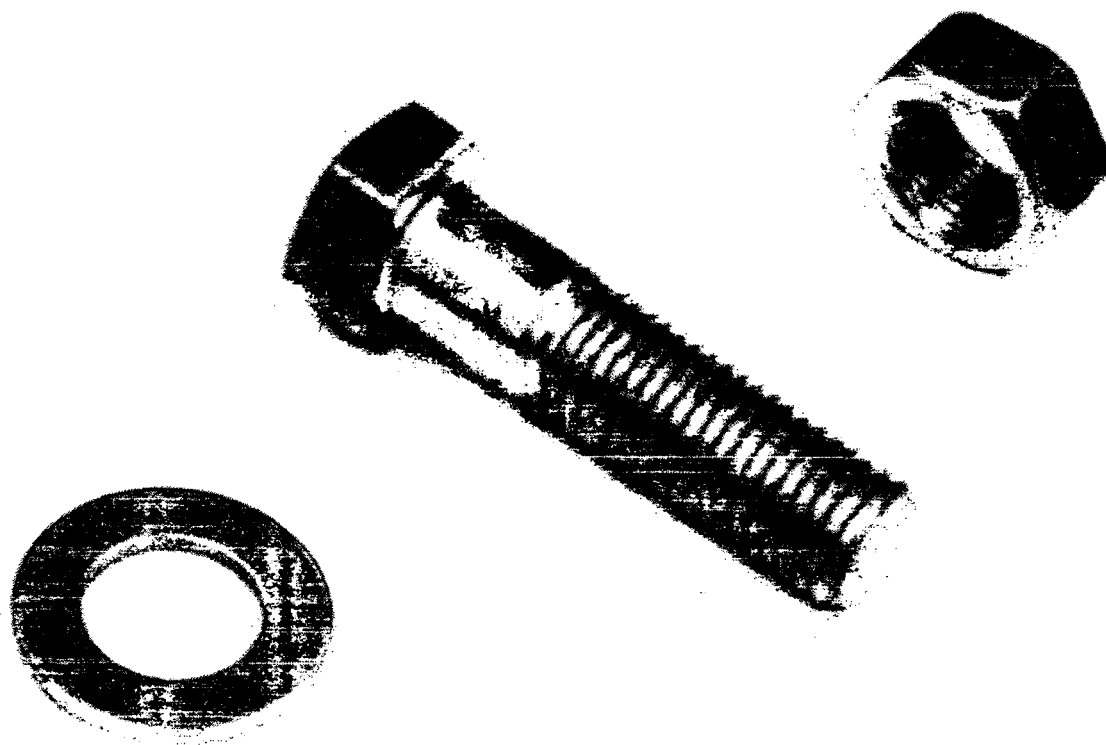


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Методические указания

к выполнению заданий по инженерной графике
на тему «**Разъемные соединения деталей машин:**
болтовые, шпилечные, винтовые, трубные, шлицевые, шпоночные, штифтовые»

для студентов специальности 1-37 01 06 –
«Техническая эксплуатация автомобилей»
дневной и заочной форм обучения



Брест 2004

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Методические указания

к выполнению заданий по инженерной графике
на тему «**Разъемные соединения деталей машин:**
болтовые, шпилечные, винтовые, трубные, шлицевые, шпоночные, штифтовые»

для студентов специальности 1-37 01 06 –
«**Техническая эксплуатация автомобилей**»
дневной и заочной форм обучения

Брест 2004

УДК 744.621

Методические указания по инженерной графике к заданию на тему «**Разъемные соединения деталей машин: болтовые, шпилечные, винтовые, шлицевые, шпоночные, штифтовые**» для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» дневной и заочной форм обучения.

В методических указаниях рассматривается методика выполнения задания на тему «Разъемные соединения деталей машин», приводятся основные сведения о болтовых, шпилечных, винтовых, трубных, шпоночных, шлицевых и штифтовых соединениях, а также большое количество справочных материалов, примеры компоновки и выполнения заданий.

Составители: Кондратчик Н.И. – доцент, к.т.н.
 Хомич Н. В. – ассистент
 Матюх С.А. – ассистент

Под редакцией Кондратчик Н.И.

Рецензент:
Гл. инженер филиала УП БелНИИСС
«Научно-технический центр»
г. Брест, кандидат технических наук

Деркач В. Н.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения.....	4
1. Объем и содержание заданий.....	5
2. Методические указания к выполнению заданий.....	9
3. Основные типы резьбы.....	10
4. Изображение резьбы на чертежах	10
5. Обозначение трубной и метрической резьбы	11
6. Крепежные детали и их обозначение.....	13
7. Вычерчивание изображений крепежных деталей.....	14
8. Расчет болтового, шпилечного и винтового соединений. Трубное соединение.....	28
9. Шпоночные соединения.....	39
9.1. Соединения с призматическими шпонками.....	42
9.2. Соединения клиновыми шпонками.....	44
9.3. Соединения сегментными шпонками.....	46
10. Зубчатые (шлицевые) соединения.....	47
10.1. Зубчатое соединение прямобочного профиля.....	50
10.2. Шлицевые соединения эвольвентного профиля.....	54
10.3. Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев.....	55
11. Штифтовые соединения.....	58
Список литературы.....	59

Общие сведения

Настоящие методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении графических заданий, курсового и дипломного проектирования, в которых применимы названные разъемные соединения.

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

Термин "соединение" в технике принято относить только к неподвижным соединениям, поэтому используются неразъемные соединения, которые можно разобрать только после их полного или частичного разрушения.

В технике широко применяются соединения разъемные, допускающие удобную разборку деталей машин без разрушения, соединяемых или соединяющих элементов. Среди разъемных соединений часто используются болтовые, шпилечные, винтовые, трубные, шлицевые, шпоночные, штифтовые элементы которых соответствуют стандартам.

При изучении темы "Разъемные резьбовые соединения" в курсе инженерной графики 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.

Соединения шлицевые, шпоночные, штифтовые широко востребованы в практике машиностроения как один из видов разъемных соединений. Некоторые образуют подвижные соединения, детали которых могут перемещаться относительно друг друга. Например, перемещение блока шестерен вдоль оси вала по направляющей шпонки, перемещение муфты по шлицам шлицевых соединениях.

Целью заданий по теме «Разъемные соединения деталей машин: болтовые, шпилечные, винтовые, трубные, шлицевые, шпоночные, штифтовые» является работа со стандартами, приобретение практических навыков вычерчивания указанных соединений, а также соответствующих деталей с простановкой необходимых размеров, обозначений в спецификациях и на чертеже.

1. Объем и содержание заданий на тему
«Разъемные соединения деталей машин:
болтовые, шпилечные, винтовые, трубные,
шлицевые, шпоночные, штифтовые»

Тема задания: Резьбовое болтовое и шпилечное соединение.

Содержание и пример компоновки листа, приведенного на рис. 1:

Задача 1. Вычертить три вида болтового соединения деталей конструктивно по действительным размерам и упрощенное изображение.

Задача 2. Вычертить два вида шпилечного соединения деталей конструктивно по действительным размерам и упрощенное изображение.

Задача 3. Составить спецификацию выполненных соединений.

Вычертить на формате А3 карандашом. Расчеты поместить на обороте листа.

Тема задания: Резьбовое винтовое и трубное соединение.

Содержание и пример компоновки листа, приведенного на рис. 2:

Задача 1. Вычертить два вида винтового соединения деталей конструктивно по действительным размерам и упрощенное изображение.

Задача 2. Вычертить трубное соединение с помощью фитингов.

Задача 3. Составить спецификацию выполненных соединений.

Вычертить на формате А3 карандашом. Расчеты поместить на обороте листа.

Тема задания: Разъемные соединения: шпоночное, штифтовое, шлицевое.

Содержание и пример компоновки листа, приведенного на рис. 3:

Задача 1. Вычертить шпоночное соединение и отдельно изображения вала, ступицы с канавкой. Шпоночное соединение выполнить с рекомендуемым типом шпонки, ее исполнением и диаметром вала.

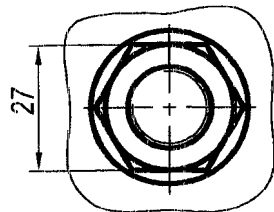
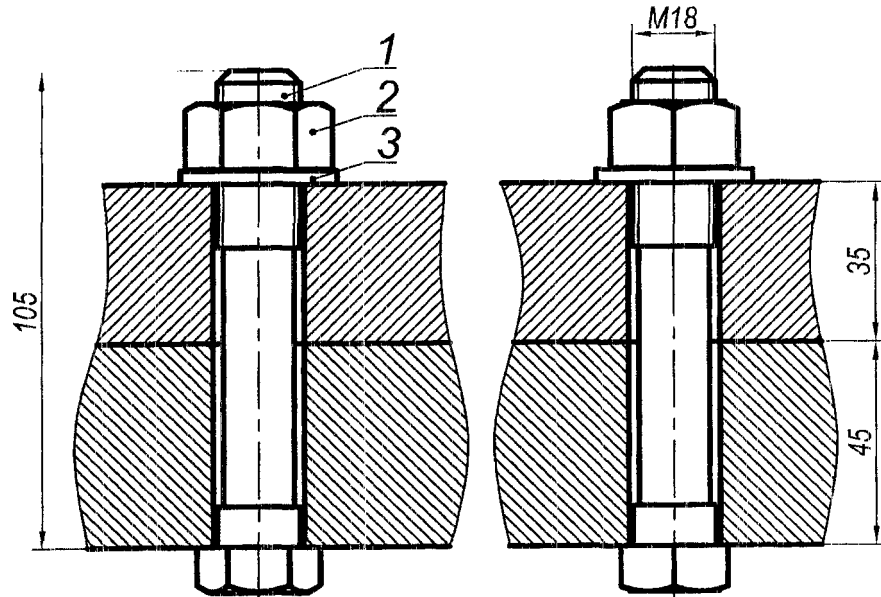
Задача 2. Вычертить штифтовое соединение. Штифтовое соединение выполнить с заданным диаметром вала, типом шрифта и исполнением.

Задача 3. Вычертить шлицевое соединение и отдельно изображения вала, втулки с условным изображением шлицов. Шлицевое соединение выполнить с рекомендуемым способом центрирования, типом зубьев, исполнения и диаметром вала.

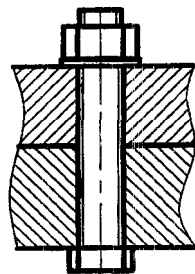
Задача 4. Составить спецификацию выполненных соединений.

Вычертить на формате А3 карандашом.

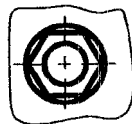
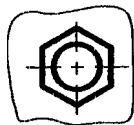
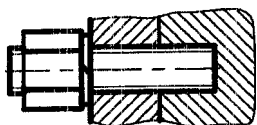
Болтовое соединение



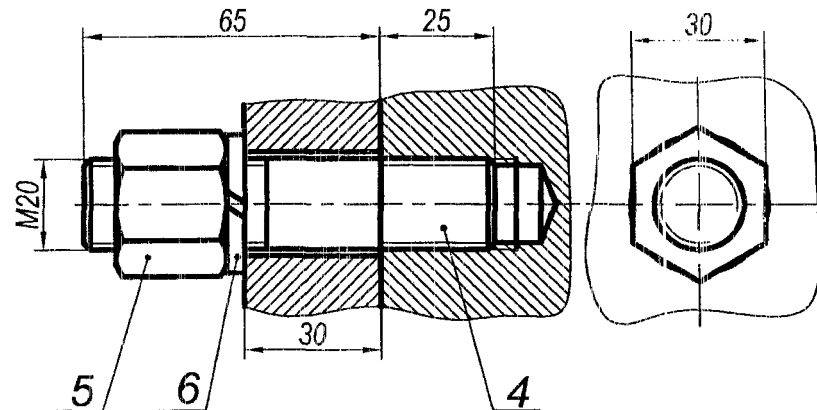
Упрощенное изображение болтового соединения (1:2)



Упрощенное изображение шпильчного соединения (1:2)



Шпильчное соединение



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		1	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.001	Болт М18-6gx105.58 ГОСТ 7795-70	1	
		2	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.002	Гайка 3М18x1,5-6Н.12 ГОСТ 5915-70	1	
		3	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.003	Шайба 18.01.08кп ГОСТ 11371-78	1	
		4	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.004	Шпилька М20-6gx65.58 ГОСТ 22034-76	1	
		5	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.005	Гайка М20-6Н.5 ГОСТ 15523-70	1	
		6	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.006	Шайба 20.3Х13 ГОСТ 6402-70	1	

1-37 01 06-ТЭА9-15-09

Изм.	Кол.	Лист	Имя	Подпись	Дата
Чертил			Петров		
Принял			Иванов		

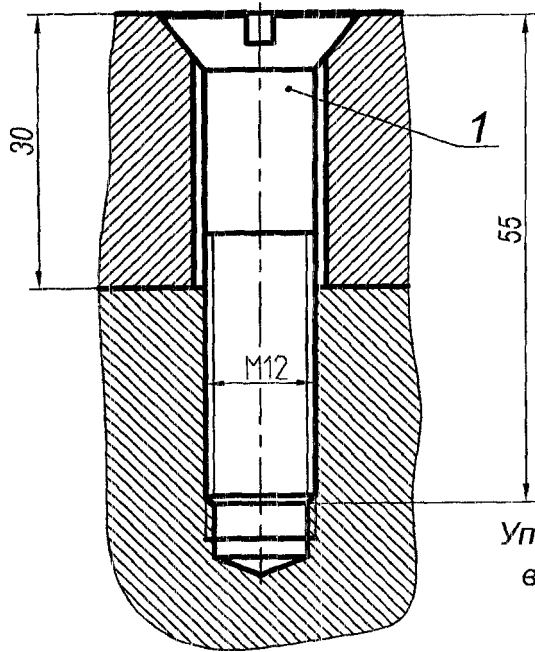
Разъемные резьбовые
соединения: болтовое
и шпильчное

Содия	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов	

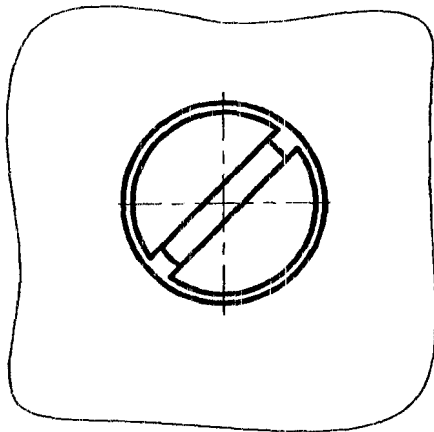
БГТУ НГИИГ

Рис. 1

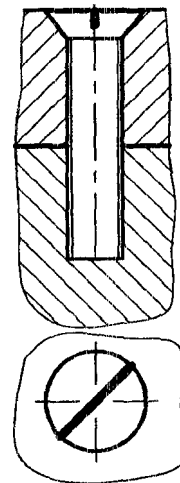
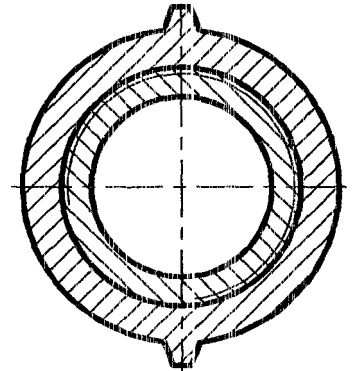
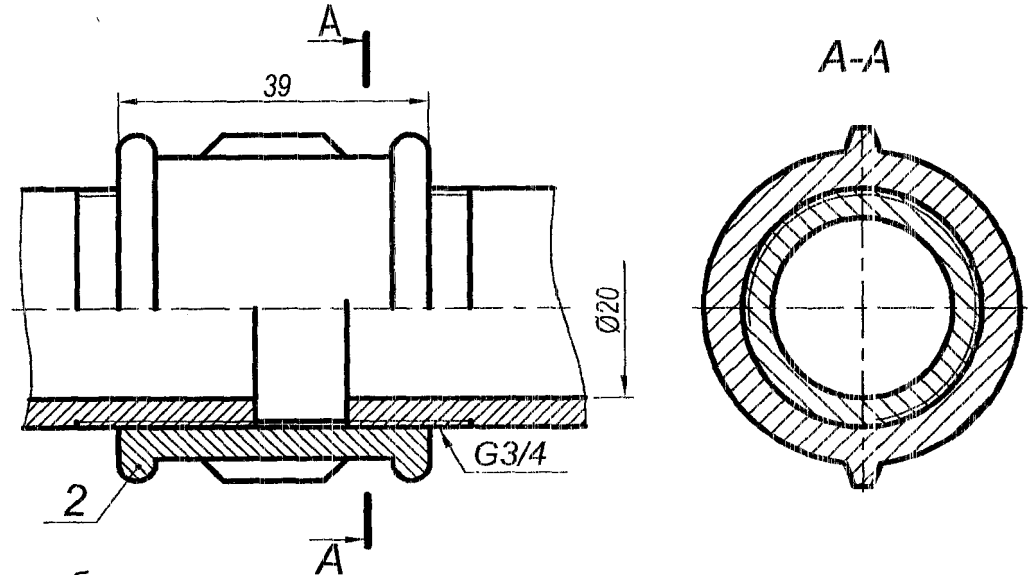
Винтовое соединение (2:1)



Упрощенное изображение винтового соединения



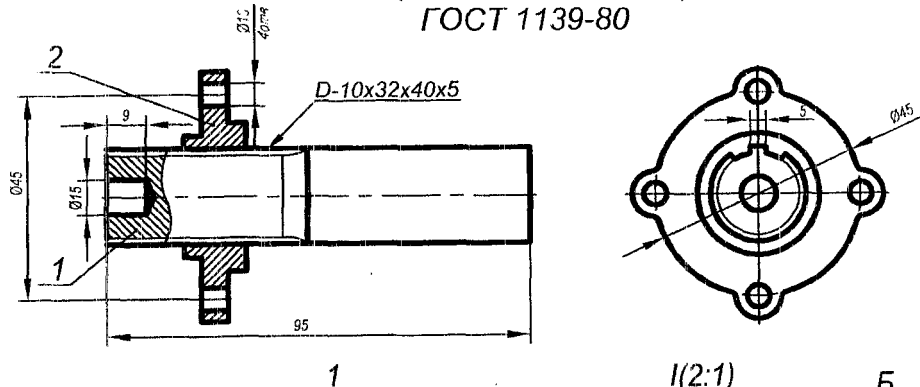
Трубное соединение (2:1)



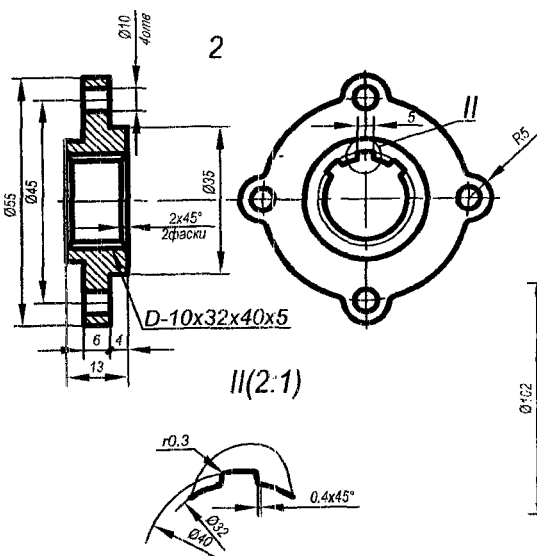
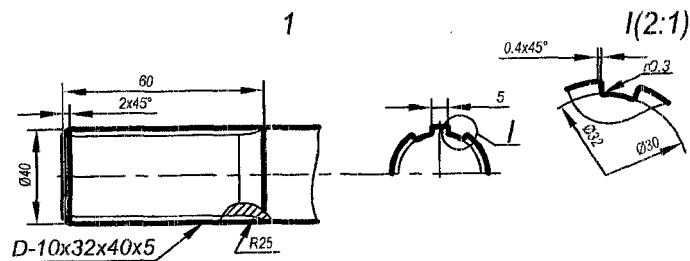
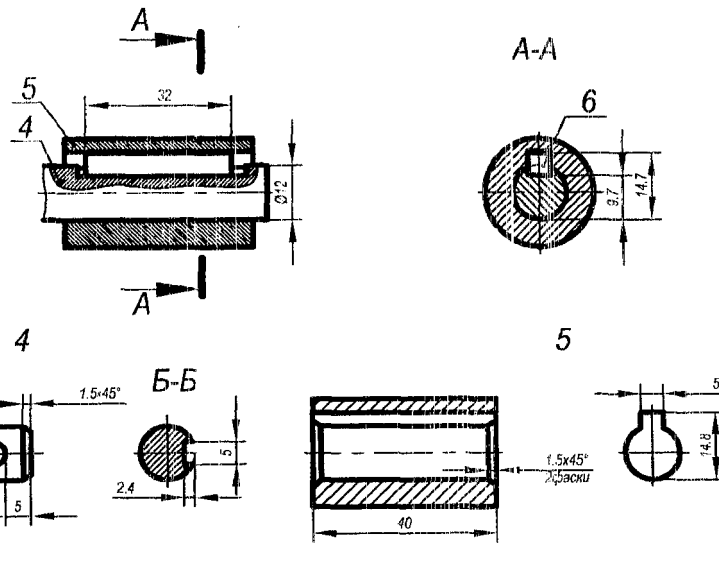
Ссылка	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		1	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.001	Винт М12-8dх55.48.016 ГОСТ 17475-80	1	
		2	1-37 01 06.ТЭА9.15.09.002	Муфта длинная 1-20 ГОСТ 8955-75	1	
1-37 01 06-ТЭА9-15-09						
Изм.	Кол.	Лист	Подп.	Подпись	Дата	Разъемные резьбовые соединения: винтовое и трубное
Чертил		Петров				
Принял		Иванов				Складная
						Масса
						Масштаб
						Лист
						Листов
БГТУ НГИИГ						

Рис. 2

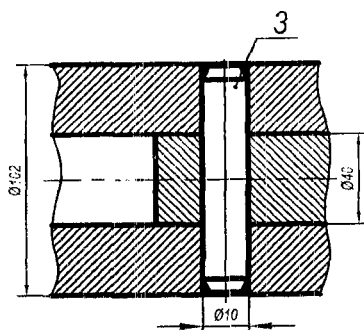
Шлицевое соединение прямоугольное
ГОСТ 1139-80



Шпоночное соединение



Штифтовое
соединение



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		1	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Вал шлицевой	1	
		2	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Втулка	1	
		3	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Штифт 10x100 ГОСТ 3129-76	1	
		4	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Вал	1	
		5	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Ступица	1	
		6	1-37 01 06.ТЭА9.16.09.001	Шпонка 5x5x32 ГОСТ 23360-78	1	
1-37 01 06-ТЭА9-16-09						
Изм.	Кол.	Лист	№ок	Подпись	Дата	Разъемные соединения шлицевые, шпоночные штифтовые
Чертил		Петров				
Принял		Иванов				С.ладя
						Масса
						Масштаб
						У
						1:1
						Лист
						Листов
БГТУ НГИИГ						

Рис. 3

2. Методические указания к выполнению заданий

Выполнение графических заданий по теме «Разъемные соединения деталей машин: болтовые, шпилечные, винтовые, трубные, шлицевые, шпоночные, штифтовые» рекомендуется производить в следующей последовательности:

- **в соответствии с вариантом** выбираются исходные данные для выполнения задания: вид деталей, номер стандарта, размер резьбы крепежных изделий, например, для болта: резьба М10, исполнение I, ГОСТ7798-70;

- **изучается теоретический материал по теме**, используя приведенный список литературы, а также сведения, изложенные в этих методических указаниях;

- **выбирается формат бумаги по ГОСТ 2.301-68**. Задания выполняются на чертежной бумаге формата А3 (420 x 297 мм), карандашом. Линии вычерчиваются четкие, яркие, согласно ГОСТ 2.303-68. Надписи выполняются шрифтом согласно ГОСТ 2.304-81* № 5, 7. Внутренняя рамка формата и штамп основной надписи наносятся согласно форме 1 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, необходимых размеров, а также позиций деталей соединений. Над основной надписью разместить спецификацию, которую следует выполнить по размерам согласно ГОСТ 2.108-68 «Спецификация»;

- **выбираются масштабы изображений по ГОСТ 2.302-68**. При этом необходимо следить, чтобы поле чертежа было использовано рационально;

- **вычерчиваются чертежи задания** на листах по размерам соединяемых деталей, выбранным из таблиц настоящей методической разработки и в соответствии с предлагаемой компоновкой заполнения рабочего поля чертежа на рис. 1, 2, 3.

