 мм. Применяется при прямолинейных непрерывных и кольцевых швах значительной протяженности в крупносерийном и массовом производстве.

**Электрошлаковая** сварка металлическим электродом и источником нагрева является тепло, выделяющееся, при прохождении электрического тока через шлаковую ванну от электрода к изделию. Этот способ является самым производительным при сварке стальных листов толщиной 40 ... 50 мм.

**Электрическая контактная** сварка основана на нагреве стыковых концов свариваемых деталей выделяющимся теплом при прохождении через них электрического тока. Этот способ является самым производительным и рентабельным при массовом производстве. Сварка возможна как плавлением, так и давлением.

**Электрическая контактная** роликовая сварка применяется при сварке различных сосудов, где необходимо получение герметических швов.

**Электрическая контактная** точечная сварка применяется для гонконистовых конструкций, в которых не требуется герметическая прочность.

Электроды для ручной дуговой сварки изготовляют по ГОСТ 9467-75, например: Э38, Э42, Э46, Э50 - для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей (в обозначениях: Э - электрод; цифры - предел прочности электрода при растяжении в кг/мм).

### 2.2.1. Виды сварных соединений

Основные виды сварных соединений дуговой и газовой сваркой следующие: стыковая - С, угловая - У, нахлесточная - Н, тавровая - Т (рис. 21)

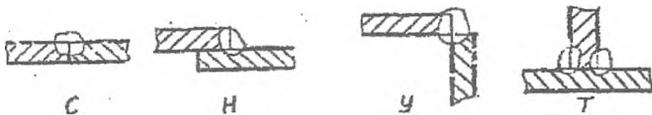


Рис. 21

Валиковые угловые швы треугольного профиля делают прямыми (рис. 22а), выпуклыми (рис. 22б), вогнутыми (рис. 22в)

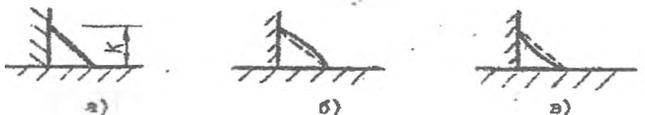


Рис. 22

Чаще всего применяют прямой (нормальный) шов. Основной размерной характеристикой угловых швов является расчетный катет  $K$ . При сварке тонких листов (менее 4 мм), катет швов нахлесточных соединений делают равным толщине листов. Для материалов большей толщины (4 ... 16 мм) катет шва определяют из соотношения:

При сварке материалов различной толщины катет шва делают равным толщине более тонкого материала (но не более чем указано в соотношении I)

### 2.2.2. Изображение сварных швов на чертеже

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312-72.

Независимо от способа сварки швов сварного соединения на чертеже условно изображают:

- а) видимый - сплошной основной линией (рис. 23а);
- б) невидимый - штриховой линией (рис. 23б);
- в) видимую одиночную сварную точку изображают значком "+", который выполняют сплошными линиями (невидимые точки не изображают) - см. на рис. 23в.

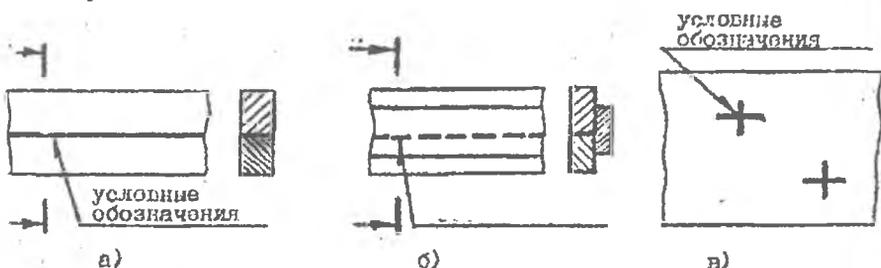
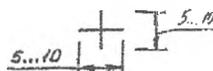


Рис. 23

От изображения шва или одиночной точки проводят линию - выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

Размеры знака изображения единичной точки



### 2.2.3. Условные обозначения швов сварных соединений

В условном обозначении стандартного сварного шва или одиночной сварной точки на чертеже указывают (рис. 24).

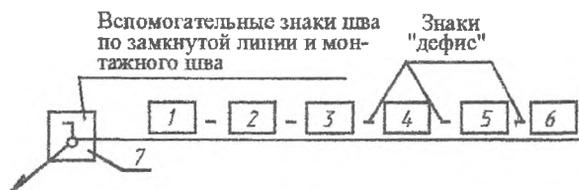


Рис.24

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

2 - буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

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

4 - знак и размер катета по стандарту на типы и конструктивные элементы швов. Знак выполняется сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

5 - для прерывистого шва - длина провариваемого участка, знак или размер шага; для одиночной сварной точки - размер диаметра точки;

6 - обозначения вспомогательных знаков 7, 2 или 1 по табл. 4.1;

7 - обозначение знаков 6 и 3 по табл. 1.

Таблица 1.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов (ГОСТ 2.312-72)

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение знака относительно полки линии-выноски	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усилие шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. (Угол наклона линии 60°)		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии Диаметр знака 3...5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примеры условных обозначений стандартных швов сварных соединений приведены в таблице 2.

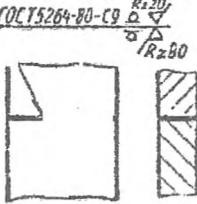
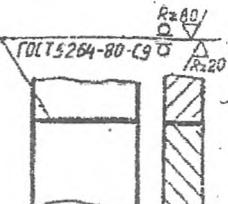
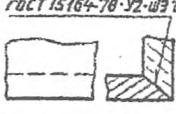
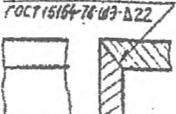
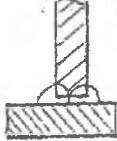
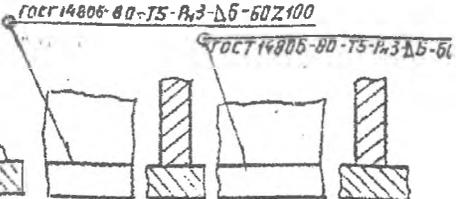
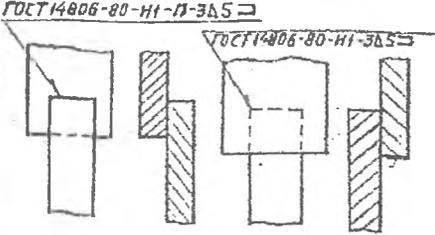
#### 2.2.4. Упрощения при обозначении сварных швов

При обозначении сварных швов допускаются следующие упрощения:

1. Если швы выполнены по одному и тому же стандарту, то обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (по типу: "Сварные швы ... по ...") или в таблице.

2. Допускается одинаковым швам не присваивать порядковый номер.

Таблица 2

Характеристика шва	Форма поперечного сечения	Условное изображение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
1	2	3	4
Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполн. дуговой ручной св. при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости поверхности шва: с лицевой стороны - 20 мкм, с оборотной - 80 мкм			
Шов углового соединения со скосом кромок, выполняемый электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм			
Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.			
Шов нахлесточного соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой механизированной сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм.			