Согласно рекомендованному варианту, студент выбирает исходные данные, при этом:

а) для шпоночного соединения уточняется форма шпоночной канавки на валу и ступице по таблицам 17, 18, 19, вычерчивается соединение, а затем отдельно детали: вал, ступица и проставляются размеры. Конструкцию соединения студент выбирает (принимает) самостоятельно;

б) для шлицевого соединения уточняется конструкция зуба, центрирование, условная запись соединения, вычерчивается соединение и отдельно вал и ступица с условным изображением шлицов, используя таблицы 20, 21, 22, 23, 24;

в) для штифтового соединения в зависимости от номинального диаметра штифта, типа и исполнения, а также заданной длины штифта, используя таблицы 25 и 26, вычертить соединение в разрезе с необходимыми размерами для сборочного чертежа и условной записью штифта.

Конструкцию соединения студент выбирает (принимает) самостоятельно.

Выполняемые соединения предварительно согласовываются с преподавателем.

Проставляются позиции деталей на чертеже и заносятся в спецификацию, а также их условное обозначение в графу «Наименование». Шрифт номеров позиций на номер или два больше размерных чисел, используемых для нанесения размеров на чертеже.

3. Основные типы резьбы

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, равный 60° . 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 резьбу 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 α между боковыми сторонами равен 55° . 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.

4. Изображение резьбы на чертежах

ГОСТом 2.311-68 установлено одинаковое изображение на чертежах всех видов резьбы как стандартной, так и не стандартной.

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. 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.4).

Внутренняя резьба (в **отверстии**) на разрезах и сечениях вдоль оси резьбы

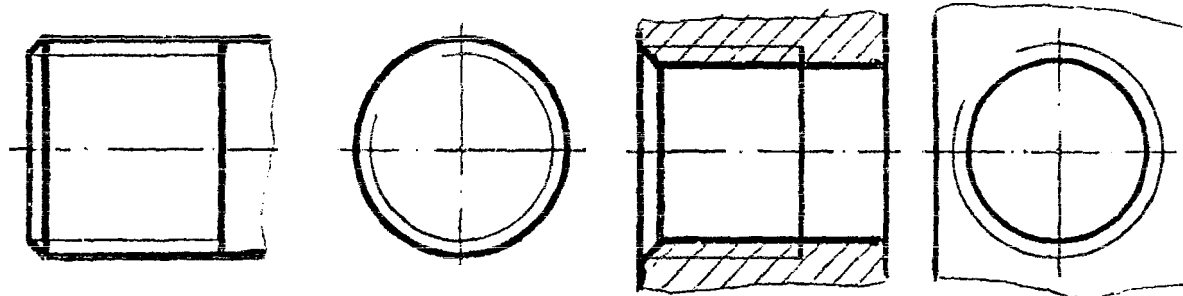


Рис. 4

Рис. 5

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, приотлично равную $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте (рис. 5).

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 сбег) и доводят до линии наружного диаметра резьбы (см. рис.4 и 5).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до сплошной основной линии, т.е. до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии (рис. 6).

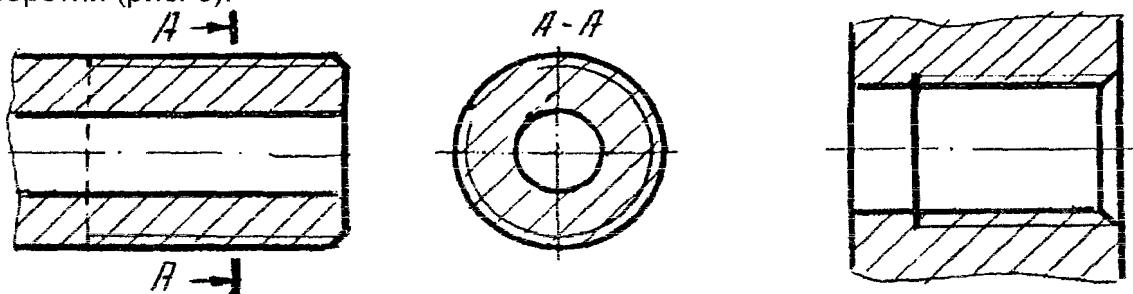


Рис. 6

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии, не имеющие конструктивного специального назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (см. рис. 4 и 5).

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной оси, **предпочтение отдается** изображению резьбы на 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. 7.

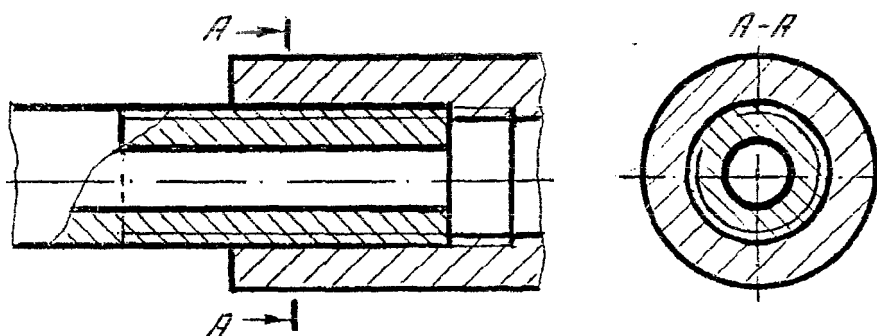


Рис. 7

5. Обозначение резьбы метрической и трубной

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 - M24; с мелким шагом - M24x2 (при шаге 2 мм); с левой резьбой и крупным шагом - M24LH.

В условных обозначениях метрической конической резьбы должна входить буква К, например: МК24x2.

ГОСТ 25229-82 допускает соединение наружной метрической конической резьбы с внутренней цилиндрической. В этом случае в условном обозначении внут-

ренной цилиндрической резьбы должно входить обозначение стандарта (M24x2 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, например: G1,5-A; G1,5 LH-B - где A и B 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

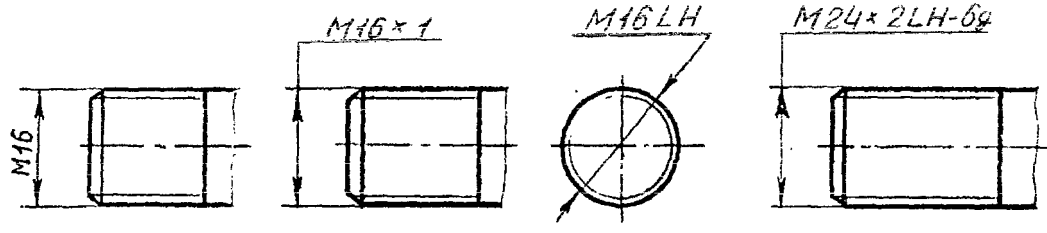


Рис. 8

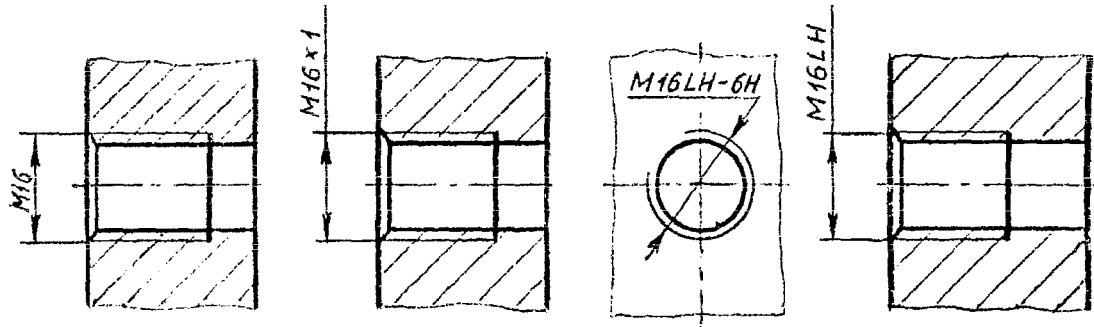


Рис. 9

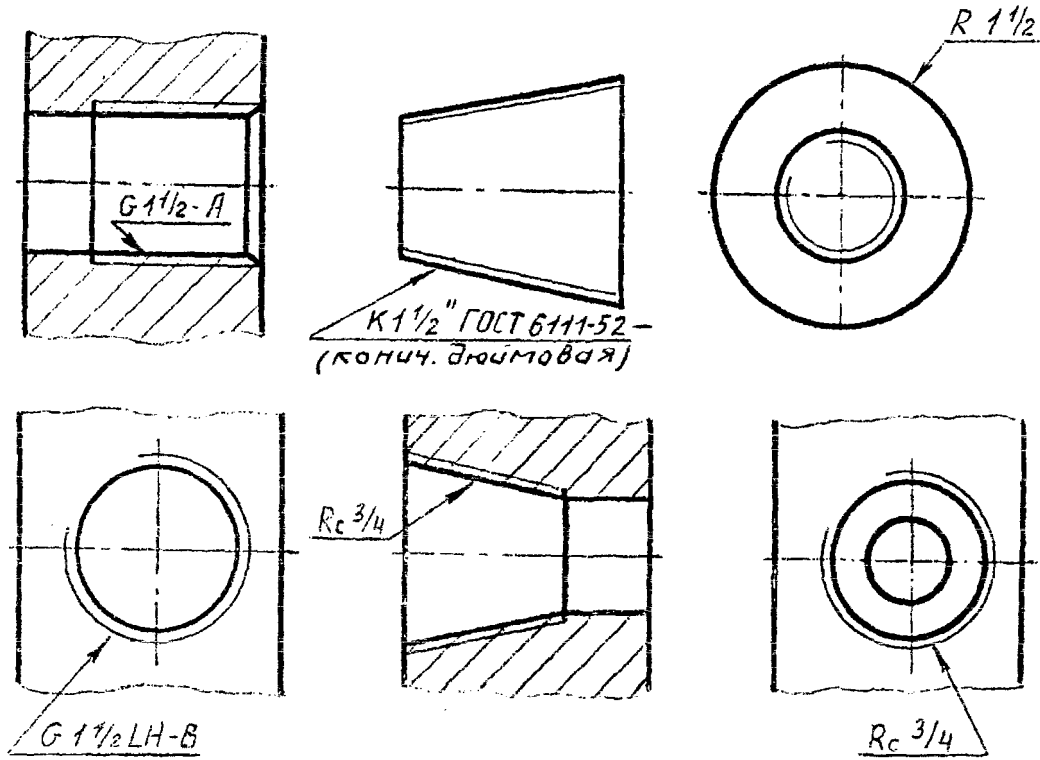


Рис. 10

принята буква G, трубной конической - для наружной R, для внутренней - R_c. Примеры нанесения обозначения резьбы показаны на рис. 8, 9, 10.

6. 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, характеризуют 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.

ГОСТом 16093-81 установлены следующие поля допуска:

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

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

Условное обозначение крепежных деталей. По ГОСТу 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 с полем допуска 8q - для болтов, винтов и шпилек и 7H - для гаек. Принимаем условие, что все крепежные изделия не подвергались защитным (антикоррозионным или декоративным покрытиям).

Обозначения болта при этих допущениях принимают вид:

Болт А2М20х1,5-60х60.58 ГОСТ...

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

--алогичные допущения принимаем и при обозначении шайб и шплинтов:

Шайба 2.12.01 ГОСТ ...,

где 2 - исполнение;

01 - группа материала (углеродистая сталь).

7. Вычерчивание изображений крепежных деталей

Вычерчивание гайки. Прежде чем приступить к вычерчиванию гайки, необходимо разобраться в построении линии фаски - пересечении конуса с гранями гайки. На рис. 11 две из боковых граней расположены в горизонтально 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.

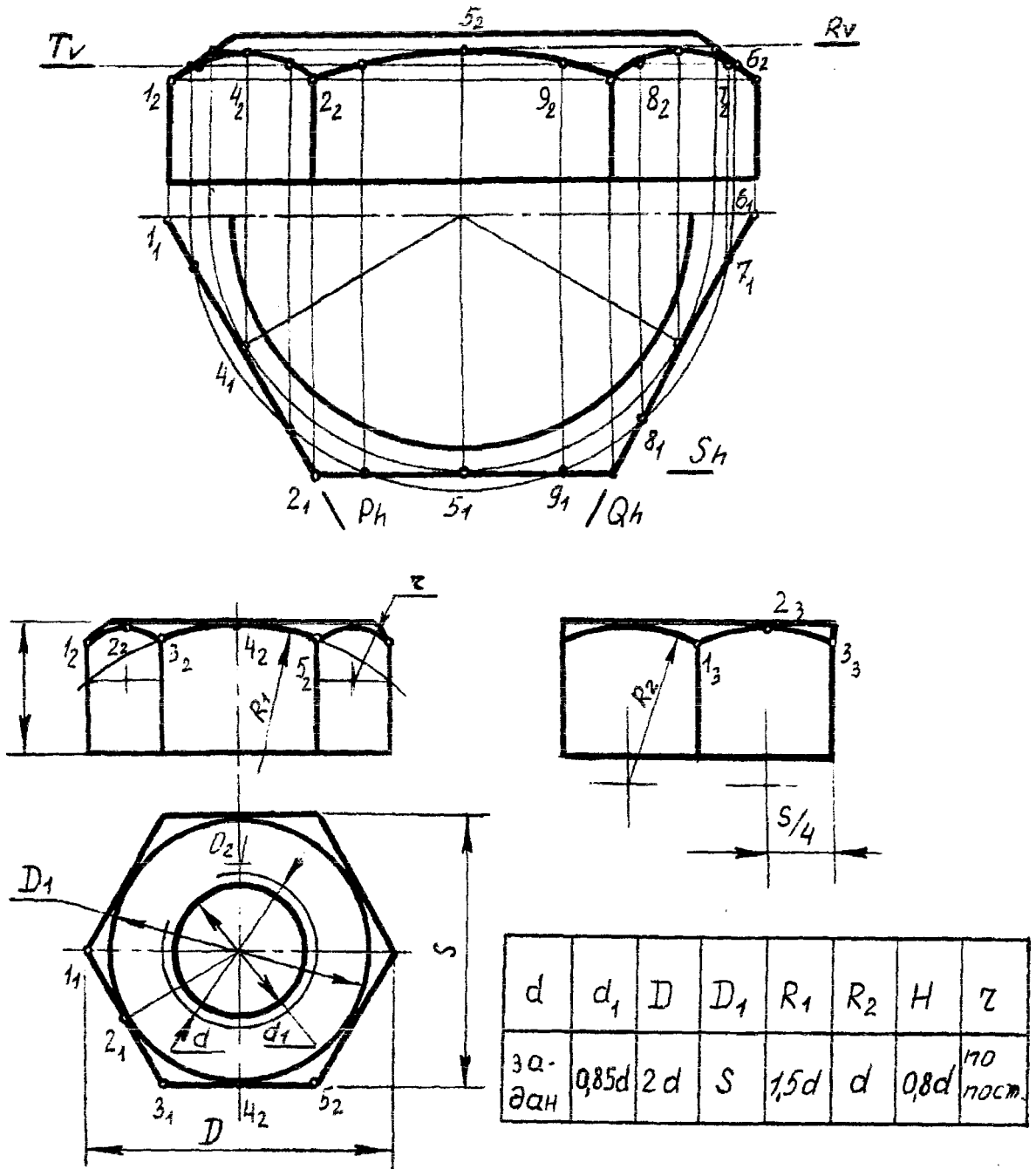


Рис. 11

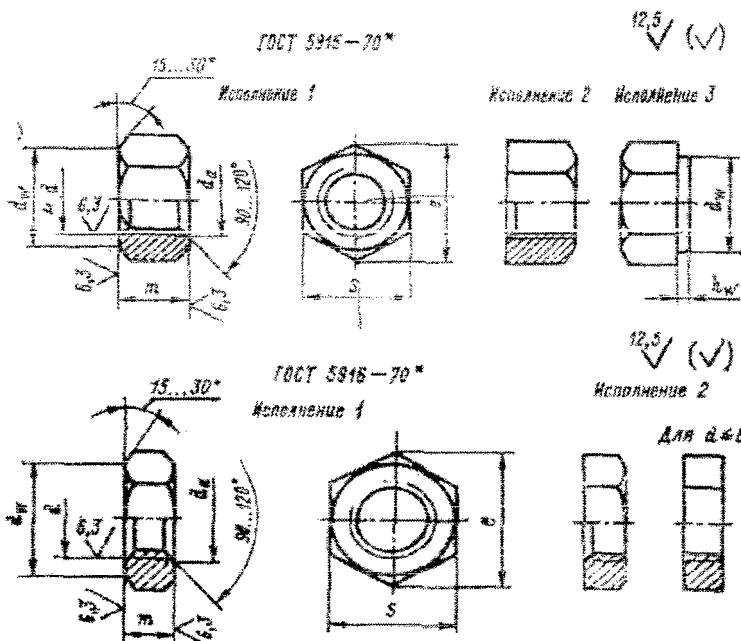
Для нахождения точек кривых взяты параллели на конусе. Прежде всего найдены крайние точки $1_1, 4_1, 2_1$ и 5_1 на горизонтальной проекции, а по ним определены точки $1_2, 4_2, 2_2, 5_2$ на фронтальной проекции. Затем при помощи вспомогательной горизонтальной плоскости T определена сначала точка 6_2 на очерке фронтальной проекции конуса, затем получена точка 6_1 и при помощи окружности радиуса O_16_1 построены точки $7_1, 8_1, 9_1$, по которым найдены точки $7_2, 8_2, 9_2$.

Гайки шестигранные класса

точности В:

нормальные по ГОСТ 5915—70*

и низкие по ГОСТ 5916—70* , мм



Номи нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d _a				d _w не менее	h _w		m	
	крупный	мелкий	s	e	не менее	не более		не более	не менее	ГОСТ 5915-70*	ГОСТ 5916-70*
										не более	не менее
1,6	0,35	—	3,2	3,3	1,6	1,84	2,9	0,2	0,10	1,3	1,0
2	0,4	—	4,0	4,2	2,0	2,30	3,6	0,2	0,10	1,6	1,2
2,5	0,45	—	5,0	5,3	2,5	2,90	4,5	0,3	0,10	2,0	1,6
3	0,5	—	5,5	5,9	3,0	3,45	5,0	0,4	0,15	2,4	1,8
(3,5)	0,6	—	6,0	6,4	3,5	4,00	5,4	0,4	0,15	2,8	2,0
4	0,7	—	7,0	7,5	4,0	4,60	6,3	0,4	0,15	3,2	2,2
5	0,8	—	8,0	8,6	5,0	5,75	7,2	0,5	0,15	4,0	2,7
6	1	—	10	10,9	6,0	6,75	9,0	0,5	0,15	5,0	3,2
8	1,25	1	13	14,2	8,0	8,75	11,7	0,6	0,15	6,5	4,0
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5	0,6	0,15	8,0	5,0
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	0,6	0,15	10	6,0
(14)	2	1,5	22	23,9	14	15,1	20,1	0,6	0,15	11	7,0
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,0	0,8	0,20	13	8,0
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	0,8	0,20	15	9,0
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	0,8	0,20	16	10
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	0,8	0,20	18	11
24	3	2	36	39,6	24	25,9	33,2	0,8	0,20	19	12
(27)	3	2	41	45,2	27	29,2	38,0	0,8	0,20	22	13,5
30	3,5	2	46	50,9	30	32,4	42,7	0,8	0,20	24	15
36	4	3	55	60,8	36	38,9	51,1	0,8	0,20	29	18
42	4,5	3	65	71,3	42	45,4	59,9	0,8	0,20	34	21
48	5	3	75	82,6	48	51,8	69,4	0,8	0,25	38	24

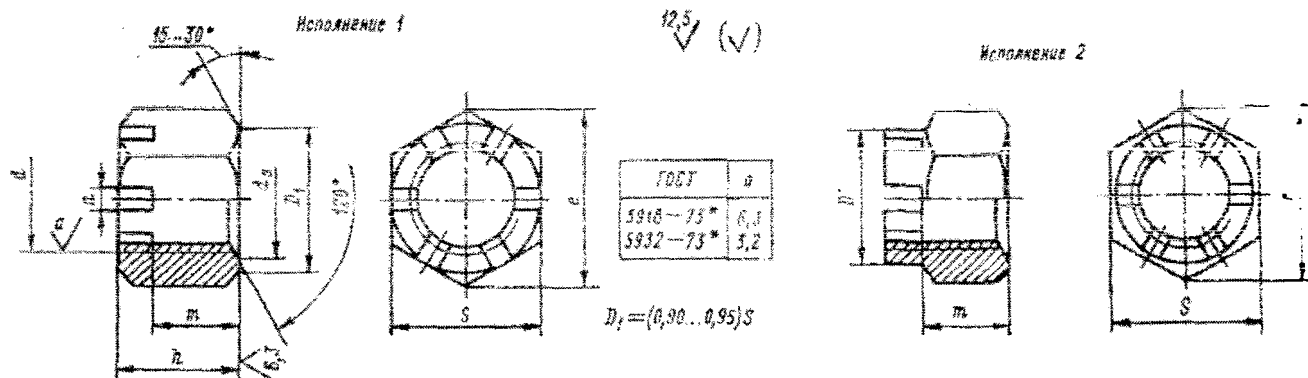
Примечания:

1. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. В ГОСТ 5916—70* приведены дополнительно размеры гаек с номинальным диаметром резьбы d=(1); (1,4).

Примеры условного обозначения:

- 1) гайка исполнения 1 по ГОСТ 5915-70*, с диаметром резьбы d = 12 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия: *Гайка M12-6H.5 ГОСТ 5915-70**;
- 2) гайка исполнения 2 по ГОСТ 5916-70*, с диаметром резьбы d = 12 мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 06, из стали марки 40 X, с покрытием 01 толщиной 6 мкм: *Гайка 2M12x1,25 - 6H.06.40X.016 ГОСТ 5916-70**.

Таблица 2
 Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В по ГОСТ 5918-73*
 и класса точности А по ГОСТ 5932-73*, мм



Номинальный диаметр d	Шаг резьбы		S	h	e		Число прорезей	n	m	D	d _a		Размер шплица по ГОСТ 397-79*	
	крупный	мелкий			не менее	не более					Исполнение 1	Исполнение 2		
4	0,7	—	7	5	7,7	7,7	6	1,2	3,2	—	4	4,6	1X12	—
5	0,8	—	8	6	8,8	8,8	6	1,4	4,0	—	5	5,75	1,2X12	—
6	1	—	10	7,5	10,9	11,0	6	2,0	5,0	—	6	6,75	1,6X16	—
8	1,25	1	13	9,5	14,2	14,4	6	2,5	6,5	—	8	8,75	2X20	—
10	1,5	1,25	17	12	18,7	18,9	6	2,8	8,0	—	10	10,8	2,5X25	—
12	1,75	1,25	19	15	20,9	21,1	6	3,5	10	17	12	13,0	3,2X32	3,2X25
(14)	2	1,5	22	16	24,3	24,5	6	3,5	11	19	14	15,1	3,2X32	3,2X25
16	2	1,5	24	19	26,5	26,8	6	4,5	13	22	16	17,3	4X36	4X32
(18)	2,5	1,5	27	21	29,9	30,2	6	4,5	15	25	18	18,5	4X40	4X36
20	2,5	1,5	30	22	33,3	33,6	6	4,5	16	28	20	21,6	4X40	4X36
(22)	2,5	1,5	32	26	35,0	35,8	6	5,5	18	30	22	22,7	5X45	5X40
24	3	2	36	27	39,6	40,3	6	5,5	19	34	24	25,9	5X45	5X40
(27)	3	2	41	30	45,2	45,9	6	5,5	22	38	27	29,1	5X50	5X45
30	3,5	2	46	33	50,9	51,6	6	7,0	24	42	30	32,4	6,3X63	6,3X50
(33)	3,5	2	50	35	55,4	56,1	6	7,0	26	46	33	35,6	6,3X63	6,3X50
36	4	3	55	38	60,8	61,7	6	7,0	29	50	36	38,9	6,3X71	6,3X63
(39)	4	3	60	40	66,4	67,4	6	7,0	31	55	39	42,2	6,3X71	6,3X63
42	4,5	3	65	46	72,1	73,0	8	9,0	34	58	42	45,4	8X80	8X71
48	5	3	75	50	83,4	84,3	8	9,0	38	65	48	52,0	8X90	8X80

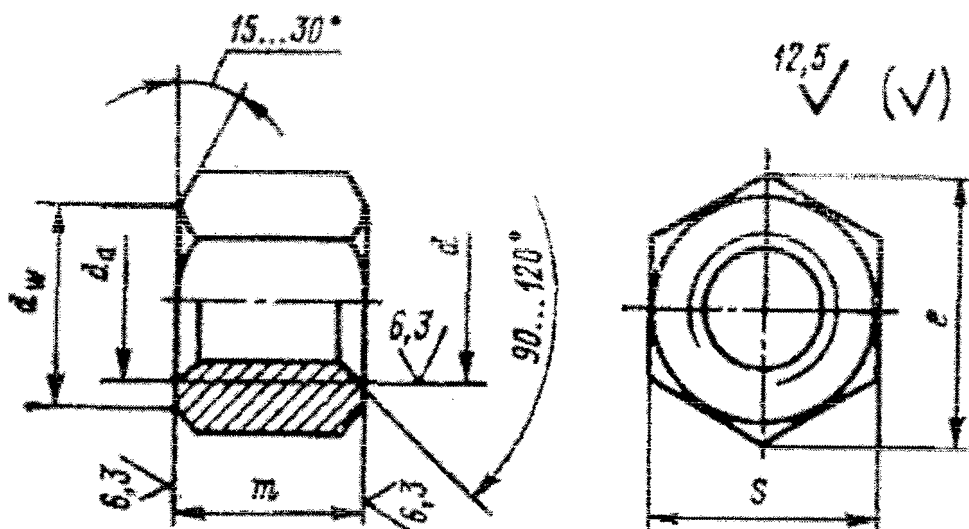
Примечания:

1. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.
2. Поля допусков резьбы 7H или 6H.

Примеры условного обозначения:

- 1) гайка исполнения 1, с диаметром резьбы d=12 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7H, класса прочности 5 без покрытия: *Гайка M12-7H.5 ГОСТ 5918-73**;
- 2) гайка исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, с покрытием 01 толщиной 9 мкм *Гайка 2 M12x1,25- 6H. 5.019 ГОСТ 5232-73**.

Гайки шестигранные класса точности В:
высокие по ГОСТ 15523—70* и особо высокие по ГОСТ 15525-70*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		s	p	d_a		d_w не менее	m	
	крупный	мелкий			не менее	не более		ГОСТ 15523-70*	ГОСТ 15525-70*
3	0,5	—	5,5	5,9	3	3,45	5,0	3,6	—
4	0,7	—	7,0	7,5	4	4,60	6,3	4,8	—
5	0,8	—	8,0	8,6	5	5,75	7,2	6,0	—
6	1	—	10	10,9	6	6,75	9,0	7,5	—
8	1,25	1	13	14,2	8	8,75	11,7	9,0	12
10	1,5	1,25	17	18,7	10	10,8	15,5	12	15
12	1,75	1,25	19	20,9	12	13,0	17,2	15	18
(14)	2	1,5	22	23,9	14	15,1	20,1	17	21
16	2	1,5	24	26,2	16	17,3	22,0	19	24
(18)	2,5	1,5	27	29,6	18	19,4	24,8	22	27
20	2,5	1,5	30	33,0	20	21,6	27,7	24	30
(22)	2,5	1,5	32	35,0	22	23,8	29,5	26	32
24	3	2	36	39,6	24	25,9	33,2	28	36
(27)	3	2	41	45,2	27	29,2	38,0	32	40
30	3,5	2	46	50,9	30	32,4	42,7	36	45
36	4	3	55	60,8	36	38,9	51,1	42	54
42	4,5	3	65	71,3	42	45,4	59,9	50	63
48	5	3	75	82,6	48	51,8	69,4	58	71

Примечание:

Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Примеры условного обозначения:

- 1) высокая гайка с диаметром резьбы $d=10$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 5, без покрытия: Гайка М10-6H.5 ГОСТ 15523-70*;
- 2) особо высокая гайка с диаметром резьбы $d=10$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 12, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 6 мкм: Гайка М10-6H.12.40X.016 ГОСТ 15525-70*.

Изображение гайки можно вычертить по относительным или действительным размерам. Рассмотрим первый способ (рис. 11).

Построение гайки начинается с вида сверху. Проводим осевые линии, из полученного центра проведем окружность диаметром D , делим ее на 6 частей и через полученные точки проводим хорды. 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, которая остается на чертеже тонкой четкой линией;

б) окружность диаметром d_1 , соответствующую внутреннему диаметру резьбы, которая обводится сплошной основной линией.

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 построения дуг радиусом r . Затем из точек пересечения дуг радиусом r с проекциями крайних ребер проводим фаски под углом 30° .

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 – 1, с крупным шагом.

Последовательность вычерчивания болта (рис. 12):

1. Проводим осевые линии на фронтальной и профильной плоскости проекций. На виде слева вычерчиваем вспомогательную окружность размером диаметра $e = 24$ 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 $1_3, 2_3$.

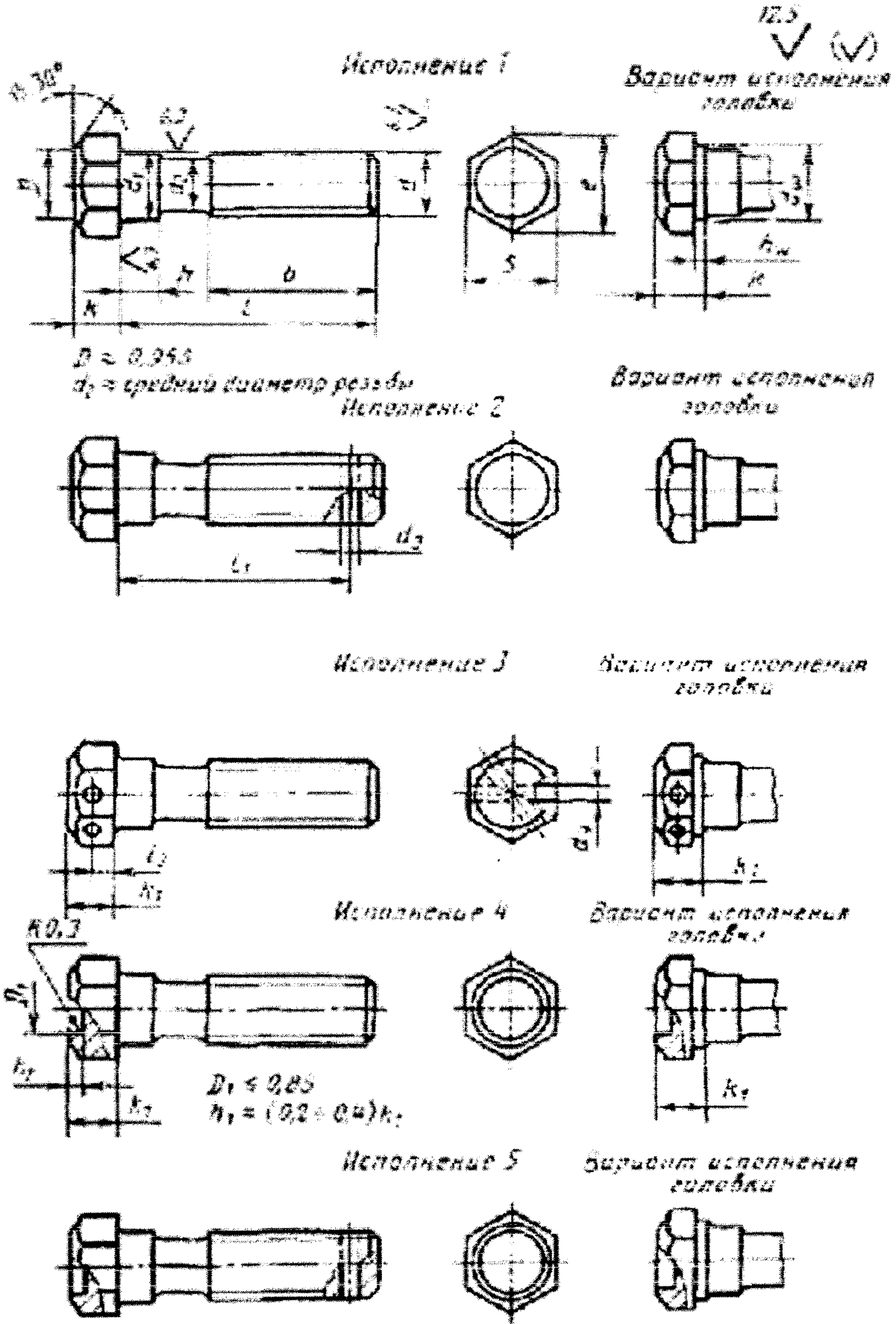
3. Приступаем к построению фронтальной проекции, для чего на линиях проекционной связи откладываем фронтальные проекции точки $1_2 - 1_2$. Проецируем ребра головки болта на фронтальную плоскость проекций до пересечения с отрезками прямых, проведенных под углом 30° из точек 1_2 , получаем точки 2_2-2_2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

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, а точки пересечения ее с проекциями средних ребер обозначим 3_2 и 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).

Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подго-
ловком класса точности В ГОСТ 7795-70



Номинальный диаметр резьбы d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
Шаг резьбы	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5			3	3,5	4	4,5	5	
	мелкий	—	1	1,25	1,5			2			3				
Диаметр стержня d ₁ h14	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36	42	48
Высота подголовка h, не менее	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	18	21	24
Размер «под ключ» S	10	12	14	17	19	22	24	27	30	32	36	41	50	60	70
Высота головки k	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17	20	23	26
Высота головки k ₁	4,2	5,3	6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0	17,0	18,7	22,5	26,0	30,0
Диаметр описанной окружности e, не менее	10,9	13,1	15,3	18,7	20,9	23,9	26,2	29,6	33,0	35,0	39,6	45,2	55,4	66,4	76,9
d _w , не менее	8,7	10,5	12,5	15,5	17,2	20,1	22,0	24,8	27,7	29,5	33,2	38,0	46,6	55,9	64,7
h _w	не менее	0,15				0,20						0,25			
	не более	0,6				0,8									
Диаметр отверстия в стержне d ₃	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0			5,0		6,3		8,0			
Диаметр отверстия в головке d ₄ H15	2,0	2,5	3,2	4,0						5,0					
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке l _{2js15}	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5	11,5	13,0	15,0

Длина болта, l_1	Длина резьбы b и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d																													
	6		8		10		12		(14)		16		(18)		20		(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b	l_1	b
(28)	24	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	26	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(32)	28	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	31	18	31	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(38)	34	18	34	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	36	18	36	22	36	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	41	18	41	22	41	26	40	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	46	18	46	22	46	26	45	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	54	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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	64	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	71	18	71	22	71	26	70	30	70	34	69	38	69	42	69	46	68	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60	—	—	—	—	—	—	—	—
(95)	—	—	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66	—	—	—	—	—	—
(105)	—	—	—	—	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66	—	—	—	—	—	—
110	—	—	—	—	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66	—	—	—	—	—	—
(115)	—	—	—	—	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42	109	46	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	—	—	—	—
120	—	—	—	—	116	26	115	30	115	34	114	38	114	42	114	46	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	—	—	—	—
(125)	—	—	—	—	121	26	120	30	120	34	119	38	119	42	119	46	118	50	118	54	117	60	116	66	115	78	—	—	—	—
130	—	—	—	—	126	32	125	36	125	40	124	44	124	48	124	52	123	56	123	60	122	66	121	72	120	84	—	—	—	—
140	—	—	—	—	136	32	135	36	135	40	134	44	134	48	134	52	133	56	133	60	132	66	131	72	130	84	128	96	—	—
150	—	—	—	—	146	32	145	36	145	40	144	44	144	48	144	52	143	56	143	60	142	66	141	72	140	84	138	96	138	108
160	—	—	—	—	156	32	155	36	155	40	154	44	154	48	154	52	153	56	153	60	152	66	151	72	150	84	148	96	148	108
170	—	—	—	—	166	32	165	36	165	40	164	44	164	48	164	52	163	56	163	60	162	66	161	72	160	84	158	96	158	108
180	—	—	—	—	176	32	175	36	175	40	174	44	174	48	174	52	173	56	173	60	172	66	171	72	170	84	168	96	168	108
190	—	—	—	—	186	32	185	36	185	40	184	44	184	48	184	52	183	56	183	60	182	66	181	72	180	84	178	96	178	108
200	—	—	—	—	196	32	195	36	195	40	194	44	194	48	194	52	193	56	193	60	192	66	191	72	190	84	188	96	188	108
220	—	—	—	—	—	—	215	49	215	53	214	57	214	61	214	65	213	69	213	73	212	79	211	85	210	97	208	109	208	121
240	—	—	—	—	—	—	235	49	235	53	234	57	234	61	234	65	233	69	233	73	232	79	231	85	230	97	228	109	228	121
260	—	—	—	—	—	—	255	49	255	53	254	57	254	61	254	65	253	69	253	73	252	79	251	85	250	97	248	109	248	121
280	—	—	—	—	—	—	275	53	274	57	274	61	274	65	273	69	273	73	272	79	271	85	270	97	268	109	268	121	—	—
300	—	—	—	—	—	—	295	53	294	57	294	61	294	65	293	69	293	73	292	79	291	85	290	97	288	109	288	121	—	—

Примечание:

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

Пример условного обозначения болта исполнения 1 с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска $6g$, класса прочности 5.8, без покрытия:

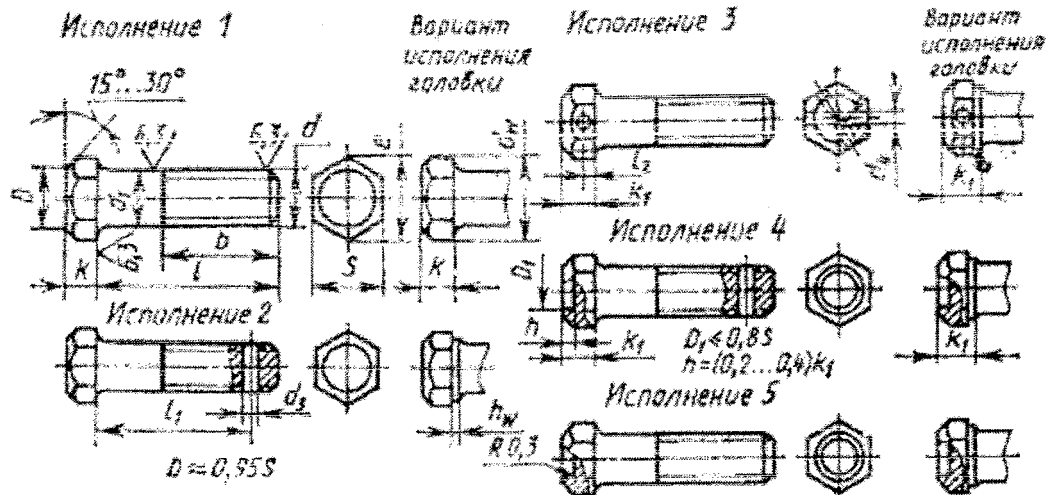
Болт M12-6gх60.58 ГОСТ 7795-70

То же, исполнения 2, с мелким шагом резьбы с полем допуска $6g$, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

Болт 2M12x l,25-6gх60.109.40X.016 ГОСТ 7795-70

Таблица 5

Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности В по
ГОСТ 7796—70*, мм



Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d ₁	S	k	k ₁	e, не менее	h _w		d _w , не менее	d ₃	d ₄	l ₂
	круп- ный	мел- кий						не ме- нее	не бо- лее				
8	1,25	1	8	12	5	5,5	13,1	0,15	0,6	10,5	2,0	2,5	2,8
10	1,5	1,25	10	14	6	7	15,3			12,5	2,5	2,5	3,5
12	1,75	1,25	12	17	7	8	18,7			15,5	3,2	3,2	4,0
(14)	2	1,5	14	19	8	9	20,9			17,2	3,2	3,2	4,5
16	2	1,5	16	22	9	10	23,9	0,20	0,8	20,1	4,0	4,0	5,0
(18)	2,5	1,5	18	24	10	12	26,2			22,0	4,0	4,0	6,0
20	2,5	1,5	20	27	11	13	29,6			24,8	4,0	4,0	6,5
(22)	2,5	1,5	22	30	12	14	33,0			27,7	5,0	4,0	7,0
24	3	2	24	32	13	15	35,0			29,5	5,0	4,0	7,5
(27)	3	2	27	36	15	17	39,6			33,2	5,0	4,0	8,5
30	3,5	2	30	41	17	19	45,2			38,0	6,3	4,0	9,5
36	4	3	36	50	20	23	55,4			46,6	6,3	5,0	11,5
42	4,5	3	42	60	23	26	66,4	0,25	8,0	55,9	8,0	5,0	13,0
48	5	3	48	70	26	30	76,9			64,7	8,0	5,0	15,0

Примечания: 1. Ряд длин болтов: 8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; 45; 50; 55; 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 изготавливать болты с диаметром d₁ гладкой части стержня, приблизительно равным среднему диаметру резьбы.

Примеры условных обозначений:

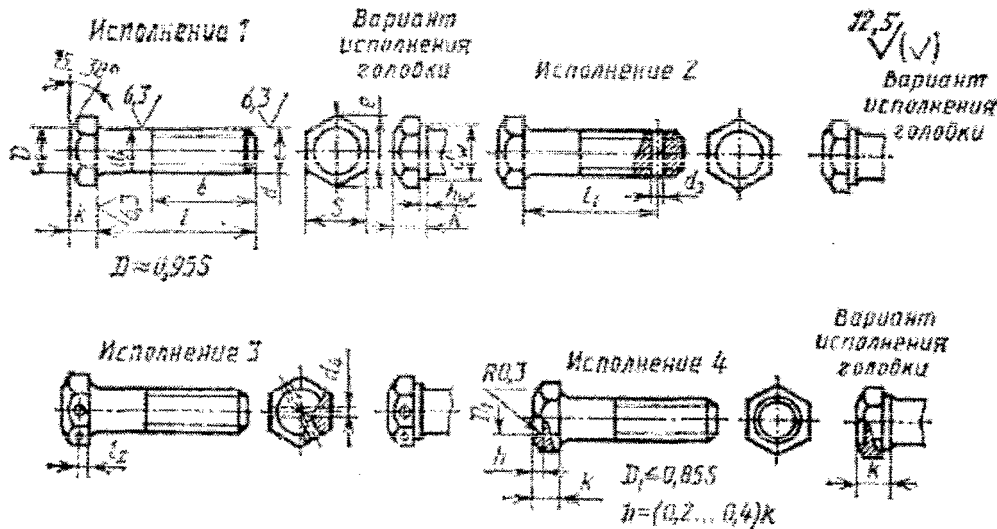
1. Болт, исполнения 1, с диаметром резьбы d = 20 мм, длиной l = 90 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия:

Болт М20-6gх90.58 ГОСТ 7798-70.

2. То же, исполнения 2, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 2М20х1,5х6gх90.109.40X.019 ГОСТ 7796-70.

**Болты с шестигранной головкой класса точности В
по ГОСТ 7798—70*, мм**



Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d ₁	S	k	h _w		d _w , не менее	e, не менее	d ₃	d ₄	l ₂
	крупный	мелкий				не ме- нее	не бо- лее					
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	18,7	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	41	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	0,8	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

Примечания: 1. **Ряд длин 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 d₁ гладкой части стержня, приблизительно равным среднему диаметру резьбы.

Примеры условных обозначений:

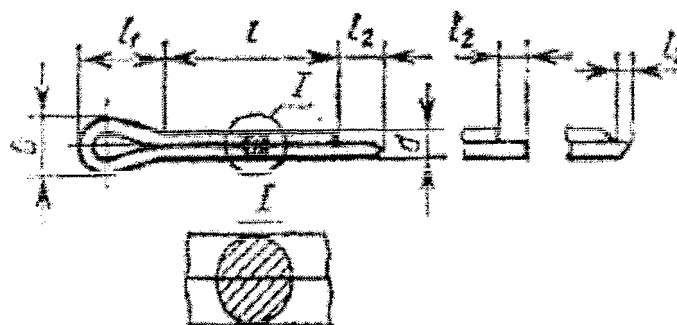
1. Болт, исполнения 1, диаметром резьбы d = 20 мм, длиной l = 90 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия: **Болт М20 - 6g x 90. 58 ГОСТ 7798-70.**

2. То же, исполнения 3, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Болт 3М20 X 1,5 - 6gx 90.109.40X.019 ГОСТ 7798-70.

Шплинты

Шплинтом называется стальная проволока, сложенная вдвое, пропускаемая сквозь радиальное отверстие гайки, болта, вала и т. п. Шплинт предназначен для взаимного фиксирования деталей. Шплинты по ГОСТу 397—79* (СТСЭВ 220—75) (табл. 59) предназначены для фиксирования болта относительно прорезных и корончатых гаек. После установки шплинта его концы разводят.