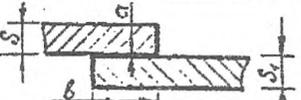
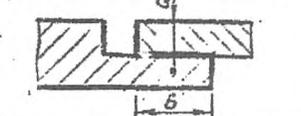
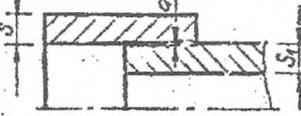
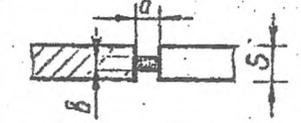
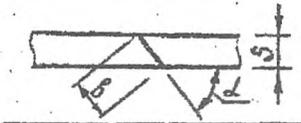
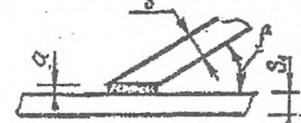
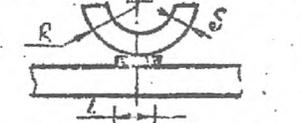
Типы сварных швов (ГОСТ 5264-80) и их обозначения на чертеже (Т.2.312-72)

Таблица 3

Вид соединения	Толщ. соед. детал.	Обозначен шва	Конструкция соединения	Обозначение на чертеже
I. СТЫКОВОЕ: с отбортовкой без отбортовки: односторонние	1-3	C1		ГОСТ...-С2-900 
	1-6	C2		
	2-8	C4		
	4-26	C5		
двухсторонние	2-8	C4		ГОСТ...У5-15 
односторонний со скосом кромки	4-26	C5		
II. УГЛОВОЕ с отбортовкой без отбортовки односторонний	1-4	У1		
	2-6	У2		
	2-8	У3		
двухсторонний	2-8	У3		
с угловым сечением шва	2-8	У4		
III. ТАВРОВОЕ: одностороннее	2-30	T1		ГОСТ...Т3-15 
		T3		
	двухстороннее	T3		
	с односторонним скосом кромки	4-16	T6	
с двухсторонним скосом кромки	12-60	T9		
IV. НАХЛЕСТОЧНОЕ: одностороннее	2-60	H1		ГОСТ... H1-P 
		H2		
двухстороннее	H2			

## Основные типы и элементы паяных швов (ГОСТ 19249-73)

Таблица 4

Тип соединения	Форма поперечного сечения соединения	Условное обозначение соединения	Примечание
В нахлестку		ПН - 1	$s$ - толщина основного материала $a$ - толщина шва
		ПН - 3	$b$ - ширина шва
Телескопическое		ПН - 4	
Встык		ПВ - 1	
Вскос		ПВ - 3	$\alpha$ - угол скоса
Втавр		ПТ - 1	$s \neq b$
В угол		ПУ - 1	$\beta$ - угол соединения
Соприкасающиеся		ПС - 3	$R$ - радиус кривизны

### 2.3. Паяные соединения

Основные типы и элементы паяных швов устанавливает ГОСТ 19.249-73 (см. таблицу 4), а условные изображения - ГОСТ 2.313-82.

Основными параметрами конструктивных элементов паяного шва являются: толщина шва (расстояние между поверхностями соединяемых деталей), ширина шва, длина шва.

Существует большое число способов пайки: паяльником, погружением в расплавленный припой, газопламенный, лазерный, электроннолучевой и др. (подробнее см. ГОСТ 17.349-79). Пайка. Классификация способов; ГОСТ 17.325-79. Пайка и ужение. Основные термины и определения.

Припой подразделяют:

а) по температуре расплавления - особо легкоплавкие (до  $145^{\circ}\text{C}$ ), легкоплавкие (до  $450^{\circ}$ ), среднеплавкие (до  $1100^{\circ}$ ), высокоплавкие (до  $1850^{\circ}\text{C}$ ) и сверхплавкие (свыше  $1850^{\circ}\text{C}$ ).

б) по основному компоненту - на оловянные (НО), оловяно-свинцовые (НОС), цинковые (ЦП), медно-цинковые (латунные, ПМЦ), серебрянные (ПСр) и др. (см. ГОСТ 19248-73. Припой. Классификация).

Выпускают припой в виде проволоки (Прв), прутков (Пт), лент (П) и др. (см. ГОСТ 21931-76).

### 2.4. Клееные соединения

В клееных конструкциях наиболее часто применяют соединения шпательку (рис. 25) и встык (рис. 26)



Рис. 25



Рис. 26

Для большинства соединений необходим нагрев и сжатие склеиваемых деталей.

### 2.5. Изображение соединений пайкой и склеиванием

В соединениях пайкой и склеиванием место соединения согласно ГОСТ 2.313-82 показывают сплошной основной линией толщиной 2S (S = 0,5... 1,4 мм).

При небольшой толщине соединяемых деталей (меньше 2 мм), когда соединяемые элементы на чертеже показаны в сечении зачерченными, место соединения показывают с просветом.

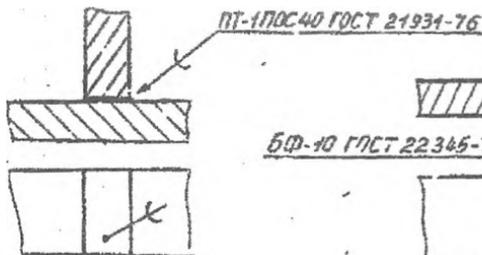


Рис. 27

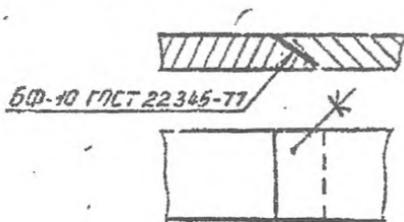


Рис. 28

Обозначения соединений, полученных пайкой и склеиванием, производится с помощью символов и знаков, помещаемых на линии-выноске, выполненной тонкой линией и начинающейся от изображения шва двусторонней стрелкой с символом метода соединения (для пайки знак, похожий на букву С, а для склеивания - на букву К) (рис.27 и 28). Шов, выполненный по замкнутому примеру, обозначается окружностью  $\varnothing 3-5$  мм, выполненной тонкой линией (рис. 29). Швы, ограниченные определенным участком, обозначают, как показано на рис. 30.

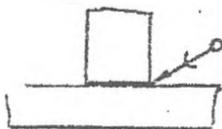


Рис. 29



Рис. 30

Согласно ГОСТ 19249-73 тип шва указывают на полке линии-выноски. Обозначение припоя или клея производится в технических требованиях по типу ПОС 40 ГОСТ ... или клей ВФ-2 ГОСТ ... с указанием на полке линии-выноски номера соответствующего пункта технических требований.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Э.Д. Мерзон и др. Машиностроительное черчение. Учебное пособие для ВУЗов. М. 1987.
2. В.С. Левицкий. Машиностроительное черчение. Учебник для вузов. М. 1988 (с. 248-255).
3. В.И. Ануриев. Справочник конструктора - машиностроителя. М. 79 том 3.
4. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные.
5. ГОСТ 2.312-72. Условные изображения и обозначения сварных соединений.
6. ГОСТ 2.313-82. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.

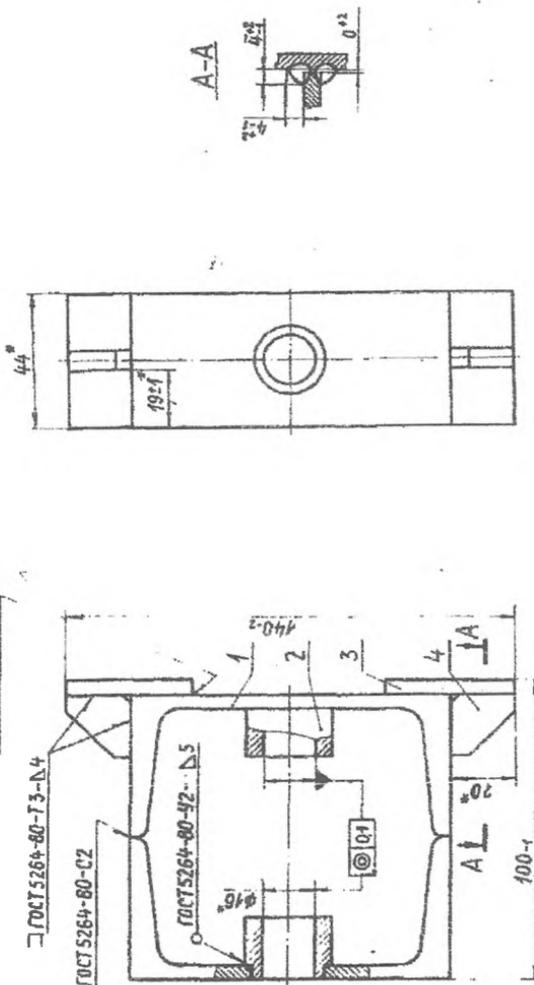
03081300СБ

ГОСТ 5264-80-И2-И4

ГОСТ 5264-80-И3-И4

ГОСТ 5264-80-С2

ГОСТ 5264-80-И2-И5



\* Размеры для справок

03081300СБ		Матр.	Масса	Размеры
КОРПУС				И.И.
Исполн.	Провер.	Утвержд.	Дата	Лист
И.И.	И.И.	И.И.	И.И.	Листов
И.И.		9813005		

### 3. ШПОНОЧНЫЕ И ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Шпоночные и шлицевые соединения деталей машин относятся к разъемным соединениям и широко применяются в машиностроении.

Элементы данных соединений стандартизированы. Поэтому изучение теоретического материала производится по нормативным документам.

Назначение данных методических указаний - оказать помощь студентам при изучении теоретического материала, а также при выполнении графических заданий по теме.

#### 3.1. Методика выполнения задания

Задание выполняется на двух форматах А4 (210x297 мм) или на одном формате А3 (420x297) - ГОСТ 2.301-68.

Задание выполняется студентом в следующей последовательности:

- **изучается теоретический материал** по шпоночным и шлицевым соединениям деталей по [1], глава 5, с.396-400, 524-562, или по [2], с.231-233, 237-245. Основные сведения по указанным соединениям приведены в данных методических указаний.

- **в соответствии с вариантом выбираются** необходимые исходные данные для задания.

Для заданного вида соединения уточняется:

а) **шпоночное соединение** - форма шпоночной канавки на валу и в ступице, каким инструментом выполняется канавки, набрасывается эскиз данного соединения в сборе и отдельно вал и ступица (с канавкой). Для этого используются рисунки в [1], табл. 119, 113, 114, а также рис. 595. Соединение деталей изображается в рабочем состоянии (шпонка изображена на всю длину ступицы);

б) **шлицевое соединение** - уточняется конструкция зуба, центрирование деталей, формируется условная запись соединения, вычерчивается эскиз данного соединения в сборе и отдельно вал и ступица с условным изображением шлицов, используя при этом по рис. 597- 600 [1], а также изображения на рис. 601- 605.

- **чертеж сверяется с образцом**, приведенным в приложении, и представляется преподавателю для подписания.

#### 3.2. Шпоночные соединения

Шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента от одной к другой соединяющихся деталей. Могут обеспечить неподвижное и подвижное вдоль продольной оси соединения деталей.

Основной деталью шпоночного соединения является шпонка. По форме шпонки разделяются: призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные.

Формы и размеры сечений шпонок и пазов стандартизированы и варьируются в зависимости от диаметра вала.

На продольных разрезах шпоночных соединений шпонки всех видов обычно изображают не рассеченными.

**Соединения с призматическими шпонками.** Призматические шпонки по назначению подразделяются на простые и направляющие (ГОСТ 8790-68). Размеры призматических шпонок и пазов принимаются по ГОСТ 23.360-78 (рис. 32)

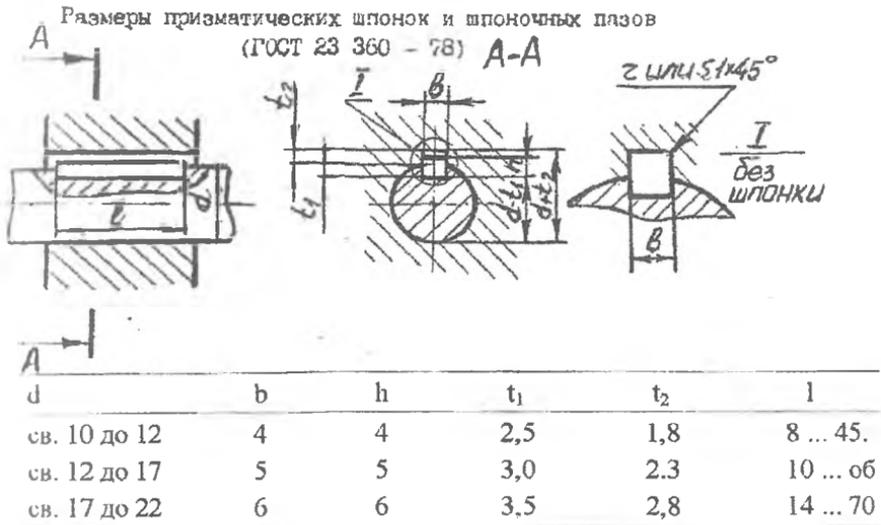


Рис. 32

Призматическис шпонки без крепежных отверстий бывают трех исполнений (рис. 33):

1 - с закругленными торцами, 2 - с плоскими торцами и 3 - с одним торцом закругленным, а другим - плоским.

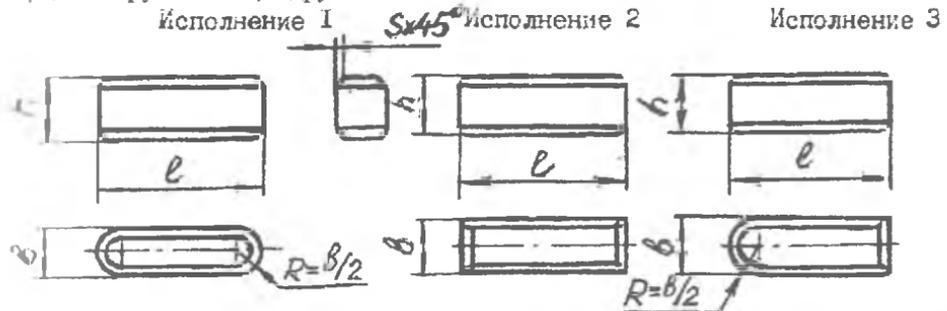


Рис. 33

Шпоночные пазы на валу выполняют длиной на 0,5 - 1,0 мм больше длины шпонки. Изготавливают шпоночный паз на валу с помощью пальцевой

или дисковой фрезы, а канавки в ступице (втулке) получают способом долбления или протягиванием одно-шлицевой протяжки.

Нанесение размеров на чертежах деталей шпоночных соединений

На чертежах деталей шпоночных соединений с призматическим шпонками (рис. 34) следует наносить следующие размеры:

а) длину  $l$  шпоночного паза, которую принимают на 0,5 - 1,0 мм больше длины шпонки,

б) ширину шпоночного паза вала и ступицы -  $b$ ,

в) глубину пазов: на валу - размер  $t_1$ , и в ступице - размер  $t_2$ .

г) диаметры вала и отверстия ступицы.

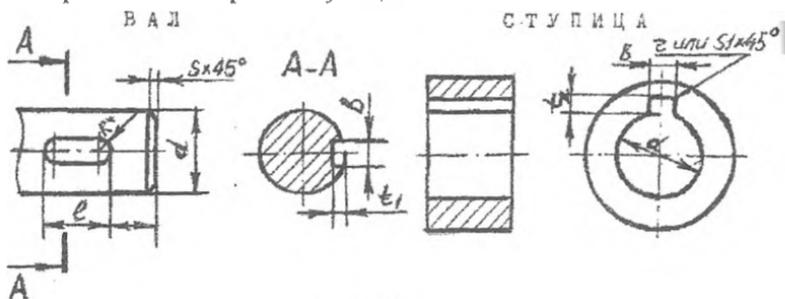


Рис. 34

Кроме того, допускается наносить в качестве справочного радиус закругления паза (для выбора диаметра фрезы).