Изготавливают шплинты из низкоуглеродистых сталей с содержанием углерода не свыше 0,20 % по ГОСТ 1050-74* и ГОСТ 380-71*, из коррозионно-стойкой стали 12х8Н10Т по ГОСТ 5632-2*, из цветных металлов и сплавов. В необходимых случаях шплинты изготавливают с покрытием толщиной от 6 до 12 мкм.

В условном обозначении шплинта указывают: наименование, условный диаметр d_0 шплинта, длину l шплинта, обозначение марки материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия и обозначение стандарта.

Примеры условных обозначений:

1. Шплинт с условным диаметром 8 мм, длиной 32 мм, из низкоуглеродистой стали, без покрытия:

Шплинт 8 x 2 ГОСТ 397-79.

2. То же из латуни Л63 с никелевым покрытием толщиной 9 мкм: Шплинт 8 x 32.3.039 ГОСТ 397-79.

Конструкция и размеры шплинтов по ГОСТ 397—70*, мм

Условный диаметр шплинта d_0		0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	
d	наиб.	0,5	0,7	0,9	1,0	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4	15,4	19,3	
	наим.	0,4	0,6	0,8	0,9	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3	12,1	15,1	19,0	
l_2	наиб.	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	4,0	4,0	4,0	6,3	6,3	6,3	6,3	
	наим.	0,8	0,8	0,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0	3,2	3,2	3,2	3,2	
$l_1 \approx$		2,0	2,4	3,0	3,0	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,6	16,0	20,0	26,0	32,0	40,0	
D	наиб.	1,0	1,4	1,8	2,0	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15,0	19,0	24,8	30,8	38,6	
	наим.	0,9	1,2	1,6	1,7	2,4	3,2	4,0	5,1	6,5	8,0	10,3	13,1	16,6	21,7	27,0	33,8	
Рекомендуемые диаметры соединяемых деталей	Болт	свыше	—	2,5	3,5	4,5	5,5	7,0	9,0	11,0	14,0	20,0	27,0	39,0	56,0	80,0	120,0	170,0
		до	5	35	45	55	70	90	11,0	14,0	20,0	27,0	39,0	56,0	80	120,0	170,0	—
	Штифт, ось	свыше	—	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0	12,0	17,0	23,0	29,0	44	69,0	110,0	160,0
		до	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0	12,0	17,0	23,0	29,0	44,0	69	110,0	160,0	—

Примечания: 1. Условный диаметр шплинта равняется диаметру отверстия под шплинт.

2. Ряд длин шплинтов: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280 мм.

7. Определив фронтальную проекцию 4_2 , проводим на плоскости Π_2 вспомогательную прямую, параллельную прямой l_2-l_2 . В точках пересечения ее с линией проекционной связи определяем фронтальные проекции вершин гиперболы (m_2, n_2).

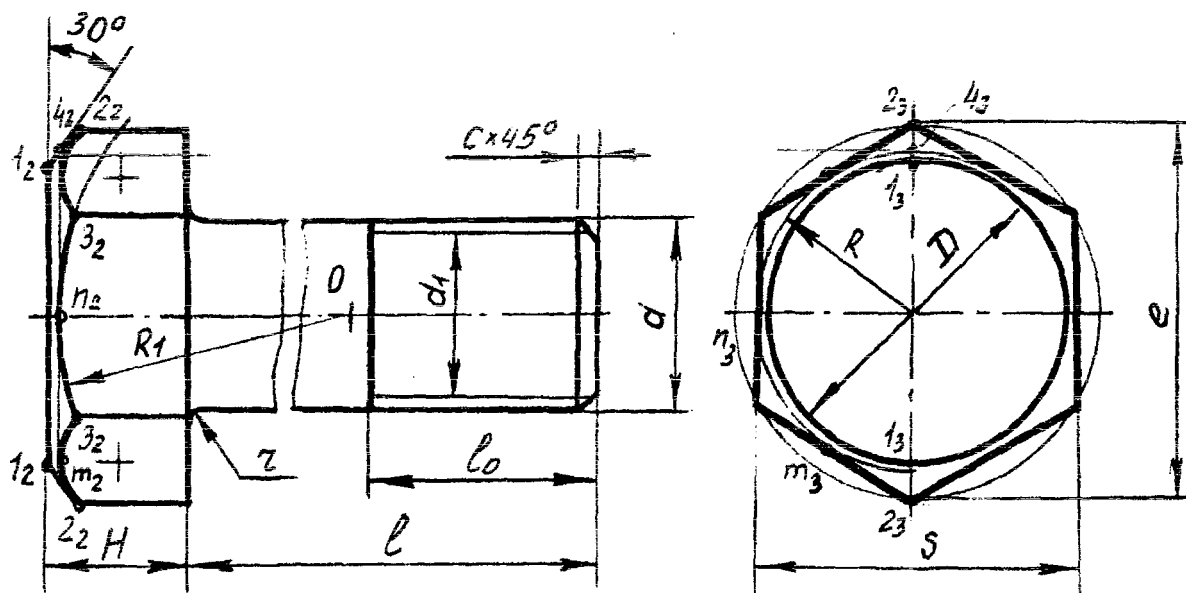


Рис. 12

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 центры для боковых граней.

9. От прямой l_2-l_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 c может быть принята по соответствующему стандарту

d	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36	48
c	1	1,2	1,5	1,8	2	2	2,5	3	4	4,5	6

или может быть принята равной $c = 0,15d$.

Вычерчивание шпильки. Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, оба конца которого имеют резьбу (см. рис. 13). Конструкция и размеры шпилек стандартизованы (см. табл. 8 и 9).

Шпильки общего применения предназначены для соединения деталей как с резьбовыми (см. рис. 13, а, б), так и с гладкими (см. рис. 13, в, г) отверстиями. Шпильки выпускают классов точности А (см. рис. 13, б, г) и В (см. рис. 13, а, в) в двух исполнениях. Шпильки исполнения 2 имеют диаметр стержня, приблизительно равный среднему диаметру резьбы.

Условное обозначение элементов шпильки (рис. 13. табл. 8, 9): d - номинальный диаметр резьбы; l - длина шпильки; b_1 - длина ввинчиваемого резьбового конца; d_1 - диаметр стержня; b - длина резьбы гаечного конца.

Длина b_1 винчиваемого резьбового конца шпильки зависит от материала той детали, в которую винчивают шпильку. Для твердых материалов b_1 выбирают равной $1d$ и $1,25d$, для мягких - $1,6d$, $2d$ и $2,5d$.

Шпильки по ГОСТу 22032-76* ... ГОСТу 22041-76* изготавливают с номинальным диаметром резьбы от 2 до 48 мм с крупным шагом резьбы на гаечном и винчиваемом концах; с мелким шагом резьбы на гаечном и винчиваемом концах; с мелким шагом резьбы на винчиваемом конце и крупным - на гаечном конце и с крупным шагом резьбы на винчиваемом конце и мелким - на гаечном конце.

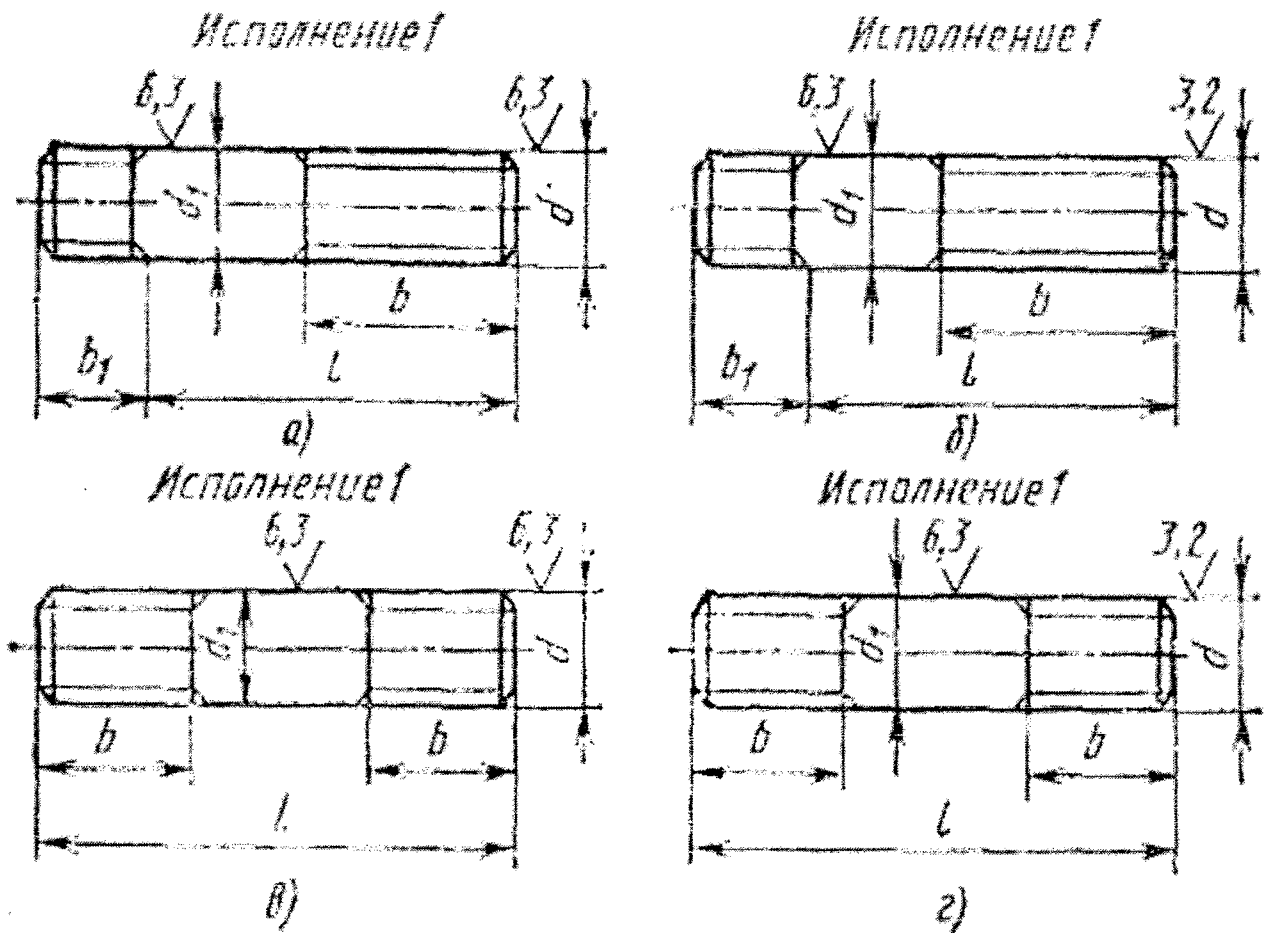


Рис. 13

В условном обозначении шпилек указывают:

- 1) слово «Шпилька»;
- 2) цифру 2 для шпилек исполнения 2;
- 3) диаметр резьбы;
- 4) шаг резьбы (только для резьбы с мелким шагом);
- 5) поле допуска резьбы;
- 6) длину l шпильки;
- 7) класс прочности;
- 8) марку стали или сплава (указывают только для шпилек класса прочности выше 8.8 и для изделий из коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных и теплоустойчивых сталей);
- 9) вид покрытия;
- 10) толщину покрытия;
- 11) номер стандарта на шпильки.

Примеры условных обозначений шпилек:

1. Шпилька с винчиваемым концом длиной $1d$, класса точности В (ГОСТ 22032-76), исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом $P = 2,5$ мм с полем допуска 6g, длиной $l = 150$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:
Шпилька M20-6g x 150.58 ГОСТ 22032-76.
2. То же, исполнения 2, с мелким шагом $P = 1,5$ мм с полем допуска 6g, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 02 толщиной 8 мкм:
Шпилька 2M20 x 1,5 - 6g x 150.109.40X.029 ГОСТ 22032-76,

Стандарты на конструкцию и размеры шпилек

Виды шпилек	ГОСТ
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 1d: класса точности B класса точности A	22032-76* 22033-76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 1,25d: класса точности B класса точности A	22034-76* 22035-76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 1,6d: класса точности B класса точности A	22036-76* 22037-76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 2d: класса точности B класса точности A	22038-76* 22039-76*
Шпильки с ввинчиваемым концом длиной 2,5d: класса точности B класса точности A	22040-76* 22041-76*
Шпильки для деталей с гладкими отверстиями: класса точности B класса точности A	22042-76* 22043-76*

3. То же, с мелким шагом $P = 1,5$ мм с полем допуска 3п (3) на ввинчиваемом конце, с крупным шагом $P = 2,5$ мм с полем допуска 6g на гаечном конце, класса прочности 6.6, с покрытием 05:

$$\text{Шпилька } M20 \times \frac{1,5 - 3n(3)}{6g} \times 150.66.05 \text{ ГОСТ } 22032-76.$$

4. Шпилька с ввинчиваемым концом длиной 1,25d, класса точности B (ГОСТ 22034-76), исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с мелким шагом $P = 1,5$ мм с полем допуска 3p (2) на ввинчиваемом конце, с крупным шагом $P = 2,5$ мм с полем допуска 6g на гаечном конце, длиной 120 мм, класса прочности 6.6, с покрытием 05:

$$\text{Шпилька } M20 \times \frac{1,5 - 3p(2)}{6g} \times 120.66.05 \text{ ГОСТ } 22034-76$$

5. Шпилька с ввинчиваемым концом длиной 1,6d, класса точности A (ГОСТ 22037—76), исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 2r на ввинчиваемом конце, с крупным шагом $P = 2,5$ мм с полем допуска 6g на гаечном конце, длиной 150 мм, класса прочности 6.6, с покрытием 05:

$$\text{Шпилька } M20 \times \frac{1,5 - 2r}{6g} \times 150.66.05 \text{ ГОСТ } 22037-76$$

6. Шпилька с ввинчиваемым концом длиной 2,5d, класса точности B (ГОСТ 22040-76), исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с мелким шагом $P = 1,5$ мм на ввинчиваемом конце, с крупным шагом $P = 2,5$ мм на гаечном конце, с полем допуска резьбы 6g, длиной 160 мм, класса прочности 6.6, с покрытием 05:

$$\text{Шпилька } M20 \times \frac{1,5}{2,5} - 6g \times 160.66.03 \text{ ГОСТ } 22040-76.$$

Основные размеры (см. рис. 13) шпилек по
ГОСТу 22032-76* ... ГОСТу 22041-76*, мм

d	P		d ₁	Длина ввинчиваемого конца b _т , равная				
	крупный	мелкий		1d	1,25 d	1,6d	2d	2,5 d
2	0,4	—	2	3	3	3,2	4	5
2,5	0,45	—	2,5	3	4	4	5	6
3	0,5	—	3	3	4	5	6	7,5
4	0,7	—	4	4	5	6,5	8	10
5	0,8	—	5	5	6,5	8	10	12
6	1	—	6	6	7,5	10	12	16
8	1,25	1	8	8	10	14	16	20
10	1,5	1,25	10	10	12	16	20	25
12	1,75	1,25	12	12	15	20	24	30
(14)	2	1,5	14	14	18	22	28	35
16	2	1,5	16	16	20	25	32	40
(18)	2,5	1,5	18	18	22	28	36	45
20	2,5	1,5	20	20	25	32	40	50
(22)	2,5	1,5	22	22	28	35	44	55
24	3	2	24	24	30	38	48	60
(27)	3	3	27	27	35	42	54	68
30	3,5	3	30	30	48	48	60	75
36	4	3	36	36	45	56	72	88
42	4,5	3	42	42	52	68	84	105
48	5	3	48	48	60	76	95	120

Примечания: 1. Длину шпилек выбирают из следующего ряда: 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300 мм.
2. Размеры, заключенные в скобках, применять не рекомендуется.
3. Резьба — по ГОСТу 24705-81. Размеры сбегов резьбы - по ГОСТу 27148-86.
4. Технические требования — по ГОСТу 1759.0-87.

8. Расчет болтового, шпилечного и винтового соединений

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.

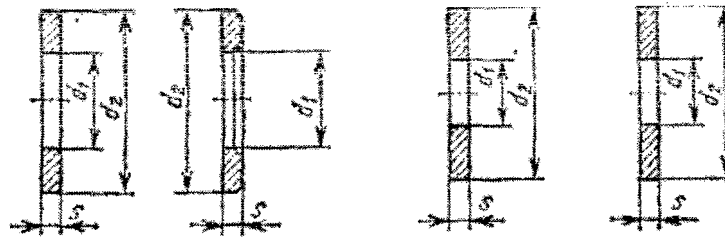
Полученная длина болта округляется до стандартной из следующего ряда: 30, 32, 36, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70.

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

а) проводятся вертикальные и горизонтальные оси;

Круглые шайбы классов точности А и С по ГОСТу 11371-78*;
 ГОСТ 6958-78* (увеличенные): ГОСТ 10450-78* (уменьшенные), мм

ГОСТ 11371-78*
 Исполнение 1 Исполнение 2
 (класс точности С) (класс точности А) ГОСТ 6958-78* ГОСТ 10450-78*

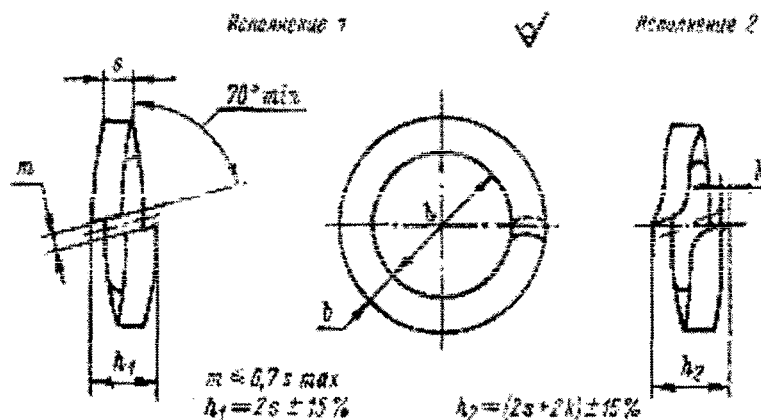


Диаметр резьбы крепёжной детали	ГОСТ 6958-78*				ГОСТ 10450-78*				ГОСТ 11371-78*			
	d_1		d_2	S	d_1		d_2	S	d_1 для испол- нения		d_2	S
	Класс точно- сти				Класс точно- сти				1	2		
	A	C	A	C	1	2						
1,0	1,1	1,2	4,0	0,3	1,1	1,2	2,5	0,3	1,2	1,1	3,5	0,3
1,2	1,3	1,4	4,0	0,3	1,3	1,4	3,0	0,3	1,4	1,3	4,0	0,3
1,4	—	—	—	—	1,5	1,6	3,0	0,3	1,6	1,5	4,0	0,3
1,6	1,7	1,8	5,0	0,3	1,7	1,8	3,5	0,3	1,8	1,7	4,0	0,3
2,0	2,2	2,4	6,0	0,5	2,2	2,4	4,5	0,3	2,4	2,2	5,0	0,3
2,5	2,7	2,9	8,0	0,5	2,7	2,9	5,0	0,5	2,9	2,7	6,5	0,5
3,0	3,2	3,4	9,0	0,8	3,2	3,4	6,0	0,5	3,4	3,2	7,0	0,5
3,5	3,7	3,9	11,0	0,8	3,7	3,9	7,0	0,5	—	—	—	—
4,0	4,3	4,5	12,0	1,0	4,3	4,5	8,0	0,5	4,5	4,3	9,0	0,8
5,0	5,3	5,5	15,0	1,2	5,3	5,5	9,0	1,0	5,5	5,3	10,0	1,0
6,0	6,4	6,6	18,0	1,6	6,4	6,6	11,0	1,6	6,6	6,4	12,0	1,6
8,0	8,4	9,0	24,0	2,0	8,4	9,0	15,0	1,6	9,0	8,4	16,0	1,6
10,0	10×5	11,0	30,0	2,5	10,5	11,0	18,0	1,6	11,0	10,5	20,0	2,0
12,0	13,0	13,5	37,0	3,0	13,0	13,5	20,0	2,0	13,5	13,0	24,0	2,5
14,0	15,0	15,5	44,0	3,6	15,0	15,5	24,0	2,5	15,5	15,0	28,0	2,5
16,0	17,0	17,5	50,0	3,0	17,0	17,5	28,0	2,5	17,5	17,0	30,0	3,0
18,0	19,0	20,0	56,0	4,0	19,0	20,0	30,0	3,0	20,0	19,0	34,0	3,0
20,0	21,0	22,0	60,0	4,0	21,0	22,0	34,0	3,0	22,0	21,0	37,0	3,0
22,0	23,0	24,0	66,0	5,0	23,0	24,0	37,0	3,0	24,0	23,0	39,0	3,0
24,0	25,0	26,0	72,0	5,0	25,0	26,0	39,0	4,0	26,0	25,0	44,0	4,0
27,0	28,0	30,0	85,0	6,0	28,0	30,0	44,0	4,0	30,0	28,0	50,0	4,0
30,0	31,0	33,0	92,0	6,0	31,0	33,0	50,0	4,0	33,0	31,0	56,0	4,0
36,0	37,0	39,0	110,0	8,0	37,0	39,0	60,0	5,0	39,0	37,0	66,0	5,0
42,0	—	45,0	125,0	10,0	—	45,0	72,0	4,0	45,0	43,0	78,0	7,0
48,0	—	52,0	145,0	10,0	—	52,0	84,0	6,0	52,0	50,0	92,0	8,0

Примечания:

1. Фаски — по ГОСТу 18123-82* (СТ СЭВ 219—87).
2. Технические требования, марки материалов и их условные обозначения — по ГОСТу 18123-82*. Виды покрытий, их условные обозначения и толщины — по ГОСТу 1759.0-87.

Пружинные шайбы по ГОСТу 6402-70*, мм



Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	d	Легкие шайбы (Л)		Нормальные шайбы (Н) b=s	Тяжелые шайбы (Т) b=s	Особо тяжелые шайбы (ОТ) b=s	k, не более		
		s	b						
2	2,1	0,5	0,8	0,5	0,6	—	—		
2,5	2,6	0,6	0,8	0,6	0,8				
3	3,1	0,8	1,0	0,8	1,0				
3,5	3,6	0,8	1,0	1,0	—				
4	4,1	0,8	1,2	1,0	1,4			—	0,15
5	5,1	1,0	1,2	1,2	1,6				
6	6,1	1,4	1,6	1,4	2,0				
7	7,2	1,6	2,0	2,0	—			—	0,2
8	8,2	1,6	2,0	2,0	2,5				
10	10,2	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	—	0,3	
12	12,2	2,5	3,5	3,0	3,5	4,0			
14	14,2	3,0	4,0	3,2	4,0	4,5			
16	16,3	3,2	4,5	3,5	4,5	5,0			
18	18,3	3,5	5,0	4,0	5,0	5,5			
20	20,5	4,0	5,5	4,5	5,5	6,0			
22	22,5	4,5	6,0	5,0	6,0	7,0	—	0,4	
24	24,5	4,8	6,5	5,5	7,0	8,0			
27	27,5	5,5	7,0	6,0	8,0	9,0			
30	30,5	6,0	8,0	6,5	9,0	10,0			
33	33,5	6,0	10,0	7,0	—	—	—	0,8	
36	36,5	6,0	10,0	8,0	10	12,0			
39	39,5	6,0	10,0	8,5	—	—			
42	42,5	7,0	12,0	9,0	12	—			
45	45,5	7,0	12,0	9,5	—	—			
48	48,5	7,0	12,0	10,0	—	—			

Примеры условного обозначения:

1) пружинная шайба нормальная, исполнения 1, для болта, винта, шпильки диаметром 8 мм, из стали марки 3Х13, без покрытия:

Шайба 8.3Х13 ГОСТ 6402 - 70*;

2) то же, легкая, из стали марки 65Г, с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм, хромированным:

Шайба 8Л.65Г.029 ГОСТ 6402 - 70*.

- б) на виде сверху строится шестиугольник с окружностью фасок;
 в) на плоскость Π_2 вдоль вертикальной оси откладываем размеры высоты головки болта, толщин соединяемых деталей, толщину шайбы, высоту гайки и рабочую длину болта;

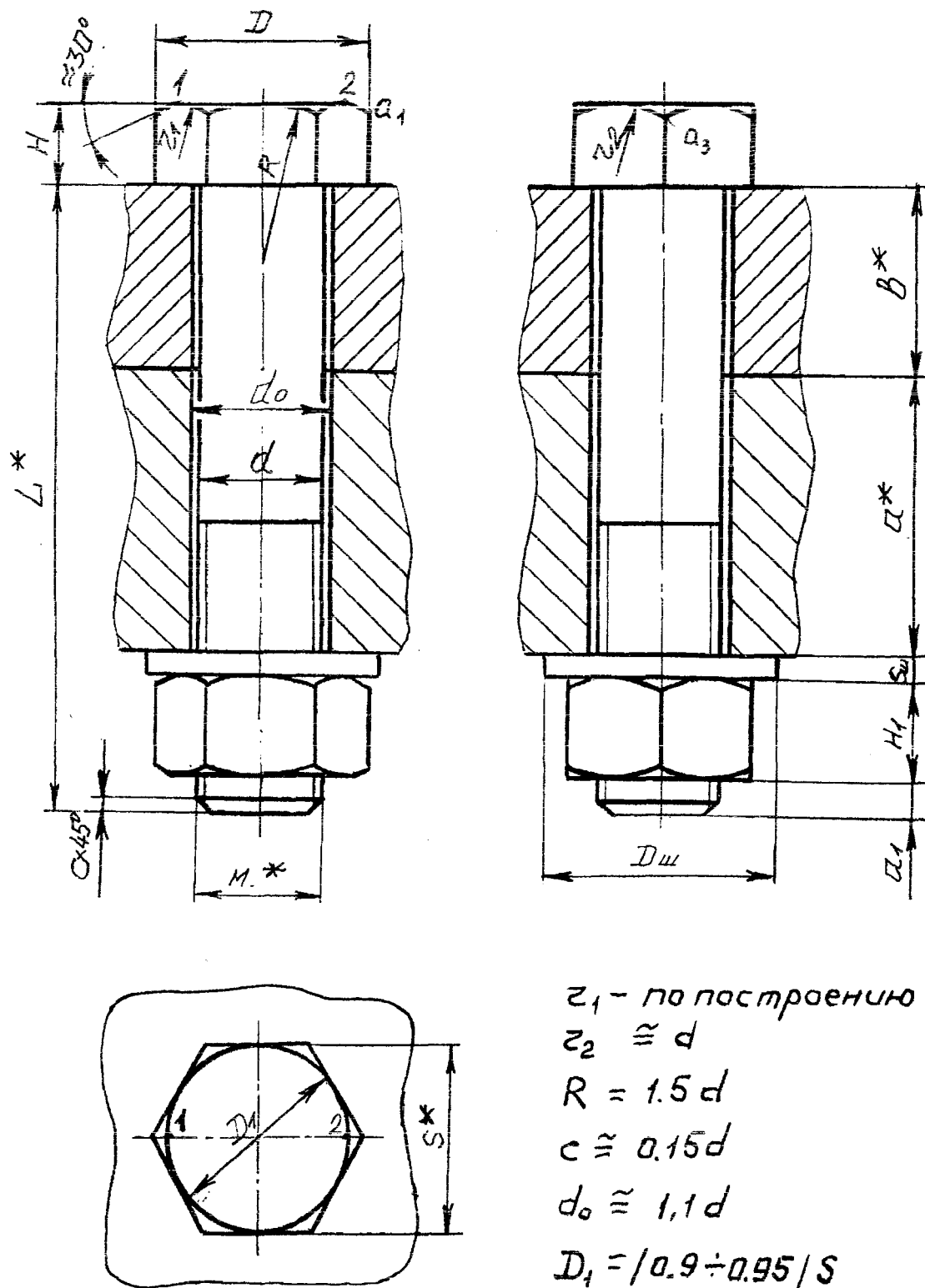
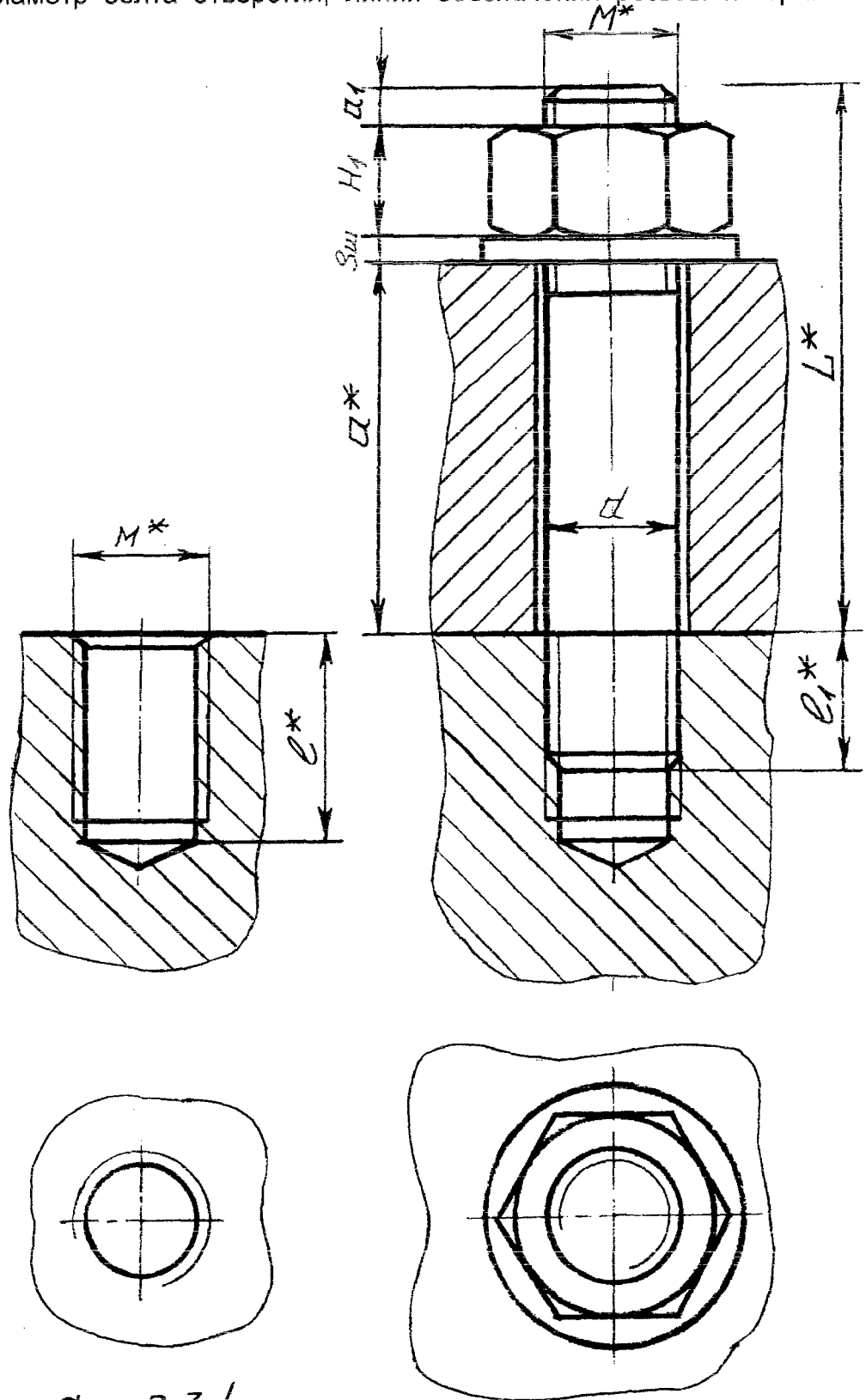


Рис. 14

- а) на главном виде и виде слева отмечаем ширину гайки и головки болта, диаметр шайбы, наносим под углом 30° прямые линии фасок;
 б) 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;



$$d_1 = 0.3d$$

$$e = e_1 + 0.5d$$

Рис. 15

ж) наносят основные размеры соединения, отмеченные звездочкой (*), и условные обозначения деталей, входящих в соединение (из соответствующих стандартов на крепежные изделия).

Шпильчное соединение. Размеры шпильки, в зависимости от ввинчиваемого конца, выбираются из ГОСТа 22032-76...22042-76. По стандарту определяется и длина ввинчиваемого конца шпильки.

Определяется рабочая длина шпильки по формуле $L = a + S_{ш} + H_1 + a_1$, где: a - заданная толщина (см. рис. 15) присоединяемой детали (для всех вариантов задается преподавателем).

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 ввинчиваемого конца шпильки принимают равной $l = l_1 + 0,5d$, где l_1 - длина ввинчиваемого конца шпильки.

Винтовое соединение. Согласно заданию по соответствующему стандарту (см. табл. 12, 13, 14, 15) выбирается конструкция винта и соответствующие размеры. Определяем длину винта по формуле (см. рис. 16):

$$L = a + (l_0 - 0,5d),$$

где: a - толщина присоединяемой детали (для всех вариантов a задается преподавателем); 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 $3d$.

Длина для крепежных винтов ГОСТ 1491-80*, ГОСТ 17473-80*, ГОСТ 17474-80*, ГОСТ 17475-80*, выбирается из ряда мм: 2; (2,5); 3; 3,5; 4; 5; 6; (7); 8; 9; 10; 11; 12; (13); 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; (42); 45; (48); 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; 110; 120.

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 (см. табл. 16).

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

Чертеж трубного соединения выполняется по размерам его деталей.

Внутренняя резьба фитингов соответствует трубной цилиндрической. При выборе трубного соединения необходимо обратить особое внимание на изображение резьбы на разрезах соединений.

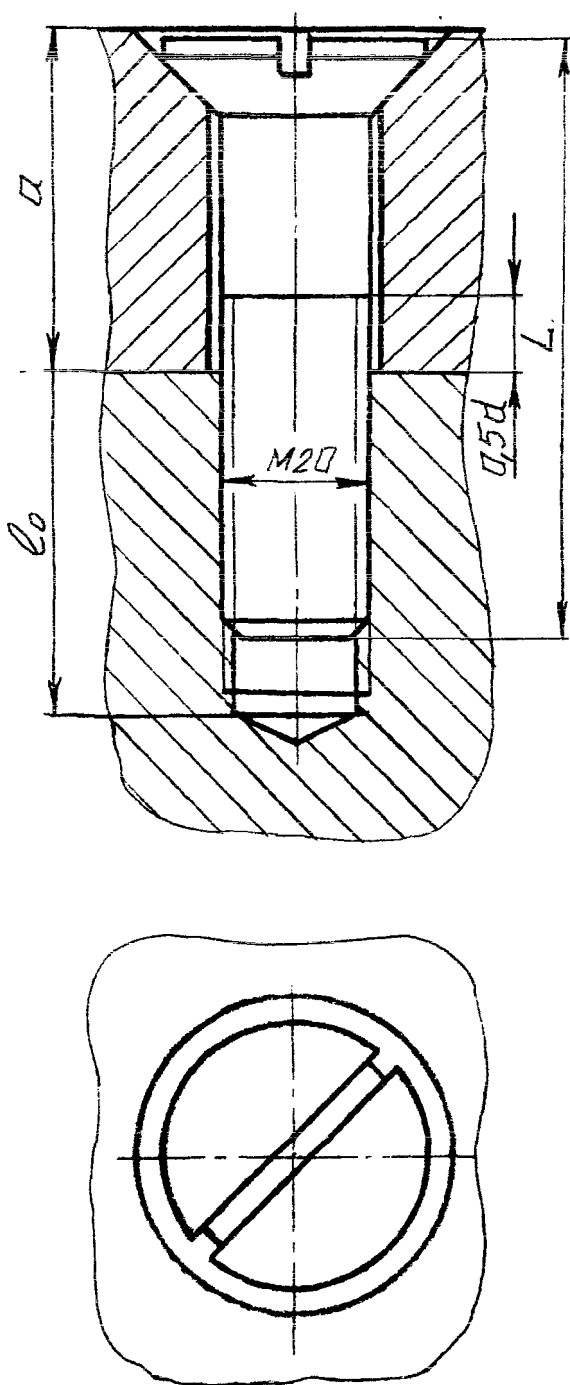
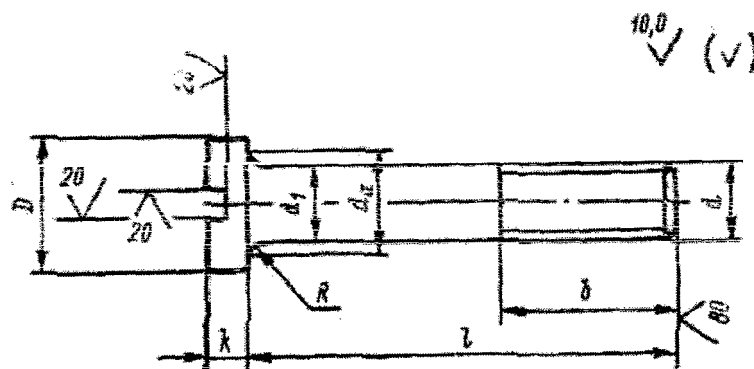


Рис. 16

Крепежные винты с цилиндрической головкой
классов точности А и В по ГОСТ 1491—80* , мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Длина резьбы b		D	k	R, не менее	d, не более	l
	крупный	мелкий	удлиненная	нормальная					
1	0,25	—	—	8	2,0	0,7	0,1	1,4	2—10
1,2	0,25	—	—	9	2,3	0,8	0,1	1,6	2—12
1,4	0,3	—	—	9	2,6	0,9	0,1	1,8	2—12
1,6	0,35	—	—	9	3,0	1,0	0,1	2,0	2—16
2	0,4	—	16	10	3,8	1,3	0,1	2,6	2,5—20
2,5	0,45	—	18	11	4,5	1,6	0,1	3,1	3—25
3	0,5	—	19	12	5,5	2,0	0,1	3,6	3—30
3,5	0,6	—	20	13	6,0	2,4	0,1	4,1	4—35
4	0,7	—	22	14	7,0	2,6	0,2	4,7	4—40
5	0,8	—	25	16	8,5	3,3	0,2	5,7	6—50
6	1	—	28	18	10	3,9	0,25	6,8	7—60
8	1,25	1,0	34	22	13	5	0,4	9,2	12—80
10	1,5	1,25	40	26	16	6	0,4	11,2	18—100
12	1,75	1,25	46	30	18	7	0,6	14,2	18—100
14	2	1,5	52	34	21	8	0,6	16,2	22—100
16	2	1,5	58	38	24	9	0,6	18,2	28—100
18	2,5	1,5	64	42	27	10	0,6	20,2	35—110
20	2,5	1,5	70	46	30	11	0,8	22,4	40—120

Примечание. Длина l в указанных пределах выбирается из стандартного ряда.

Примеры условного обозначения:

1) винт класса точности А с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

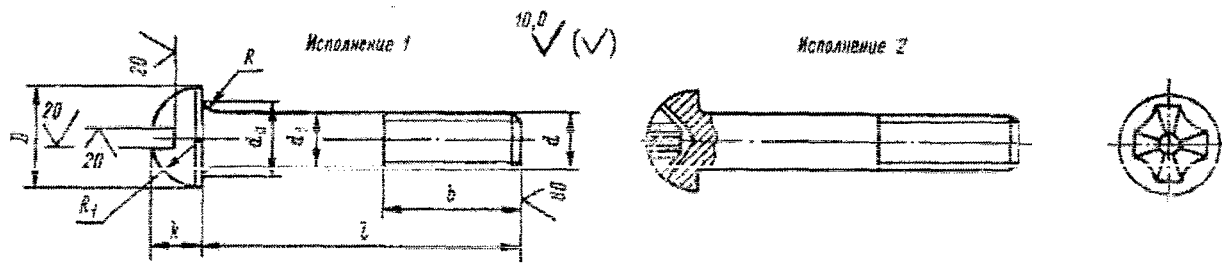
Винт А.М8 – 6gх50.48 ГОСТ 1491 - 80*;

2) винт класса точности В с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 8g, с цинковым покрытием толщиной 6 мкм, нанесенным способом катодного восстановления, хромированным:

Винт В.М8 х 1- 6g х 50.48.016 ГОСТ 1491-80*.

Таблица 13

Крепежные винты с полукруглой головкой по ГОСТ 17473—80* мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		b	D	k	R ₁	Номер крестообразного шлица	R, не менее	d _а , не более	l
	крупный	мелкий								
1	0,25	—	8	2,0	0,7	1,1	—	0,1	1,4	2—5
1,2	0,25	—	9	2,3	0,8	1,3	—	0,1	1,6	2—7
1,4	0,3	—	9	2,6	0,95	1,4	—	0,1	1,8	2—11
1,6	0,3	—	9	3,0	1,1	1,6	—	0,1	2,0	2—14
2	0,4	—	10	3,8	1,4	2,0	0	0,1	2,6	2,5—18
2,5	0,45	—	11	4,5	1,7	2,4	1	0,1	3,1	3—25
3	0,5	—	12	5,5	2,1	2,9	1	0,1	3,6	3—30
3,5	0,6	—	13	6,0	2,4	3,1	2	0,1	4,1	4—35
4	0,7	—	14	7,0	2,8	3,6	2	0,2	4,7	4—42
5	0,8	—	16	8,5	3,5	4,4	2	0,2	5,7	6—50
6	1	—	18	10	4,2	5,1	3	0,25	6,8	7—55
8	1,25	1,0	22	13	5,6	6,6	3	0,4	9,2	12—70
10	1,5	1,25	26	16	7,0	8,1	4	0,4	11,2	18—70
12	1,75	1,25	30	18	8,0	9,1	4	0,6	14,2	22—80
14	2	1,5	34	21	9,5	10,6	—	0,6	16,2	25—90
16	2	1,5	38	24	11	12,1	—	0,6	18,2	30—95
18	2,5	1,5	42	27	12	13,6	—	0,6	20,2	35—110
20	2,5	1,5	46	30	14	15,1	—	0,8	22,4	40—120

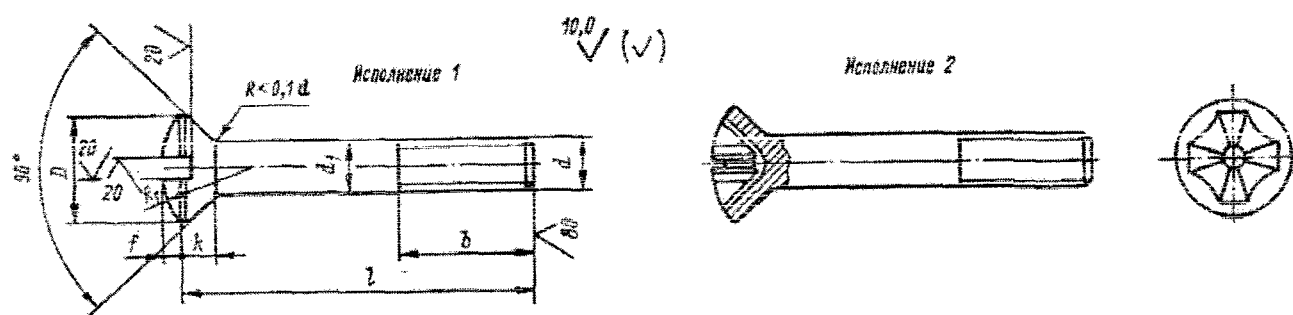
Примечание. Длина l в указанных пределах выбирается из стандартного ряда.

Пример условного обозначения:

Винт класса точности А, исполнения 1, с диаметром резьбы d=8мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной l=50 мм, класса прочности 4.8, без покрытия:

Винт А.М8—6gх50.48 ГОСТ 17473-80.*

Крепежные винты с полупотайной головкой по ГОСТ 17474 - 80* , мм



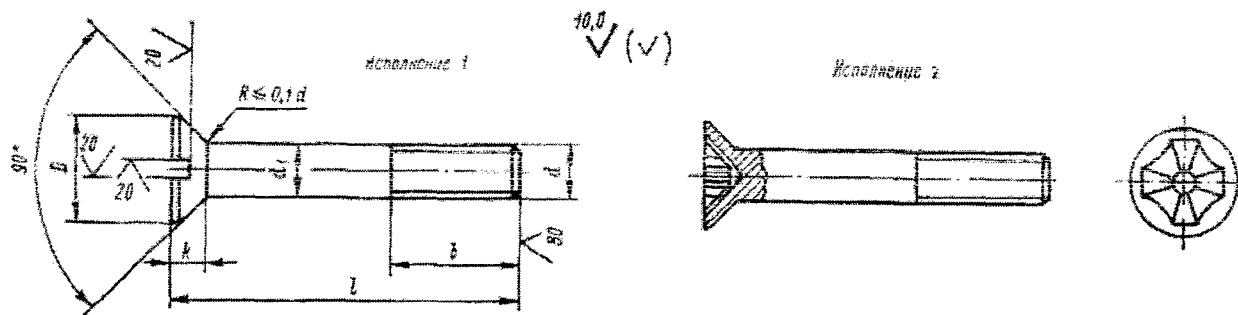
Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Длина резьбы		D	k	f	R_1	Номер крестообразного шлица	l
	крупный	мелкий	удлиненная	нормальная						
1	0,25	—	—	8	1,9	0,60	0,25	2,1	—	2—10
1,2	0,25	—	—	9	2,3	0,72	0,3	2,6	—	2—12
1,4	0,3	—	—	9	2,6	0,84	0,35	2,9	—	3—12
1,6	0,35	—	—	9	3,0	0,96	0,4	3,4	—	3—16
2	0,4	—	16	10	3,8	1,20	0,5	4,2	0	3—20
2,5	0,45	—	18	11	4,7	1,50	0,6	5,4	1	3,5—25
3	0,5	—	19	12	5,6	1,65	0,75	6,0	1	3,5—30
3,5	0,6	—	20	13	6,5	1,93	0,9	6,8	2	5—35
4	0,7	—	22	14	7,4	2,2	1,0	8,0	2	5—40
5	0,8	—	25	16	9,2	2,5	1,25	9,4	2	6—100
6	1	—	28	18	11	3	1,5	12	3	8—100
8	1,25	1,0	34	22	14,5	4	2	15	3	10—100
10	1,5	1,25	40	26	18	5	2,5	19	4	12—100
12	1,75	1,25	46	30	21,5	6	3	22,5	4	16—100
14	2	1,5	52	34	25	7	3,5	26	—	25—100
16	2	1,5	58	38	28,5	8	4	30	—	30—100
18	2,5	1,5	64	42	32,5	9	4,5	34	—	35—110
20	2,5	1,5	70	46	36	10	5	38	—	40—120

Примечание. Длина l в указанных пределах выбирается из стандартного ряда.
Пример условного обозначения:

Винт класса точности А, исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной 50 мм, класса прочности 4.8 без покрытия:

Винт А.М8 – 6gх50.48 ГОСТ 17474 – 80*.