**Соединения с клиновыми шпонками.** Форма клиновой шпонки - четырехгранная призма, у которой широкая верхняя грань имеет уклон  $1 : 100$ . Широкая нижняя грань уклона не имеет. ГОСТ 24 068-80 устанавливает 4 исполнения клиновых шпонок (рис. 35):

- 1 - шпонка с головкой,
- 2 - без головки с закругленными торцами,
- 3 - без головки с плоскими торцами,
- 4 - без головки с одним торцом закругленным, а другим плоским

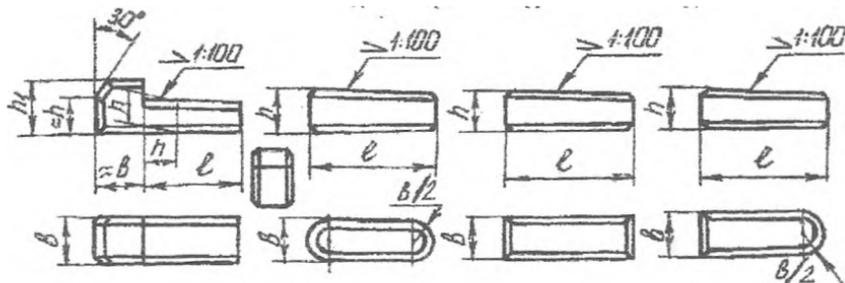


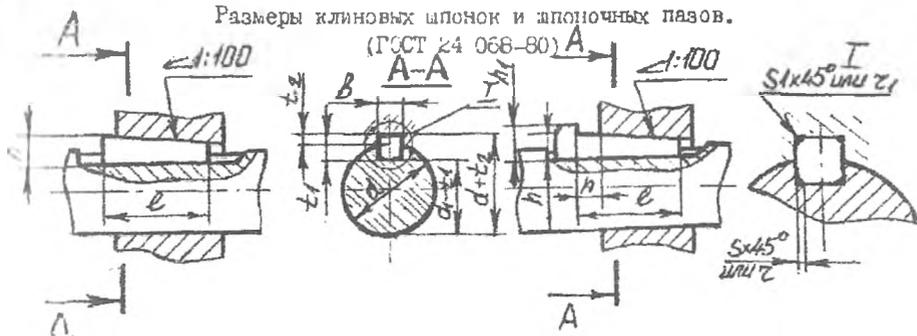
Рис. 35

Длина паза на валу для закладной шпонки (исполнение 2, 3 и 4) равна длине шпонки, т.е. вначале шпонка закладывается в паз, а затем ступица (втулка) надвигается на вал и шпонку (рис. 36).

Паз на валу для шпонки исполнения 1 выполняется двойной длины, т.к. за шпонку устанавливают тогда, когда ступица уже насажена на вал.

Размеры клиновых шпонок и шпоночных пазов.

(ГОСТ 24 066-80)



	d	b	h	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	l	h <sub>1</sub>
св. 10 до 12	4	4	2,5	1,2	8-45	7	
св. 12 до 17	5	5	3,0	1,7	10-56	8	
св. 17 до 22	6	6	3,5	2,2	14-70	10	

Рис. 36

**Соединения с сегментными шпонками.** Сегментная шпонка применяется при коротких втулках и выполнена она в виде сегмента, что обеспечивает технологичность изготовления паза фрезерованием дисковой фрезой, а также удобство сборки.

ГОСТ 24 071-80 устанавливает два исполнения сегментной шпонки (рис. 37):

Исполнение 1

Исполнение 2

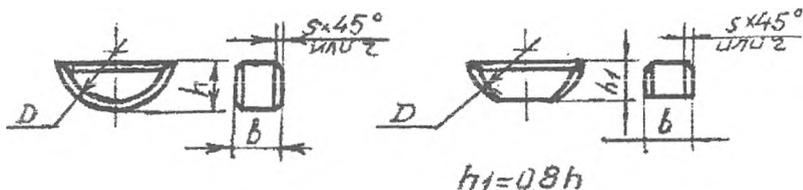
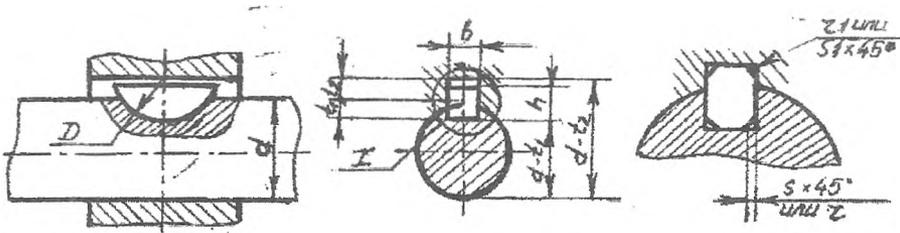


Рис. 37

Размеры сечений шпонок и пазов, а также их диаметры устанавливаются в зависимости от диаметра вала (рис. 38).



Диаметр вала $d$	$b \times h \times D$	$t_1$	$t_2$
св. 18 до 20	5x7,5x19	5,5	2,3
св. 20 до 22	5x9x22	7,0	2,3
св. 22 до 20	6x9x22	6,5	2,8

Рис. 38. Размеры сегментных шпонок и пазов (ГОСТ 24071-80)

Чертежи клиновых и сегментных шпоночных соединений выполняются так же, как чертежи призматических шпоночных соединений с учетом конструктивных особенностей шпонок каждого вида.

### 3.3. Зубчатые (шлицевые) соединения

Зубчатые (шлицевые) соединения - соединение вала и втулки, осуществляемое с помощью зубьев (шлицев) и впадин (пазов).

Наибольшее распространение в машиностроении получили зубчатые соединения с прямобочными, эвольвентными и треугольными профилями зуба.

**Соединение зубчатое прямобочное (ГОСТ 139-80).** Шлицевые соединения различают по способу центрирования отверстия втулки относительно шлицевого вала:

а) центрирование по наружному диаметру  $D$  шлицев, радиальный зазор образуется по внутреннему диаметру  $d$  шлицев (рис. 39а),

б) с центрированием по внутреннему диаметру  $d$  шлицев, радиальный зазор образуется по наружному диаметру  $D$  (рис. 39б),

в) центрирование по боковым сторонам  $b$  зубьев, радиальный зазор образуется по обоим диаметрам  $D$  и  $d$  (рис. 39в).

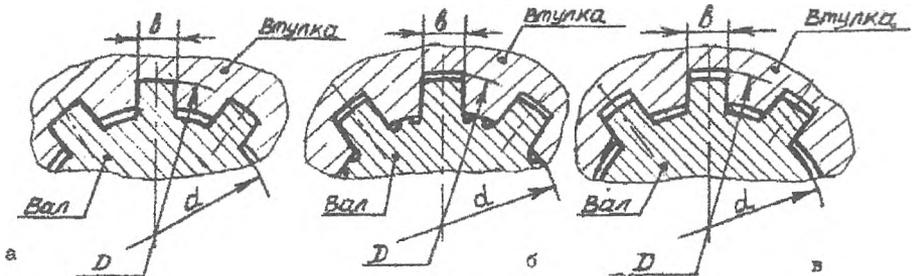


Рис. 39

При центрировании по внутреннему диаметру  $d$  шлицевые валы изготовляют в исполнении А и С, а при центрировании по наружному диаметру  $D$  и боковым сторонам  $b$  зубьев - в исполнении В.

На рис. 40 изображены сечения шлицевых втулок и валов в зависимости от способа центрирования.

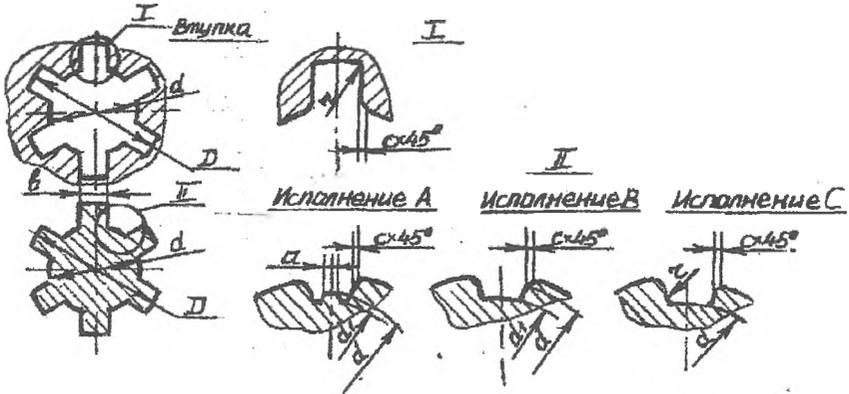


Рис. 40

Форма сечения втулки при всех способах центрирования шлицевых соединений одинакова.