Крепежные винты с потайной головкой по ГОСТ 17475-80*, мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Длина резьбы b		D	k	Номер крестообразной шлица	i
	крупный	мелкий	удлиненная	нормальная				
1	0,25	—	—	8	1,9	0,60	—	2—10
1,2	0,25	—	—	9	2,3	0,72	—	2—12
1,4	0,3	—	—	9	2,6	0,84	—	3—12
1,6	0,35	—	—	9	3,0	0,96	—	3—16
2	0,4	—	16	10	3,8	1,20	0	3—20
2,5	0,45	—	18	11	4,7	1,50	1	3,5—25
3	0,5	—	19	12	5,6	1,65	1	3,5—30
3,5	0,6	—	20	13	6,5	1,93	2	5—35
4	0,7	—	22	14	7,4	2,2	2	5—40
5	0,8	—	25	16	9,2	2,5	2	6—50
6	1	—	28	18	11	3	3	7—60
8	1,25	1	34	22	14,5	4	3	8—80
10	1,5	1,25	40	26	18	5	4	11—100
12	1,75	1,25	46	30	21,5	6	4	16—100
14	2	1,5	52	34	25	7	—	30—100
16	2	1,5	58	38	28,5	8	—	32—100
18	2,5	1,5	64	42	32,5	9	—	35—110
20	2,5	1,5	70	46	36	10	—	40—120

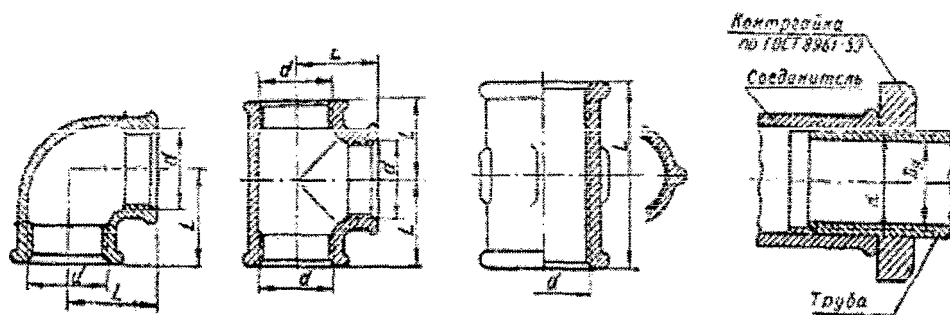
Примечание. Длина l в указанных пределах выбирается из стандартного ряда.

Пример условного обозначения:

Винт класса точности В, исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 4.8, с покрытием толщиной 6 мкм, нанесенным способом катодного восстановления, маркированным:

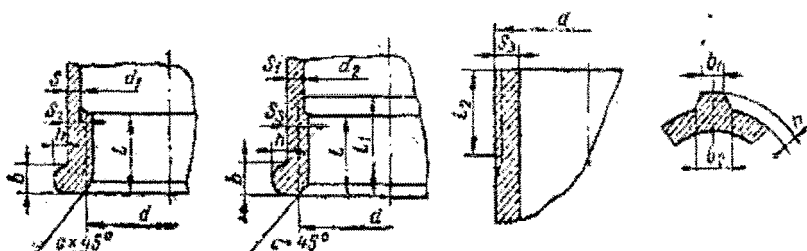
Винт В2.М8—8g x 50.48.016 ГОСТ 174750 – 80*.

Угольники прямые по ГОСТу 8946-59, тройники по ГОСТу 8948-59, муфты прямые длинные по ГОСТу 8955-59



Условный проход D_u , мм	8	10	15	20	25	32	40	50	(70)	(90)	(100)
Резьба трубная d	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Угольники и тройники L , мм	21	25	28	33	38	45	50	58	69	78	96
Муфты L , мм	27	30	36	39	45	50	55	65	74	80	94
Число ребер	2	2	2	2	4	4	4	6	6	6	6
Условное давление P_u , кг/см ²	16	16	16	16	16	16	16	10	10	10	10

Общие конструктивные размеры в мм и дюймах по ГОСТу 8945-59



Условный проход D_u	Резьба		l	l_1	l_2 , не более	d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	h	b_1	b_2
	Обозначение, дюймы	d	не менее												
8	Труб. 1/4"	13,158	9,0	9,0	7,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	3,5
10	" 3/8"	18,863	10,0	11,0	8,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	3,5
15	" 1/2"	26,956	12,0	14,0	9,0	21,5	20,0	3,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	2,0	4,0
20	" 3/4"	26,442	13,5	16,0	10,5	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,5	2,0	4,0
25	" 1"	33,250	15,0	19,0	11,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	2,5	4,5
32	" 1 1/4"	41,912	17,0	21,0	13,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,6	4,0	3,0	2,5	5,0
40	" 1 1/2"	47,805	19,0	21,0	15,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	3,0	5,0
50	" 2"	59,816	21,0	24,0	17,0	60,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	3,0	5,0
70	" 2 1/2"	76,187	23,5	27,0	19,5	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	3,5	6,5
80	" 3"	87,887	25,0	30,0	22,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	5,0	6,0	4,0	4,0	7,0
100	" 4"	113,034	33,5	33,5	30,0	116,0	112,0	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	4,5	5,0	8,5

- Примечания: 1. Размеры h , b , b_1 , b_2 — рекомендуемые.
 2. Выбор варианта 1 и 2 производится заводом-изготовителем с преимуществом уменьшения веса соединительной части D_u .
 3. e при шаге резьбы равно: 1—1; 1,5—2; 2—2,5; 3—4; 4—5; 5—7; 6—8,5.
 4. Марка ковкого чугуна устанавливается заводом-изготовителем в соответствии с ГОСТом 1215—59.
 5. Условным диаметром арматуры и трубопроводов называется внутренний — номинальный диаметр трубопровода D_u .

9. Шпоночные соединения

Шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента от одной детали (вала) к другой, расположенной на ней (валу) - зубчатому колесу, шкиву, рычагам и др.

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

Шпонки и пазы стандартизированы и выбираются в зависимости от диаметра вала.

9.1. Соединения с призматическими шпонками

По назначению и конструкционным характеристикам призматические шпонки разделяются на три типа:

А) обыкновенные и высокие без крепежных отверстий, предназначенные для неподвижных соединений вала со ступицей;

Б) направляющие с креплением на валу для направления детали, перемещающейся вдоль оси вала (три исполнения).

В) скользящие сборные, соединяющиеся со ступицей или деталью станка с помощью пальца и перемещающиеся вдоль вала.

Шпонки призматические (см. рис. 17) без крепежных отверстий бывают трех исполнениях:

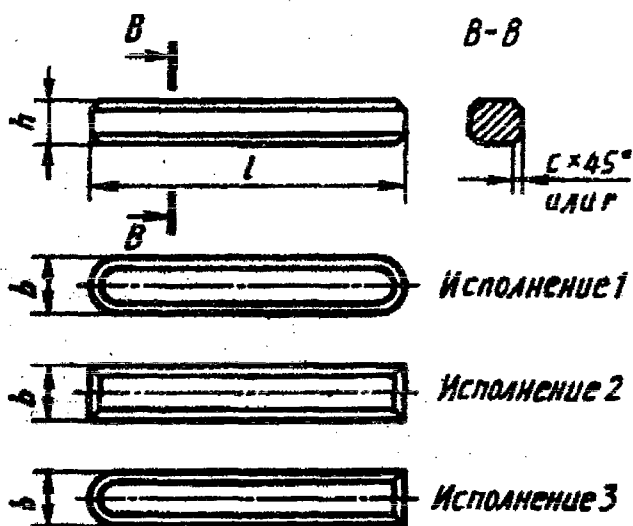


Рис. 17

Исполнение 1 - с закругленными торцами

Исполнение 2 - с плоскими торцами

Исполнение 3 - с одним закругленным и одним плоским торцами.

Шпоночные пазы на валу изготавливают с помощью пальцевой или дисковой фрезы, а канавку в ступице получают способом долбления или протягиванием одношлицевой протяжкой.

Пазы на валу (см. рис. 18) выполняют длиной на 1 мм больше (приблизительно) длины шпонки. Полную длину шпонки принимают на 5...10 мм меньше длины ступицы детали и округляют до стандартного размера.

Нормальная работа неподвижных шпоночных соединений обеспечивается при установке на вал ступицы детали по посадке с натягом. Посадка с зазором не допускается. Условие прочности шпоночного соединения призматической шпонки про-

веряют по напряжениям смятия с учетом вращающегося момента на валу, диаметра вала, высоты шпонки, глубины паза вала, расчетной длины шпонки (l_p) и др.

Призматические шпонки изготавливают из прутков углеродистой или легированной стали с пределом прочности σ_B не ниже 500 МПа.

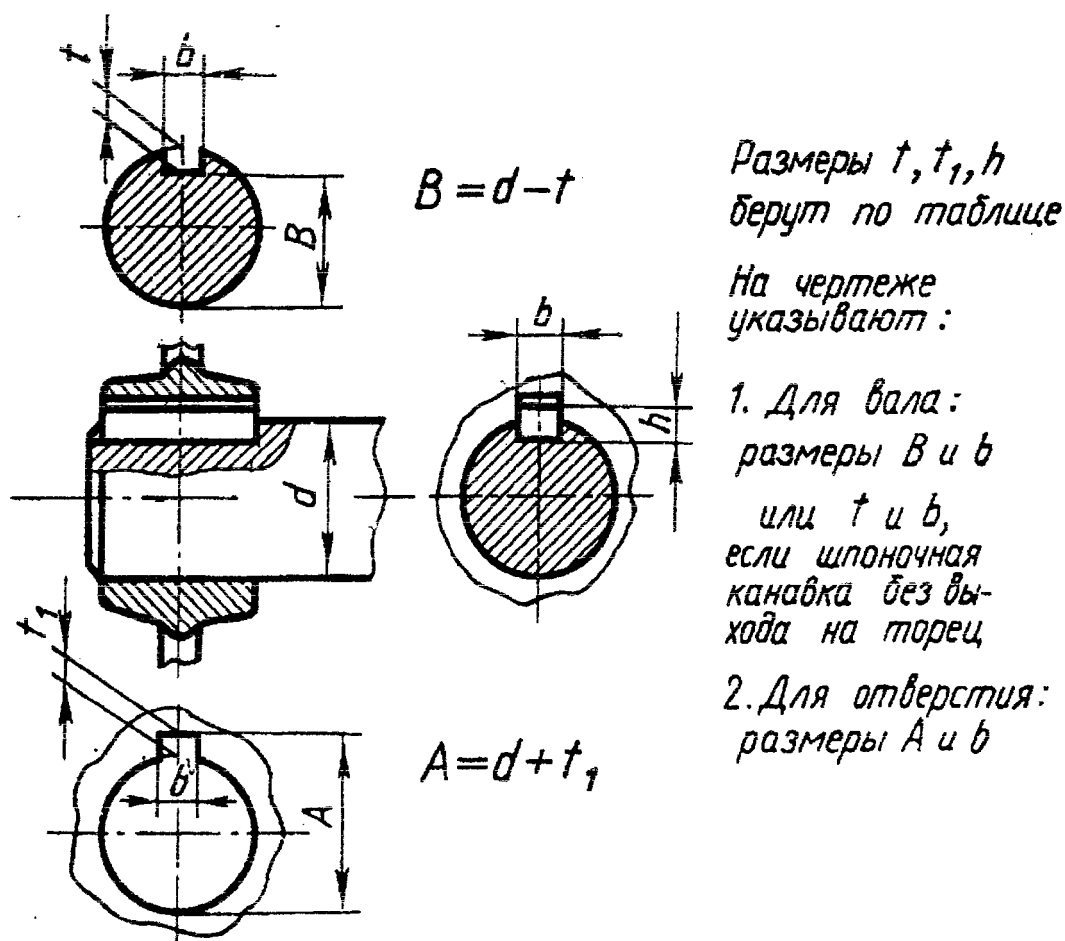


Рис. 18

Длины шпонок выбираем из ряда: . . . 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80. . .

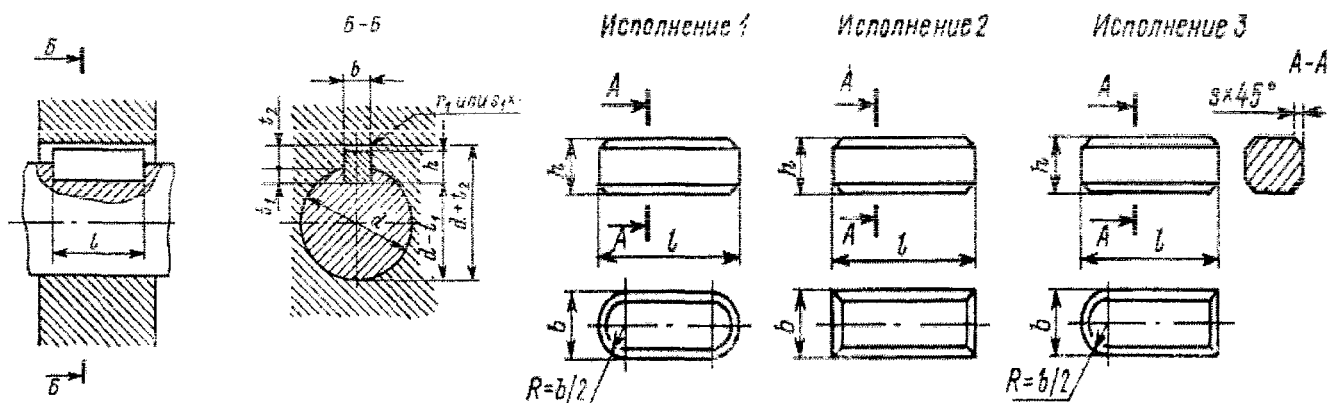
На чертежах деталей следует наносить размеры:

- 1) длину шпоночного паза (на 1 мм больше длины шпонки)
- 2) ширину шпоночного паза на валу и ступице
- 3) глубину паза на валу (размер t) и в ступице (размер t_1)
- 4) диаметры вала и отверстия ступицы.

В качестве справочного можно наносить радиус закругления паза.

Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов

по ГОСТ 23360-78*, мм



Диаметр вала	Шпонка			Шпоночный паз			
	Размеры сечения		Длина /	Фаска s или радиус r	Глубина		Радиус закругления r ₁ или фаска s ₁
	b	h			t ₁ (вал)	t ₂ (втулка)	
От 6 до 8	2	2	6—20	0,16—0,25	1,2	1,0	0,08—0,16
Св. 8 » 10	3	3	6—36		1,8	1,4	
» 10 » 12	4	4	8—45		2,5	1,8	
Св. 12 до 17	5	5	10—56	0,25—0,40	3,0	2,3	0,16—0,25
» 17 » 22	6	6	14—70		3,5	2,8	
» 22 » 30	8	7	18—90		4,0	3,3	
Св. 30 до 38	10	8	22—110	0,40—0,60	5,0	3,3	0,25—0,4
» 38 » 44	12	8	28—140		5,0	3,3	
» 44 » 50	14	9	36—160		5,5	3,8	
» 50 » 58	16	10	45—180		6,0	4,3	
» 58 » 65	18	11	50—200		7,0	4,4	
Св. 65 до 75	20	12	56—220	0,60—0,80	7,5	4,9	0,4—0,6
» 75 » 85	22	14	63—250		9,0	5,4	
» 85 » 95	25	14	70—280		9,0	5,4	
» 95 » 110	28	16	80—320		10,0	6,4	
» 110 » 130	32	18	90—360		11,0	7,4	
Св. 130 до 150	36	20	100—400	1,00—1,20	12,0	8,4	0,7—1,0
» 150 » 170	40	22	100—400		13,0	9,4	
» 170 » 200	45	25	110—450		15,0	10,4	
» 200 » 230	50	28	125—500		17,0	11,4	
Св. 230 до 260	56	32	140—500	1,60—2,00	20,0	12,4	1,2—1,6
» 260 » 290	63	32	160—500		20,0	12,4	
» 290 » 330	70	36	180—500		22,0	14,4	
Св. 330 до 380	80	40	200—500	2,50—3,0	25,0	15,4	2,0—2,5
» 380 » 440	90	45	220—500		28,0	17,4	
» 440 » 500	100	50	250—500		31,0	19,5	

Примеры условного обозначения:

1) призматическая шпонка исполнения 1, с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм:

Шпонка 18 x 11 x 100 ГОСТ 23360-78*;

2) то же, исполнения 2: Шпонка 2-18 x 11 x 100 ГОСТ 23360-78*.

9.2. Соединения с клиновыми шпонками.

Клиновые шпонки применяются в тихоходных передачах, не требующих точного центрирования деталей на валу. Форма клиновой шпонки представляет четырехгранную призму, верхняя грань которой имеет уклон 1:100, а нижняя грань уклона не имеет. Шпонка устанавливается в пазы вала и втулки с боковыми зазорами, причем верхняя втулка имеет уклон, как и грань шпонки.

Стандарт 24066 - 80* устанавливает 4 исполнения, приведенные на рис. 19, клиновых шпонок:

Исполнение 1 - шпонка с головкой;

Исполнение 2 - шпонка без головки с закругленными торцами;

Исполнение 3 - шпонка без головки с плоскими торцами;

Исполнение 4 - шпонка без головки с одним закругленным, а другим плоским торцами.

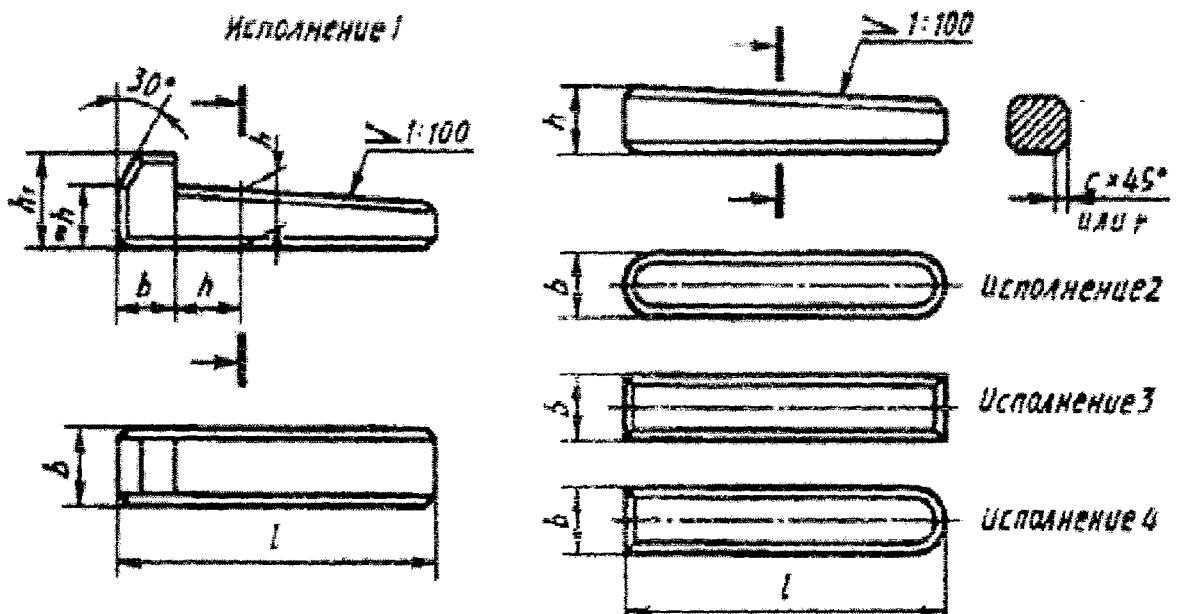


Рис. 19

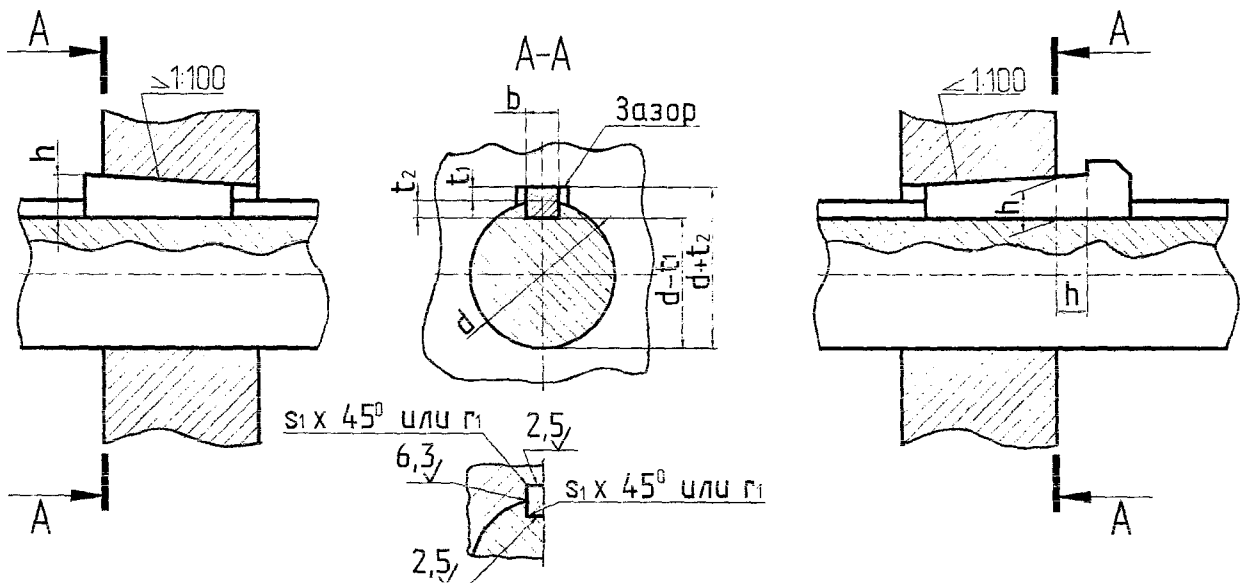
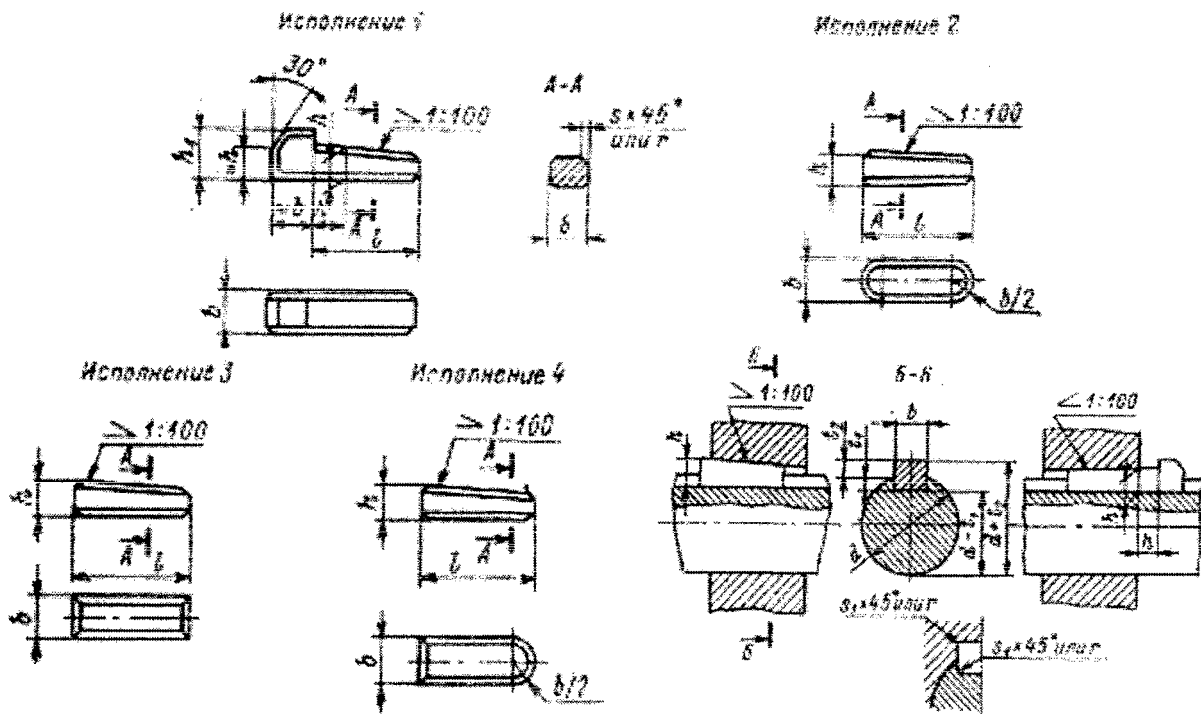