#### Условные обозначения

Обозначения на чертежах прямоугольных соединений, валов и втулок должны содержать:

- букву, означающую поверхность центрирования,
- число зубьев и номинальные размеры  $d$ ,  $D$  и  $b$  соединения, вала и втулки,
- обозначение полей допусков или посадок по диаметрам ( $d$  и  $D$ ) и по ширине ( $b$ ), помещенных после соответствующих размеров (на учебных чертежах не указываются).

#### Примеры условного обозначения:

прямоугольное шлицевое соединение с числом зубьев  $z=8$ , внутренним диаметром  $d = 36$  мм, наружным диаметром  $D=40$  мм, шириной зуба  $b=7$  мм:

- при центрировании по внутреннему диаметру  $d$  с посадкой по центральному диаметру  $H7/e8$  и по ширине зуба  $D9/f8$

$$d - 8 \times 36 \ H7/e8 \times 40 \ H12/a11 \times 7 \ D9/f8$$

( на учебных чертежах -  $d - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ ),

- при центрировании по наружному диаметру  $D$ , с посадкой по центрирующему диаметру  $H8/h7$  и по ширине зуба -  $F10/h9$ :

$$D - 8 \times 36 \times 40 \ H8/h7 \times 7 \ F10/h9$$

- при центрировании по боковым сторонам зуба  $b$ :

$$b - 8 \times 36 \times 40 \ H12/h11 \times 7 \ F10/h8$$

**Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зуба (ГОСТ 6033-80).** Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зубьев с углом профиля  $30^\circ$  имеют перед прямоугольными преимуществами по прочности и точности изготовления.

Шлицевое соединение с эвольвентным профилем зубьев предусматривает основное центрирование по боковым поверхностям зубьев и допускаемые - по наружному и внутреннему диаметрам.

Основные параметры: номинальный диаметр  $D$ , модуль  $m$  и число зубьев. Значение модулей:

1-й ряд - 0,5 0,8 1,25 2 3 5 8

2-й ряд - 0,6 1 1,5 2,5 3,5 4 6 10

При выборе  $m$  ряд I предпочитают 2.

Примеры обозначений:

- соединений - 50 x 2 x 9H/9q ГОСТ 6033-80

- втулки - 50 x 2 x 9H ГОСТ 6033-80

- вала - 50 x 2 x 9q ГОСТ 6033-80

где 50 - номинальный диаметр, 2 - модуль, 9H и 9q - поля допусков ( $z$  - не указывают).

На учебных чертежах обычно ограничиваются указанием ( $D$ ,  $m$ ) и обозначением стандарта.

**Шлицевые соединения с треугольным профилем зуба.** Находят применение для неподвижного соединения деталей при передаче небольших крутящих моментов тонкостенными втулками.

Профиль треугольных зубьев и параметры шлицевого соединения не стандартизированы (рис. 40).

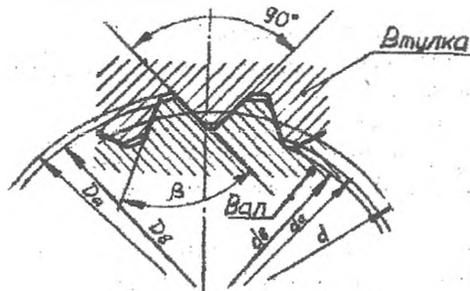


Рис. 40

Пример условного обозначения: Тр. 20 x 36

где 20 - номинальный диаметр  $D_n$ , 36 - число зубьев  $Z$ .

Основные размеры зубчатых (шлицевых) соединений треугольного профиля (нормаль автотракторной промышленности) приведены в табл.

Таблица

Номинальный диаметр Да	Отверстие - вал	
	Число зубьев	Угол, °
25	48	82,5
28	48	"
30	"	"
32	"	"
35	"	"

### 3.4. Условные изображения зубчатых валов, отверстий и их соединений

Зубья валов, отверстий и их соединений условно изображаются в соответствии с ГОСТ 2.409-74. Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия показывают на всем протяжении толстыми основными линиями, а окружности и образующие поверхностей впадин - тонкими сплошными линиями.

Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбега показывают сплошной тонкой линией.

Делительные окружности и образующие делительных окружностей в соединениях с эвольвентным и треугольным профилем показывают штрихпунктирной тонкой линией.

На рис. 41 приведен пример оформления чертежа вала с прямобочным профилем зубьев, на рис. 42 - чертеж втулки, а на рис. 43 шлицевое соединение.

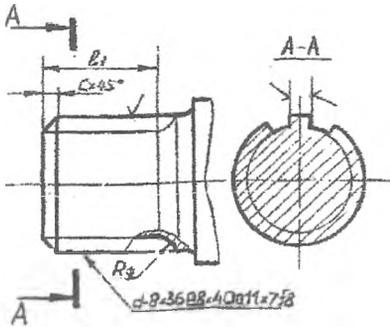


Рис. 41.

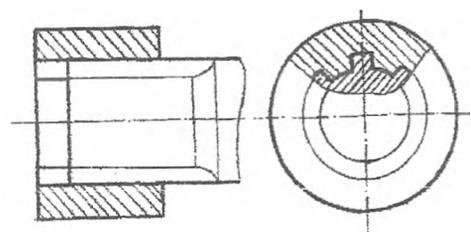


Рис. 43.

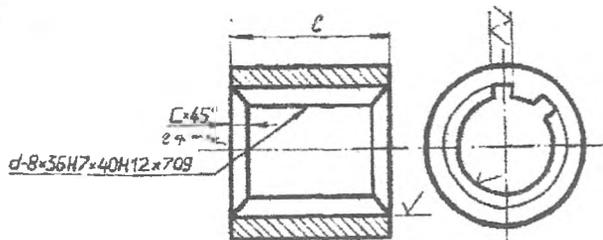
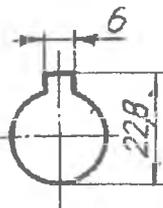
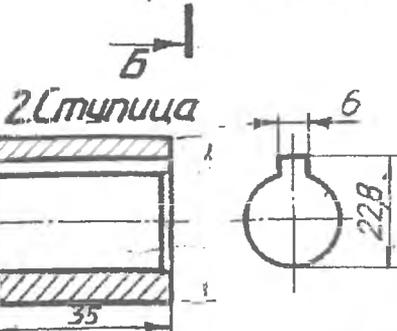
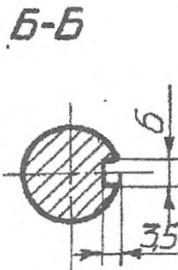
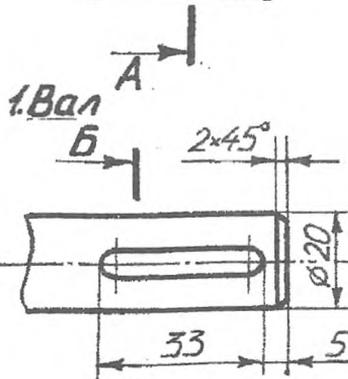
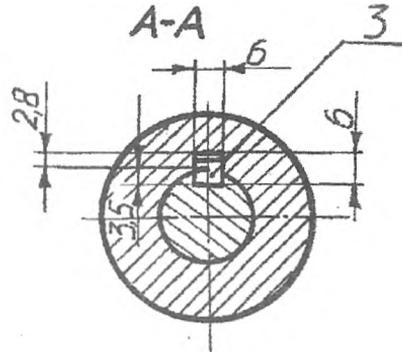
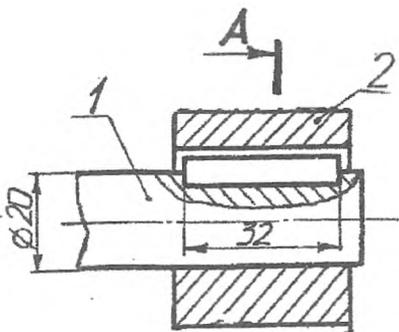


Рис. 42.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочное руководство по черчению. Авторы: В.Н.Богданов, И.Ф. Малежик и др. М.: Машиностроение, 1989. (глава 5, с. 396-400, 524-562).
2. В.С. Левицкий. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк., 1987 (с. 231 - 233, 237 - 245).
3. Э.Д. Мерзон и др. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк., 1987 (§ 18.8, 19.2 и 19.3).
4. В.И. Агурьев. Справочник конструктора-машиностроителя, том 2. М.: Машиностроение, 1979 (глава УЩ, с. 520 - 550).