Рис. 20

Размеры клиновых шпонок и шпоночных пазов по ГОСТ 24068-80*, мм



Диаметр вала d	Шпонка						Шпоночный паз				
	Размеры сечения		Длина l	Фаска с или радиус r		Высота шпоночной головки h_1	Ширина b (вал и втулка)	Глубина		Радиус закругления r_1 или фаска s_1	
	Ширина b	Высота h		не менее	не более			t_1 (вал)	t_2 (втулка)	не менее	не более
Св. 6 до 8	2	2	6—20			—	2	1,2	0,5		
» 8 » 10	3	3	6—36	0,16	0,25	—	3	1,8	0,9	0,08	0,16
» 10 » 12	4	4	8—45			7	4	2,5	1,2		
Св. 12 до 17	5	5	10—56			8	5	3,0	1,7		
» 17 » 22	6	6	14—70	0,25	0,40	10	6	3,5	2,2	0,16	0,25
» 22 » 30	8	7	18—90			11	8	4,0	2,4		
Св. 30 до 38	10	8	22—110			12	10	5,0	2,4		
» 38 » 44	12	8	28—140			12	12	5,0	2,4		
» 44 » 50	14	9	36—160	0,40	0,60	14	14	5,5	2,9	0,25	0,40
» 50 » 58	16	10	45—180			16	16	6,0	3,4		
» 58 » 65	18	11	50—200			18	18	7,0	3,4		
Св. 65 до 75	20	12	56—220			20	20	7,5	3,9		
» 75 » 85	22	14	63—250			22	22	9	4,4		
» 85 » 95	25	14	70—280	0,60	0,80	22	25	9	4,4	0,40	0,60
» 95 » 110	28	16	80—320			25	28	10	5,4		
» 110 » 130	32	18	90—360			28	32	11	6,4		
Св. 130 до 150	36	20	100—400			32	36	12	7,1		
» 150 » 170	40	22	100—400	1,00	1,20	36	40	13	8,1	0,70	1,00
» 170 » 200	45	25	110—450			40	45	15	9,1		
» 200 » 230	50	28	125—500			45	50	17	10,1		
Св. 230 до 260	56	32	140—500			50	56	20	11,1		
» 260 » 290	63	32	160—500	1,60	2,00	50	63	20	11,1	1,20	1,60
» 290 » 330	70	36	180—500			56	70	22	13,1		
Св. 330 до 380	80	40	200—500			63	80	25	14,1		
» 380 » 440	90	45	220—500	2,50	3,00	70	90	28	16,1	2,00	2,50
» 440 » 500	100	50	250—500			80	100	31	18,1		

Примеры условного обозначения:

- клиновая шпонка исполнения 1, с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм:
Шпонка 18 x 11 x 100 ГОСТ 24068-80*;
- то же, исполнения 2: **Шпонка 2-18 x 11 x 100 ГОСТ 24068-80***.

Длина паза на валу для закладной шпонки (исполнения 2, 3, 4) на 0,5 - 1 больше длины шпонки. Длина паза на валу для шпонки исполнения 1 (шпонка с головкой) равна двойной длине шпонки (см. рис. 20).

Длины шпонок надо выбирать из ряда: ...12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 56, 63, 70...

Допускается применять шпонки с длинами, выходящими за интервалы, указанные в таблице.

Размер t_2 относится к большей глубине паза.

Допускается применение пазов глубинами t_1 и t_2 отличными от указанных в таблице.

9.3. Соединения с сегментными шпонками

Применяются сегментные шпонки при коротких ступицах колес. Выполняются шпонки в виде сегмента, что обеспечивает технологичность изготовления шпоночного паза на валу путем фрезерования дисковой фрезой. В связи с большой глубиной шпоночного паза сегментные шпонки применяют для передачи небольших крутящих моментов либо для фиксации элементов шпоночного соединения. ГОСТ 24071 - 80* устанавливает два исполнения сегментных шпонок (рис. 21).

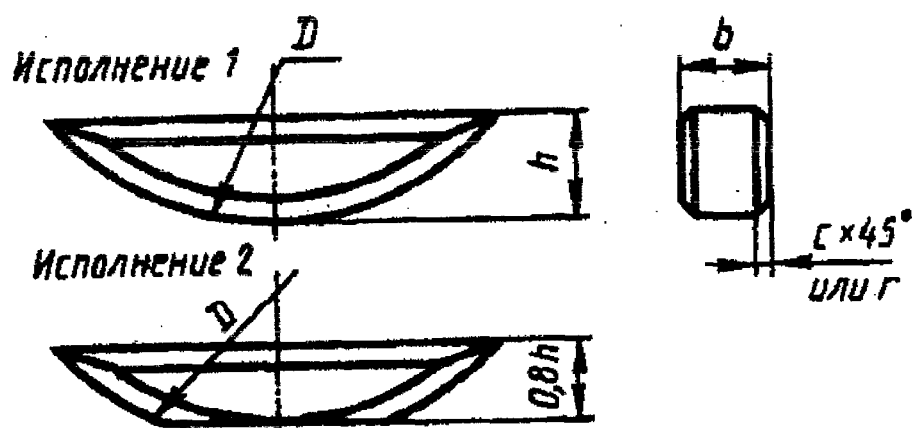
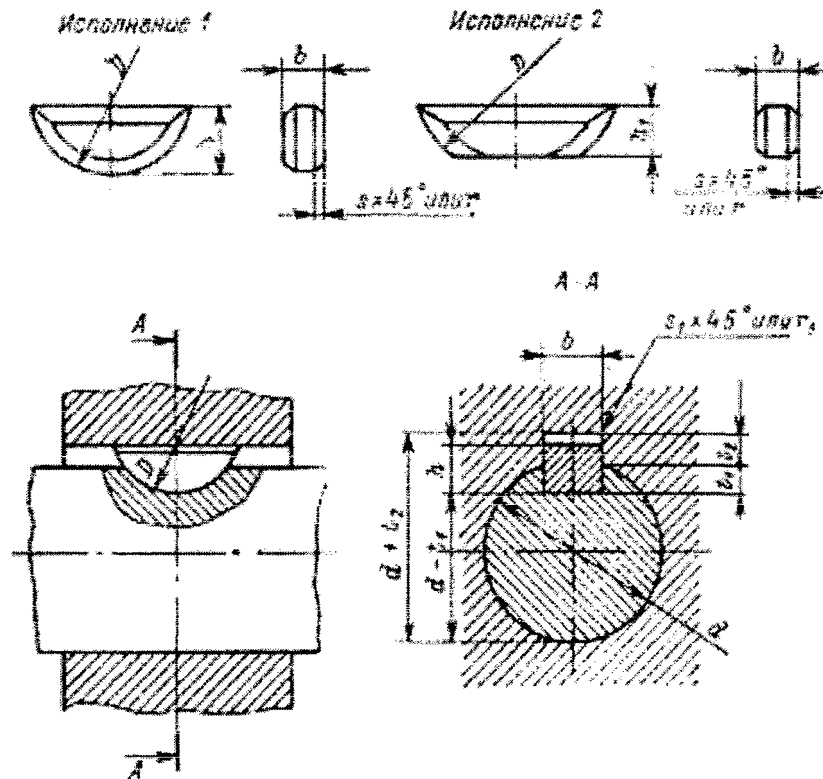


Рис. 21

Размеры сечений сегментных шпонок и пазов, а также их диаметры в зависимости от диаметра вала d приведены в таблице 19.

Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов по ГОСТ 24071-80*, мм



Диаметр вала d		Шпонка				Шпоночный паз			
Шпонка для передачи крутящего момента	Шпонка для фиксации элементов	b	h	D	Фаска s или радиус r	b	t_1 (вал)	t_2 (втулка)	Радиус закругления r_1 или фаска s_1
Св. 3 до 4 » 4 » 5 » 5 » 6 » 6 » 7 » 7 » 8 » 8 » 10 » 10 » 12	Св. 3 до 4 » 4 » 6 » 6 » 8 » 8 » 10 » 10 » 12 » 12 » 15 » 15 » 18	1,0 1,5 2,0 2,0 2,5 3 3	1,4 2,6 2,6 3,7 3,7 5,0 6,5	4 7 7 10 10 13 16	0,16—0,25	1,0 1,5 2,0 2,0 2,5 3,0 3,0	1,0 2,0 1,8 2,9 2,7 3,8 5,3	0,6 0,8 1,0 1,0 1,2 1,4 1,4	0,08—0,16
Св. 12 до 14 » 14 » 16 » 16 » 18 » 18 » 20 » 20 » 22 » 22 » 25 » 25 » 28	Св. 18 до 20 » 20 » 22 » 22 » 25 » 25 » 28 » 28 » 32 » 32 » 36 » 36 » 40	4 4 5 5 5 6 6	6,5 7,5 6,5 7,5 9 9 10	16 19 16 19 22 22 25	0,25—0,40	4 4 5 5 5 6 6	5,0 6,0 4,5 5,5 7,0 6,5 7,5	1,8 1,8 2,3 2,3 2,3 2,8 2,8	0,16—0,25
Св. 28 до 32 » 32 » 38	Св. 40 » 40	8 10	11 13	28 32	0,40—0,60	8 10	8 10	3,3 3,3	0,25—0,40

Примеры условного обозначения:

1) сегментная шпонка исполнения 2, с размерами $b \times h = 5 \times 6,5$ мм:

Шпонка 5 x 6,5 ГОСТ 24071-80;*

2) то же, исполнения 2, с размерами $b \times h = 5 \times 5,2$ мм:

Шпонка 2- 5 x 5,2 ГОСТ 24071-80.*

10. Зубчатые (шлицевые) соединения

Зубчатое или шлицевое соединение втулок с валами образуется выступами на валу и впадинами такого же профиля во втулке.

Соединение это аналогично шпоночному, но так как выступов обычно несколько, то это соединение по сравнению со шпоночным имеет следующие преимущества:

- 1) возможность передачи больших мощностей,
- 2) повышение прочности соединения.

Шлицевые соединения применяют в ответственных конструкциях. По форме поперечного сечения различают прямоугольные (а), эвольвентные (б), треугольные (в) зубчатые соединения (рис. 22).

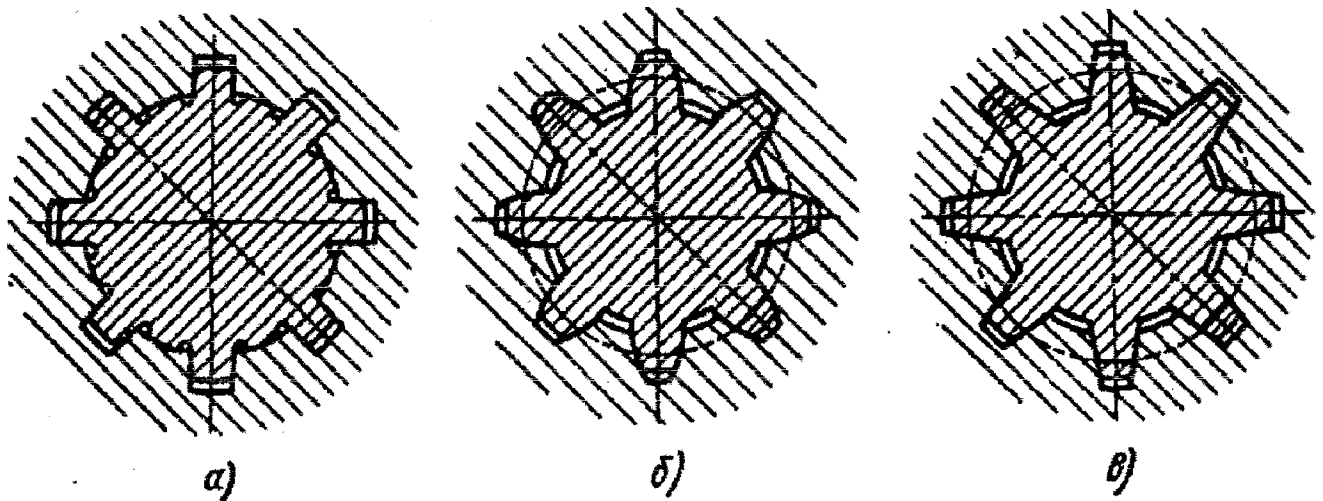
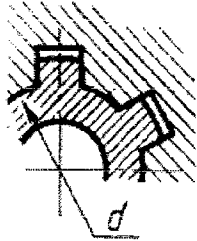
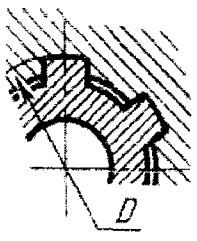
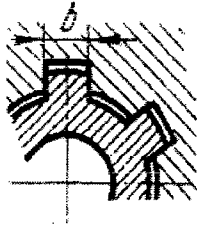


Рис. 22

Условные изображения шлицевых валов, отверстий и их соединений установлены ГОСТом 2. 409 - 74.

Условные обозначения зубчатых (шлицевых) соединений и их элементов (вал, отверстие) по ГОСТу 2. 409 - 74

Наименование зубчатых соединений или их элементов	Примеры условных обозначений при центрировании:		
	по внутреннему диаметру	по наружному диаметру	по боковым сторонам
			
Зубчатое соединение прямобочного профиля	$d - 8 \times 42 \frac{H7}{e8} \times 48 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$	$D - 8 \times 42 \times 48 \frac{H8}{h7} \times 7 \frac{F10}{h9}$	$b - 8 \times 42 \times 48 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h8}$
Вал	$d - 8 \times 42 e8 \times 48 a11 \times 7 f8$	$D - 8 \times 42 \times 48 h7 \times 7 h9$	$b - 8 \times 42 \times 48 a11 \times 7 h8$
Отверстие	$d - 8 \times 42 H7 \times 48 H12 \times 7 D9$	$D - 8 \times 42 \times 48 H8 \times 7 F10$	$b - 8 \times 42 \times 48 H12 \times 7 D9$

Примечания:

1. Для зубчатых соединений эвольвентного профиля общая структура построения обозначения по ГОСТу 6033 – 80.
2. На сборочных чертежах условные обозначения помещают на полке линии-выноски, на чертежах деталей – в таблице параметров (рис. 27).

10.1 Зубчатые соединения прямоугольного профиля

Окружности и образующие поверхностей выступов (зубьев) на изображениях валов и отверстий вычерчивают сплошными основными линиями. Окружности и образующие поверхностей впадин на изображениях валов и отверстий вычерчивают сплошными тонкими линиями (рис. 23).

На продольных разрезах валов и отверстий образующие поверхностей впадин показывают сплошными основными линиями (см. рис. 23 б, в). На плоскости, перпендикулярной оси шлицевого вала или отверстия, изображают профиль одного зуба и двух впадин без фасок (виды слева).

На рабочих чертежах шлицевых валов и отверстий указывают размеры:

- 1) длину зубьев полного профиля I до сбега (при необходимости можно указывать полную длину и радиус R фрезы);
- 2) диаметр выступов D ;
- 3) диаметр впадин d ;
- 4) толщину зубьев вала b ;
- 5) ширину впадин отверстия B .

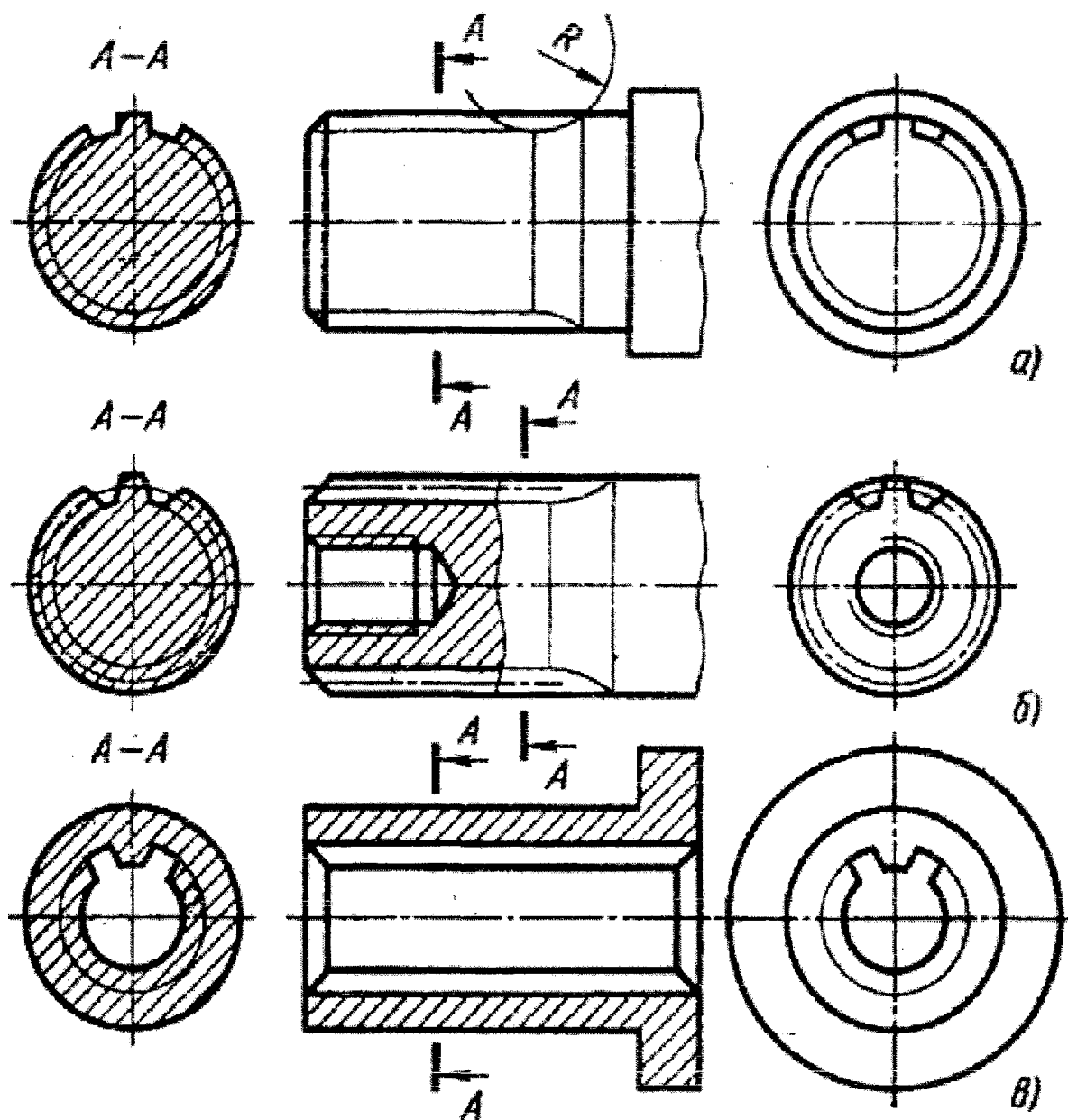
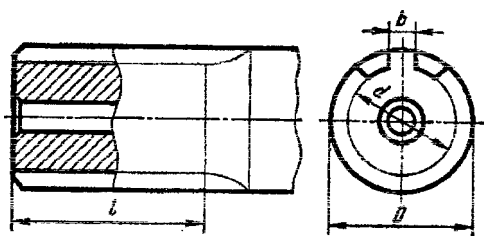


Рис. 23

Остальные данные, необходимые для изготовления и контроля элементов зубчатых соединений, помещают в таблицу (см. рис. 24).



Число зубьев	z	прямой
Модуль	m	
Тип зуба		
Коэффициент смещения	x	
Диаметр делительной окружности	d	

Рис. 24

Размеры зубьев (шлиц) прямого и эвольвентного профилей стандартизированы.

Пример условного обозначения соединения:

40 х 3 х 9Н/9д ГОСТ 6033 - 80,

вала - 40 х 3 х 9д ГОСТ 6033 - 80,

втулки - 40 х 3 х 9Н ГОСТ 6033 - 80,

где: 40 - номинальный диаметр; 3 - модуль; 9д и 9Н - поля допусков.

Прямоугольные шлицевые соединения по ГОСТу 1139-80* применяют с центрированием ступицы по наружному и внутреннему диаметрам, а также по боковым поверхностям (см. рис. 25).

Форма сечения шлицевого вала

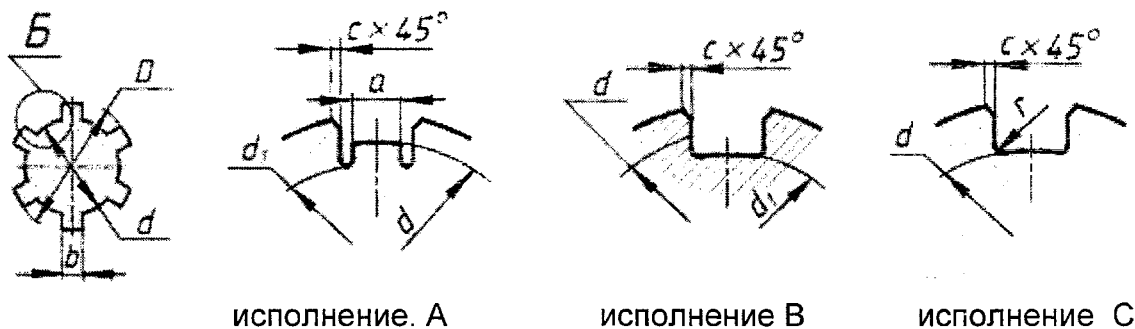


Рис.25

Форма сечения шлицевого вала имеет исполнение А или С при центрировании по внутреннему диаметру (d); исполнение В - при центрировании по наружному диаметру и боковым сторонам зубьев (D и b). Способ центрирования выбирается по конструктивным и технологическим характеристикам.