# I. ШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ



10.28.99M4

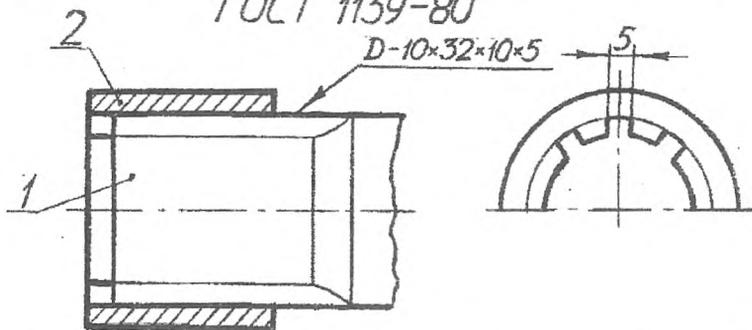
Изн. Лист	Норкум	Подп.	Дата
Разраб.	Осипович		
Проб.	Кокошко		

## Соединения разъемные

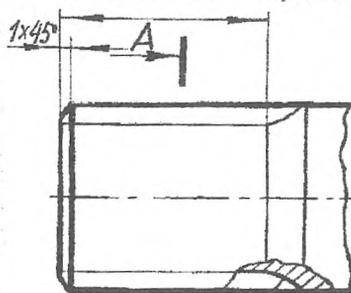
Лист	Масса	Масшт.
4		1:1
Лист 1		Листов 2

БрПИ Т-19

III. Шлицевое соединение прямобочное  
ГОСТ 1139-80

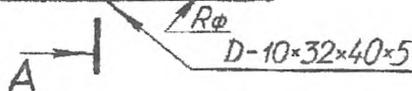
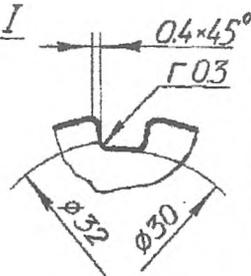
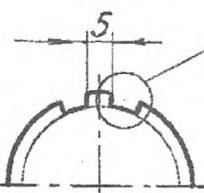


1. Вал шлицевой



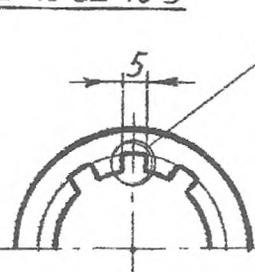
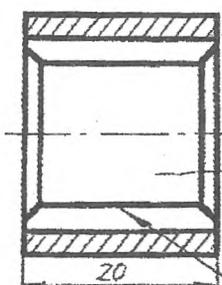
A-A

I(2:1)



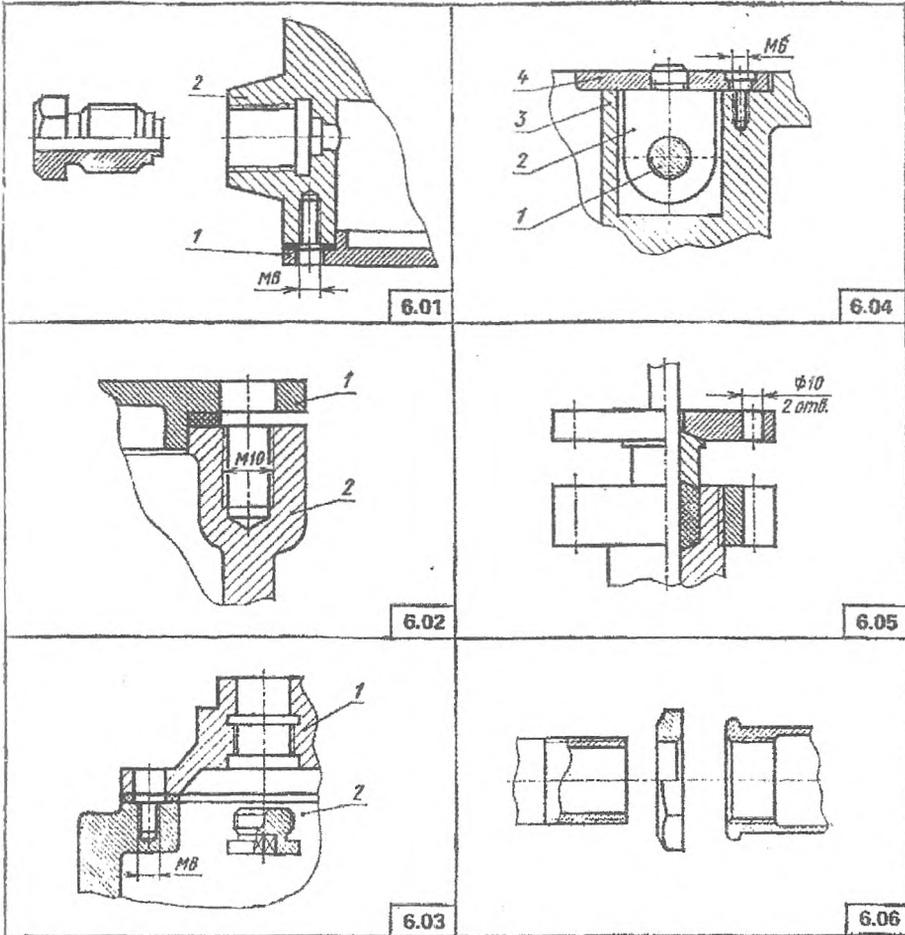
II(2:1)

2. Втулка



Г03





#### Задания 6.01...6.06

Вычертить резьбовое соединение деталей, приведенных в задании.

Гайки для резьбовых соединений выбрать по ГОСТ 5915-70 (исполнение 1), шайбы - по ГОСТ 11371-78 (исполнение 1), шпильки - по ГОСТ 22032-76 или ГОСТ 22034-76.

Указания к заданиям:

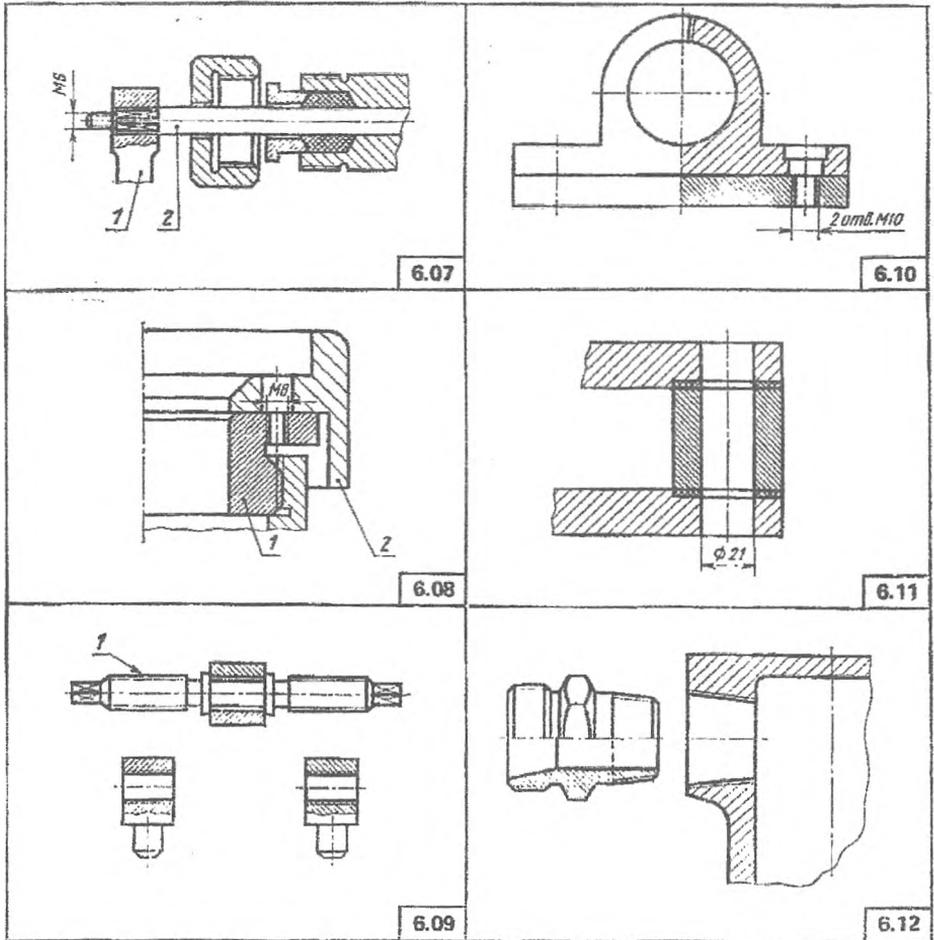
6.01. Для соединения деталей 1 и 2 подобрать винты по ГОСТ 1491-80. Материал детали 2 - чугун. Дать условное обозначение винта.

6.02. Детали 1 и 2 соединяются шпильками. Деталь 2 изготовлена из чугуна. Дать условное обозначение шпильки.

6.03. Детали 1 и 2 соединяются шпильками. Деталь 2 изготовлена из латуни. Дать условное обозначение шпильки.

6.04. Детали 3 и 4 соединяются винтами (ГОСТ 1491-80). Материал детали 3 - чугун. Деталь 1 - винт с трапецидальной резьбой (наружный диаметр - 18 мм, шаг - 2 мм). Дать условное обозначение резьбы в соединении деталей 1 и 2.

6.05. Вычертить болтовое соединение деталей. Размеры болтов (исполнение 1) подобрать по ГОСТ 7798-70. Дать условное обозначение болта и гайки.



### Задания 6.07...6.12

Вычертить резьбовое соединение деталей, приведенных в задании.

Гайки для резьбовых соединений выбрать по ГОСТ 5915—70 (исполнение 1), шайбы—по ГОСТ 11371—78 (исполнение 1).

6.07. Подобрать по соответствующим ГОСТам гайку и шайбу для крепления рукоятки 1 на штоке 2.

6.08. Подобрать по ГОСТ 17473—80 винты для соединения деталей 1 и 2. Материал деталей—лагуна.

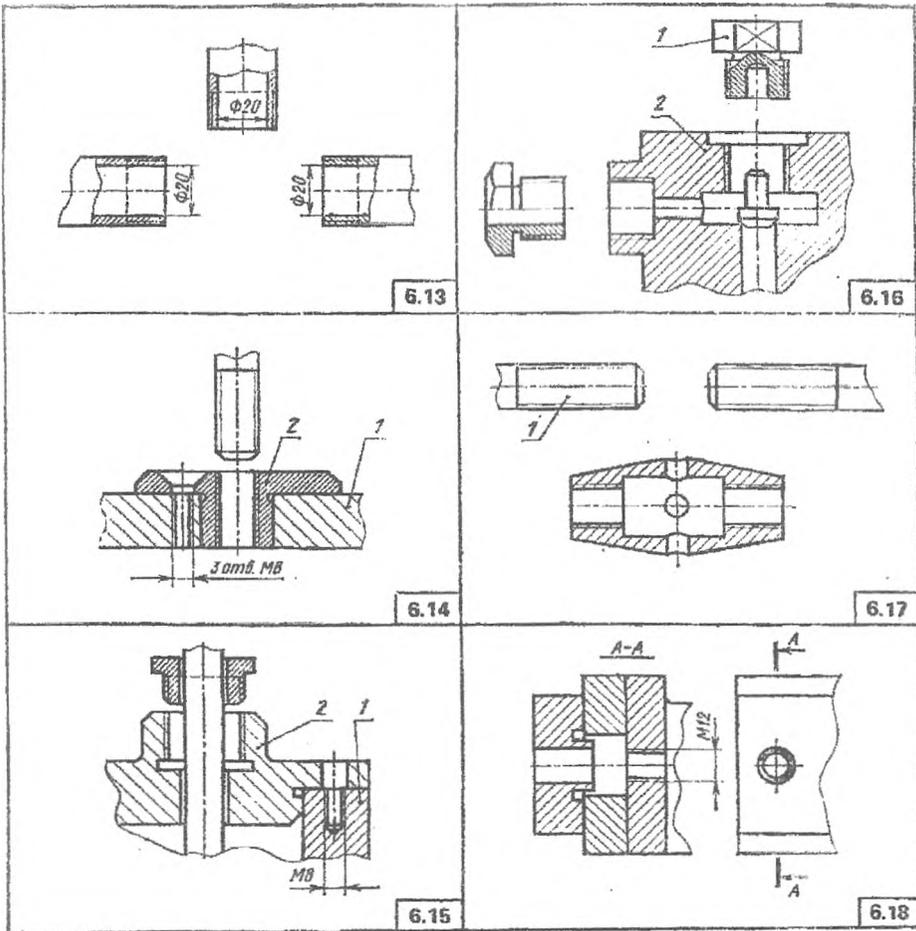
6.09. На изображении винта нанести обозначение трапецидальной резьбы с наружным диамет-

ром 14 мм и шагом 2 мм. На поверхности 1 выполнена левая резьба.

6.10. Для соединения деталей подобрать винты по ГОСТ 1491—80. Материал деталей — сталь. Нанести на чертеж обозначение резьбы трубной конической  $1/8''$ .

6.11. Вычертить болтовое соединение деталей. Размеры болтов (исполнение 1) подобрать по ГОСТ 7798—70. Дать условное обозначение болта.

6.12. Дать на чертеже условное обозначение резьбы метрической с наружным диаметром 39 мм и шагом 1,5 мм.



### Задания 6.13—6.18

Вычертить резьбовое соединение деталей, приведенных в задании.

Гайки для резьбовых соединений выбрать по ГОСТ 5915—70 (исполнение 1), шайбы — по ГОСТ 11371—78 (исполнение 1).

Указания к заданиям:

6.13. Трубы соединяются с помощью тройника. Нанести обозначение резьбы в соединении трубы с тройником.

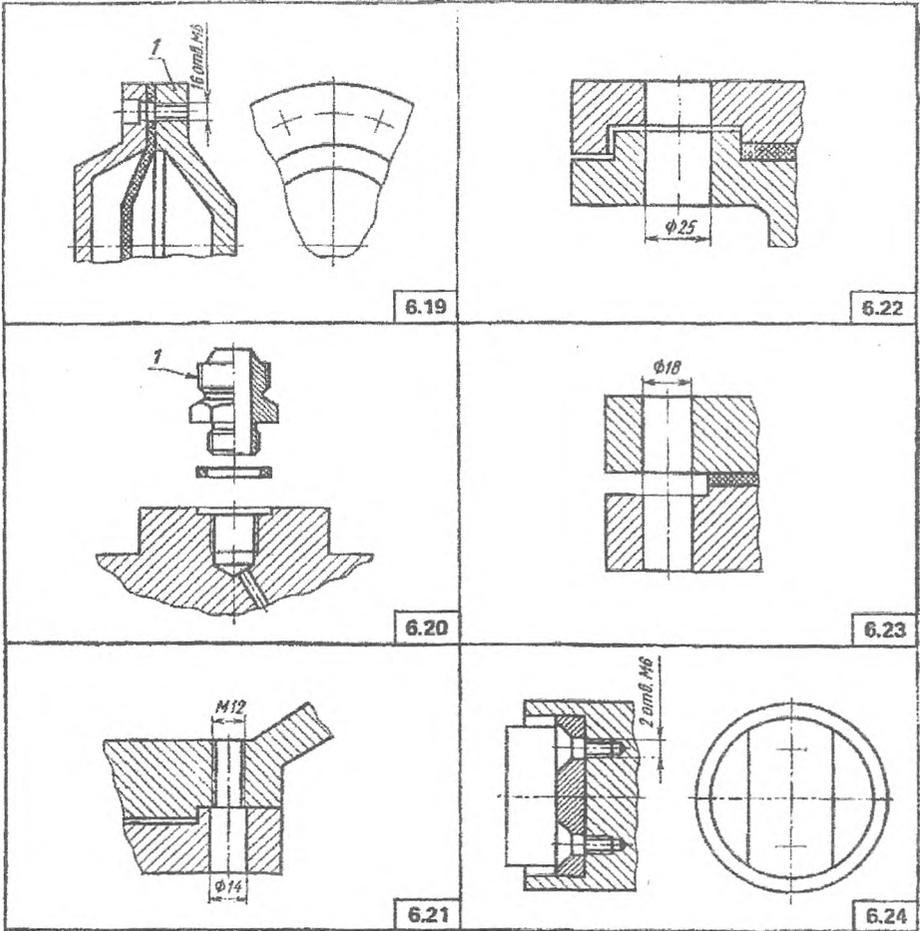
6.14. По ГОСТ 17475—80 выбрать винты для соединения деталей 1 и 2. Материал детали 1 — алюминиевый сплав. Дать условное обозначение винта.

6.15. Детали 1 и 2 соединяются шпильками. Размеры шпильки подобрать по соответствующему ГОСТу. Материал детали 1 — сталь.

6.16. Обозначить на чертеже резьбу метрическую с наружным диаметром 21 мм и шагом 1 мм в соединении деталей 1 и 2.

6.17. Нанести на чертеж обозначение прямоугольной резьбы. На детали 1 выполнена левая резьба.

6.18. Вычертить, соединение деталей винтами. Винты подобрать по ГОСТ 1491—80. Дать условное обозначение винта.



Задания 6.19...6.24  
Вычертить резьбовое соединение деталей, приведенных в задании.

Гайки для резьбовых соединений выбрать по ГОСТ 5915—70 (исполнение 1), шайбы—по ГОСТ 11371—78 (исполнение 1).

Указания к заданиям:

6.19. Для соединения деталей подобрать винты по ГОСТ 1491—80. Материал детали 1—сталь. Дать условное обозначение винта.

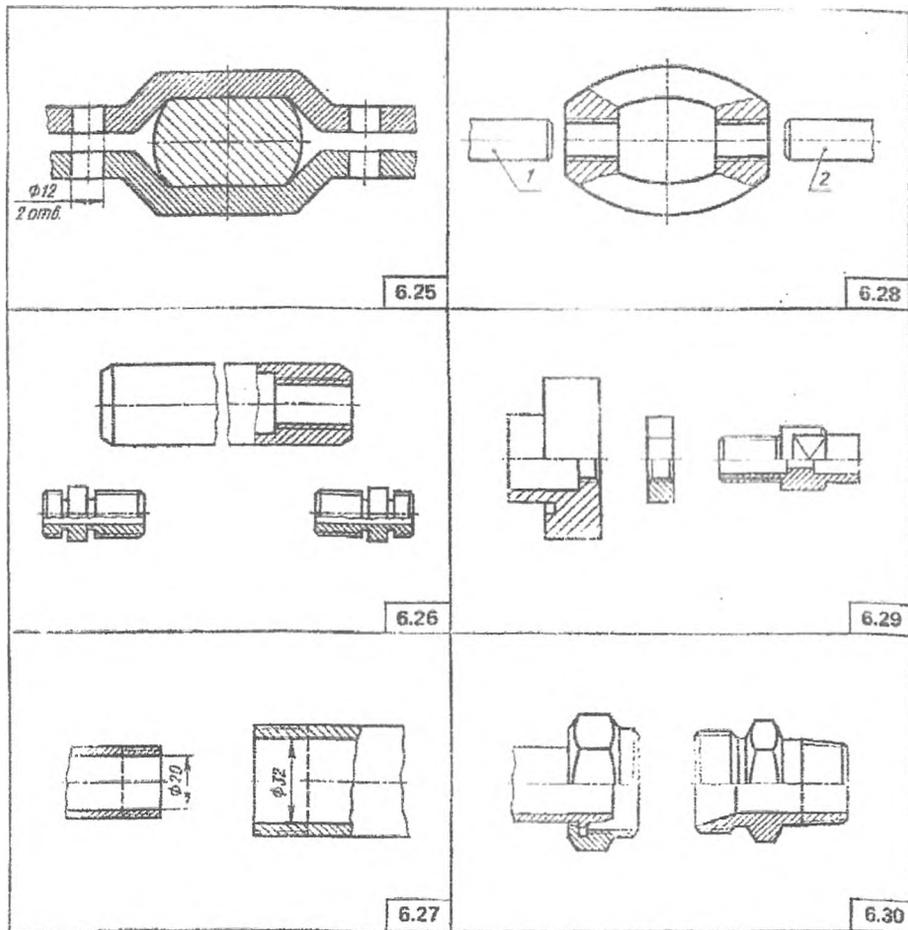
6.20. Нанести на поверхность 1 обозначение резьбы метрической с наружным диаметром 27 мм и шагом 1,5 мм.

6.21. Детали соединяются с помощью шпильки. Размеры шпильки подобрать по соответствующему ГОСТу. Материал деталей — чугун. Дать условное обозначение шпильки и гайки.

6.22. Вычертить болтовое соединение деталей. Размеры болтов (исполнение 1) подобрать по ГОСТ 7798—70. Дать условное обозначение болта.

6.23. Вычертить болтовое соединение деталей. Размеры болтов подобрать по ГОСТ 7798—70 (исполнение 1). Дать условное обозначение болта.

6.24. Вычертить соединение деталей винтами. Винты подобрать по ГОСТ 17475—80. Материал деталей — бронза.



6.25

6.28

6.26

6.29

6.27

6.30

Задания 6.25...6.30

Вычертить резьбовое соединение деталей, муфты, приведенных в задании.

Указания к заданиям:

6.25. Для соединения деталей подобрать болты по ГОСТ 7798--70 (исполнение 1), гайки—по ГОСТ 5915—70 (исполнение 1) и шайбы — по ГОСТ 11371—78 (исполнение 1).

6.26. Дать на чертеже обозначение резьбы метрической с наружным диаметром 18мм и шагом 1,5 мм.

6.27. Вычертить соединение труб с помощью

муфты.

6.28. Вычертить детали в соединении. На винтах 1 и 2 дать изображение наружной резьбы и нанести ее обозначение (резьба прямоугольная, на одном из винтов —левая).

6.30. Дать на чертеже обозначение резьбы трубной конической 1'.

## УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители: Базенков Тимофей Николаевич  
Кокошко Анатолий Федорович

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические указания по выполнению контрольных графических работ для студентов-заочников механических специальностей. Часть II.

Ответственный за выпуск: Кокошко А.Ф.  
Редактор Строкач Т.В.

---

Подписано к печати 18.04.00. Формат 60x84 1/16 Бумага писч. Усл.п.л. 2.79 Уч. изд. л. 3.0 Тираж 120 экз. Заказ №294. Бесплатно. Отпечатано на ризографе Брестского политехнического института. 224017, Брест, ул. Московская, 267.