Форма сечения ступицы при любом способе центрирования выполняется как показано на рисунке 26.

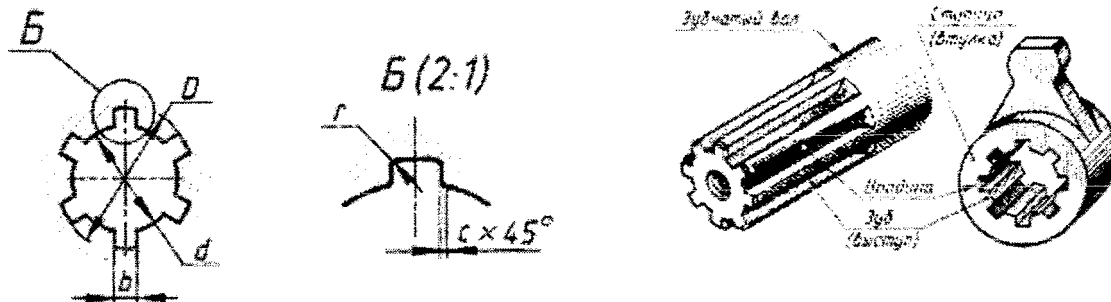


Рис. 26

Основные размеры прямоугольных шлицевых соединений
ГОСТ 1139-80*, мм

z+d+ D	b	d_1	a	c		r
		не менее	не менее	номинал.	пред. откл.	не более
Легкая серия						
6+23+26	6	22,1	3,54	0,3	+0,2	0,2
6+26+30	6	24,6	3,85			
6+28+32	7	26,7	4,03			
8+32+36	6	30,4	2,71	0,4		0,3
8+36+40	7	34,5	3,46			
8+42+46	8	40,4	5,03			
8+46+50	9	44,6	5,75	0,5	+0,3	0,5
8+52+58	10	49,7	4,89			
8+56+62	10	53,6	6,38			
8+62+68	12	59,8	7,31			
Средняя серия						
6+11+14	3,0	9,9	-	0,3	+0,2	0,2
6+13+16	3,5	12,0	-			
6+16+20	4	14,5	-			
6+18+22	5	16,7	-			
6+21+25	5	19,5	1,95			
6+23+28	6	21,3	1,34			
6+26+32	6	23,4	1,65	0,4	0,3	
6+28+34	7	25,9	1,70			
8+32+38	6	29,4	-			
8+36+42	7	33,5	1,02			
8+42+48	8	39,5	2,57	0,5	+0,3	0,5
8+46+54	9	42,7	-			
8+52+60	10	48,7	2,44			
8+56+65	10	52,2	2,50			
8+62+72	12	57,8	2,40			
Тяжелая серия						
8+16+20	2,5	14,1	-	0,3	+0,2	0,2
10+18+23	3	15,6	-			
10+21+26	3	18,5	-			
10+23+29	4	20,3	-			
10+26+32	4	23,0	-	0,4		0,3
10+28+35	4	24,4	-			
10+32+40	5	28,0	-			
10+36+45	5	31,3	-			
10+42+52	6	36,9	-	0,5	0,5	
10+46+56	7	40,9	-			

Примечания:

1. Легкая серия Ц для неподвижных или слабонагруженных соединений. Средняя серия Ц для умеренно нагруженных соединений. Тяжелая серия Ц для подвижных нагруженных соединений.
2. Стандарт предусматривает число зубьев до 10 для легкой и средней серий и до 20 Ц для тяжелой серии.

Условное изображение шлиц по ГОСТу 2.409-74* (см. рис. 27):

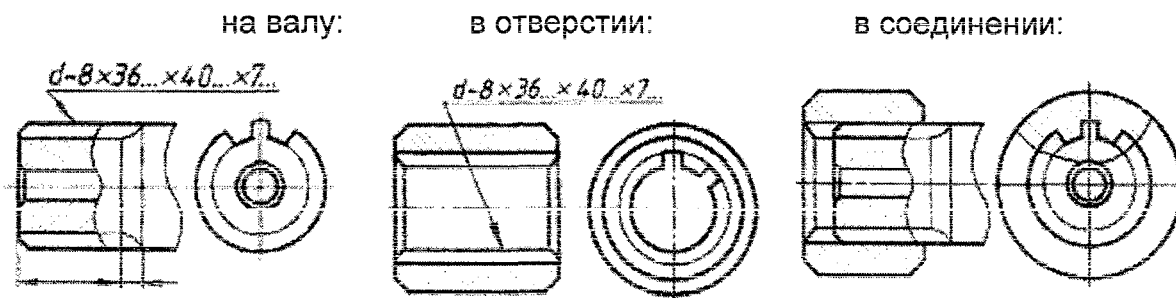


Рис. 27

Пример условного обозначения шлицевого вала при центрировании по внутреннему диаметру d :

$$d-8+36...+40...+7... ,$$

где d Ц вид центрирования; 8 Ц число зубьев z ; 36 Ц внутренний диаметр d в мм; 40 Ц наружный диаметр D в мм; 7 Ц ширина зуба b в мм.

10.2. Шлицевые соединения эвольвентного профиля

На изображениях деталей шлицевых соединений эвольвентного профиля наносят штрих тонкой пунктирной линией делительную окружность (б). Эта окружность делит изображение зуба на две части: головку и ножку. Диаметр делительной окружности $d_0 = m \times z$, где m - модуль в мм (от 1 до 10 мм) и z - число зубьев. Все эти данные находят по таблице ГОСТ 6033 - 80* "Соединения шлицевые эвольвентные" (см. табл. 21).

Число зубьев обычно не указывают. В эвольвентных шлицевых соединениях центрирование выполняется по наружному диаметру D или по боковым b поверхностям зубьев. Допускается применять центрирование по внутреннему диаметру d .

Значения модулей по ГОСТу 6033 - 80*:

Ряд 1.....0,5;0,8;1,25; 2; 3; 5; 8.

Ряд 2.....0,6; 1,0; 1, 5; 2,5; 4,0; 6; 10.

Ряд 1 следует предпочитать ряду 2.

Примеры условного изображения прямобоочного шлицевого соединения (а) и эвольвентного (б) показаны на рис.28.

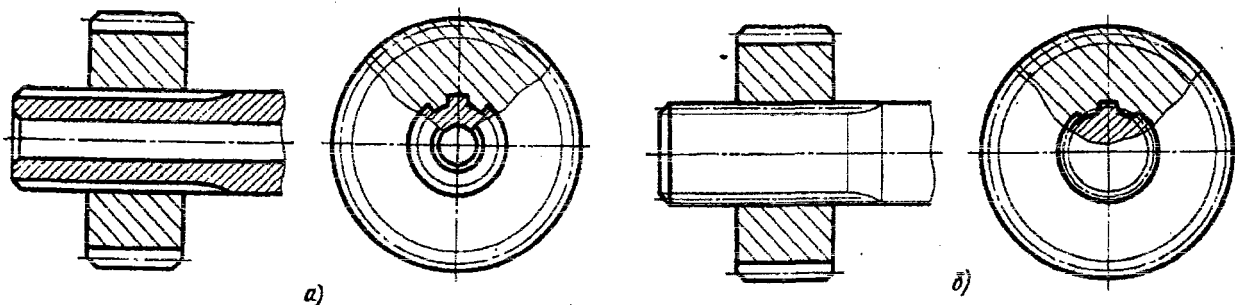
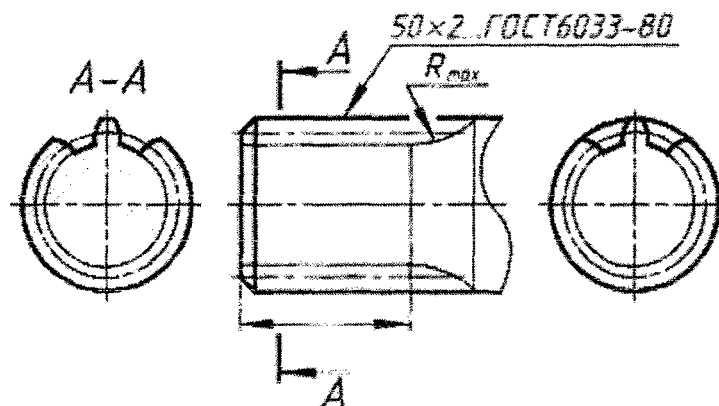


Рис. 28

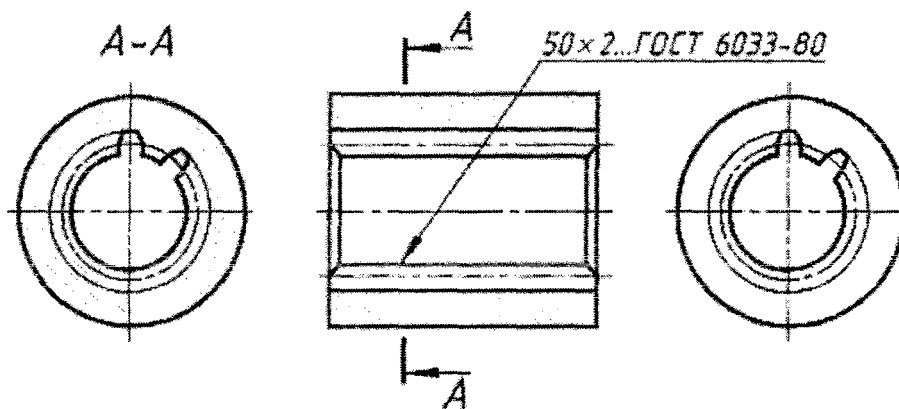
Эвольвентные шлицевые соединения с углом профиля 30 - ГОСТ 6033-80*

Условное изображение эвольвентных шлицевых соединений по ГОСТу 2.409-74* см. на рис. 29:

на валу:



в отверстии:



в соединении:

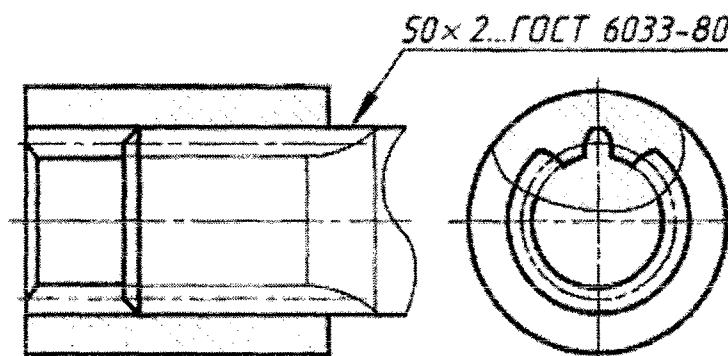


Рис. 29

Основные размеры эвольвентных
шлицевых соединений ГОСТ 1139-80*, мм

Номинальн. диаметр <i>D</i>		Модуль <i>m</i>											
		Ряд 1	0,8	-	1,2 5	-	2,0	-	3,0	-	-	5,0	-
		Ряд 2	-	1,0	-	1,5	-	2,5	-	3,5	4,0	-	6,0
Ряд 1	Ряд 2	Число зубьев <i>z</i>											
6	-	6											
-	7	7											
8	-	8	6										
-	9	10	7										
10	-	11	8	6									
12	-	13	10	8	6								
-	14	16	12	10	8								
15	-	17	13	10	8								
-	16	18	14	11	9	6							
17	-	20	15	12	10	7							
-	18	21	16	13	10	7							
20	-	32	18	14	12	8	6						
-	22	26	20	16	13	9	7	6					
25	-	30	24	18	15	11	8	7					
-	28	34	26	21	17	12	10	8					
30	-	36	28	22	18	13	10	8					
-	32	38	30	24	20	14	11	9			6		
35	-	42	34	26	22	16	12	10			7		
-	38	46	36	29	24	18	14	11			8		
40	-	48	38	30	25	18	14	11			8	6	
-	42	51	40	32	26	20	15	12			9	7	
45	-	55	44	34	28	21	16	13			9	7	
-	48	58	46	37	30	22	18	14	12		10	8	6
50	-	60	48	38	32	24	18	15	12		11	8	7

Примечания:

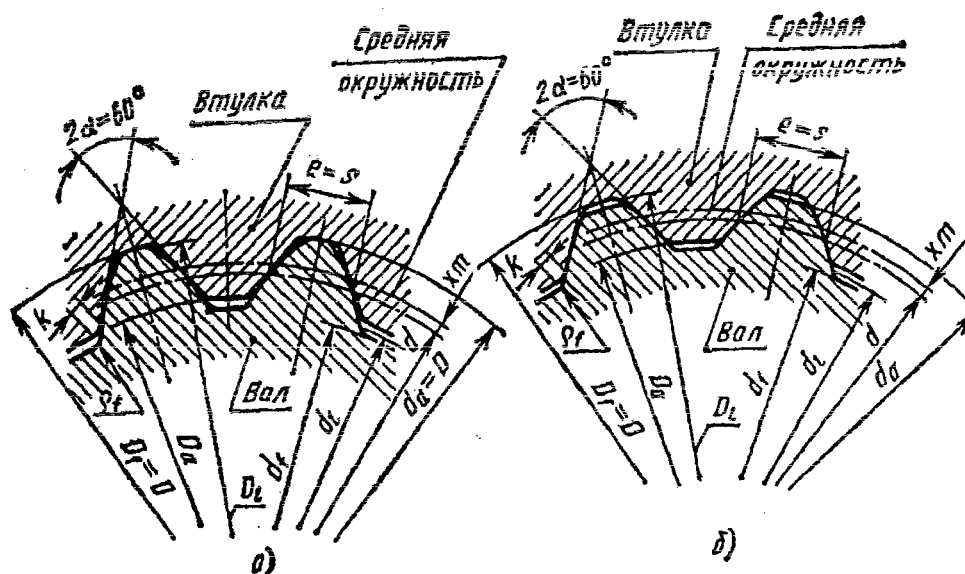
- Стандарт предусматривает размеры с диапазоном диаметров *D* от 4 до 500 мм и модулей *m* от 0,5 до 10 мм.
- Ряд 1 следует предпочитать ряду 2.

Пример условного обозначения:

50+2...ГОСТ 6033-80*,

где 50 Ц номинальный диаметр *D* в мм, 2 Ц модуль *m*.

Основные зависимости для определения параметров
эвольвентных шлицевых по ГОСТ 6033 - 80*



Параметр	Обозначение	Расчетная зависимость
модуль	m	-
Угол профиля зуба	α	$\alpha=30^0$
Число зубьев	z	-
Диаметр делительной окружности	d	$d=m \times z$
Диаметр окружности впадин втулки - плоская форма дна впадины	D_f	$D_f=D$
Закругленная форма дна впадины	D_f	$D_{f \min}=D+0,44 \times D$
Диаметр окружности вершин зубьев втулки	D_a	$D_a=D - 2 \times m$
Диаметр окружности впадин вала при плоской форме дна впадины	d_f	$d_{f \max}=D - 2,2 \times m$
Закругленная форма дна впадины	d_f	$d_{f \max}=D - 2,76 \times m$
Диаметр окружности вершин зубьев вала при центрировании, по боковым поверхностям зубьев, по наружному диаметру	d_a	$d_a=D - 0,2 \times m$ $d_a=D$

10.3. Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев

Шлицевые соединения с треугольным профилем зубьев находят применение для неподвижного соединения деталей при передаче небольших крутящих моментов тонкостенными втулками.

Профиль треугольных зубьев и параметры шлицевого соединения не стандартизованы (см. рис. 30 и табл. 23).

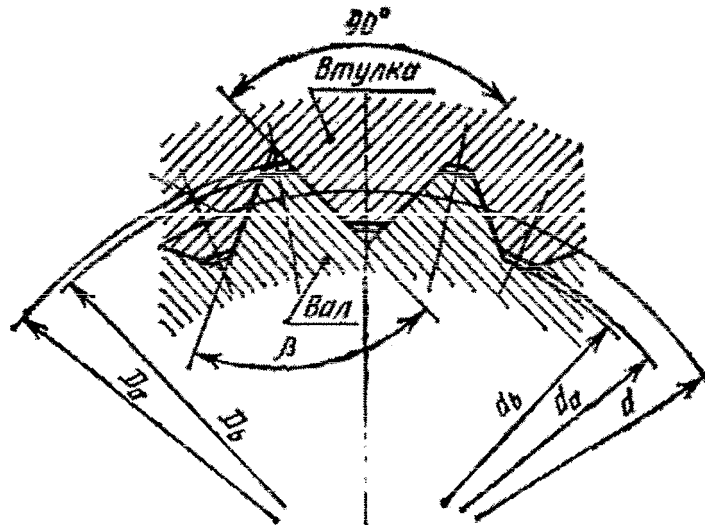


Рис. 30

Таблица 24

Основные размеры зубчатых (шлицевых) соединений треугольного профиля (по нормали автотракторной промышленности), мм

Номинальный диаметр D_0	Отверстие и вал			Отверстие		Вал	
	Число зубьев z	Угол β	Диаметр делительной окружности d	Наружный диаметр D_a	Внутренний диаметр d_a	Наружный диаметр D_b	Внутренний диаметр $d_{b \max}$
10	36	80°	9,72	10,03	9,38	10	9,35
12			11,67	12,03	11,26	12	11,23
15			14,55	15,03	14,04	15	14,01
18			17,43	18,03	16,81	18	16,78
20			19,33	20,03	18,66	20	18,63
22	48	82,5°	21,55	22,03	20,97	22	20,94
25			24,45	25,03	23,82	25	23,79
28			27,37	28,03	26,66	28	26,63
30			29,32	30,03	28,57	30	28,54
32			31,27	32,05	30,47	32	30,42
35			34,19	35,05	33,31	35	33,26
38			37,11	38,05	36,15	38	36,10
40			39,06	40,05	38,05	40	38,00
42			41,01	42,05	39,95	42	39,90
45			43,94	45,05	42,81	45	42,76
50			48,83	50,05	47,57	50	47,52
55			53,72	55,05	52,33	55	52,28
60	58,62	60,05	57,10	60	67,05		
65	63,51	65,05	61,88	65	61,83		
70	68,40	70,05	66,64	70	66,59		
75	73,29	75,05	71,40	75	71,35		

Размеры шлицевых соединений с треугольным профилем зубьев устанавливаются отраслевыми нормативно-техническими документами автотракторной, авиационной, станкостроительной и приборостроительной промышленности.

Центрирование шлицевого соединения осуществляется только по боковым сторонам зубьев.

В условном обозначении шлицевого соединения с треугольным профилем зубьев приводят буквы «Тр», номинальный диаметр соединения D_b и число зубьев z , например: Тр. 20х36.

11. Штифтовые соединения

Штифтовые соединения применяются при необходимости жесткого соединения деталей или для сохранения их правильного взаимного положения. Основной деталью штифтового соединения является штифт, представляющий собой гладкий стальной стержень цилиндрической по ГОСТу 3128 - 70* или конической по ГОСТу 3129 - 70 формы либо стержни фасонные круглого сечения.

Первую группу представляют штифты, используемые для жесткого соединения, которые называют соединительными (фиксирование крышки и корпуса на стыке, фиксирование двух втулок на стыке, см. рис. 31).

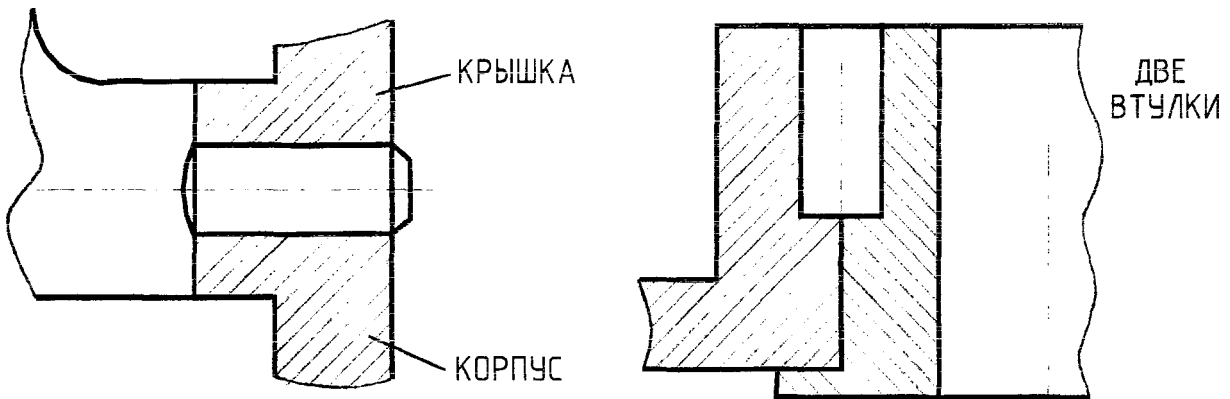


Рис. 31

Вторую группу представляют установочные штифты. Их запрессовывают в отверстие, которое сверлят одновременно в двух деталях, предварительно закрепив их (детали) в нужном положении (втулка и вал, ступица и вал, в стык крышки и нижней части корпуса редуктора см. рис. 32).

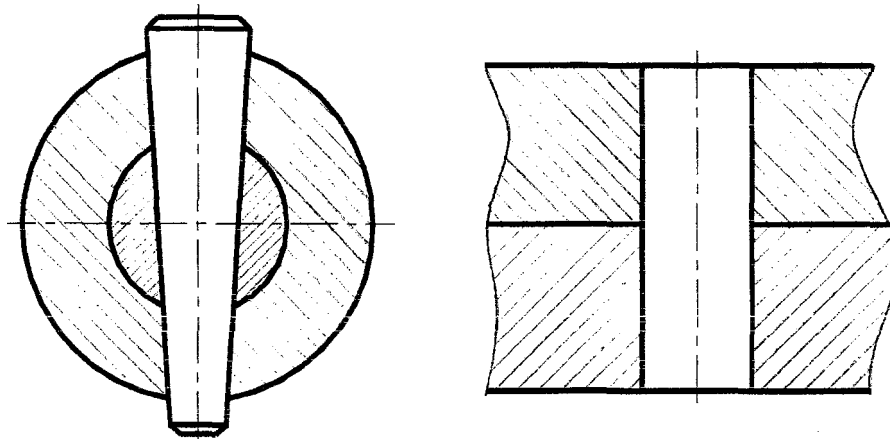


Рис. 32.

Конические штифты в отличие от цилиндрических можно использовать многократно.

Обычно штифты изготавливают диаметрами от 0,6 до 50 мм из стали 45 по ГОСТу 1050 - 74, но допускается применение других марок материалов. Размеры

штифтов (длина, диаметр) стандартизированы и выбираются в зависимости от толщины соединяемых деталей и условий работы соединения.

Изготавливают цилиндрические штифты трех типов (исполнений) (см. рис. 33).

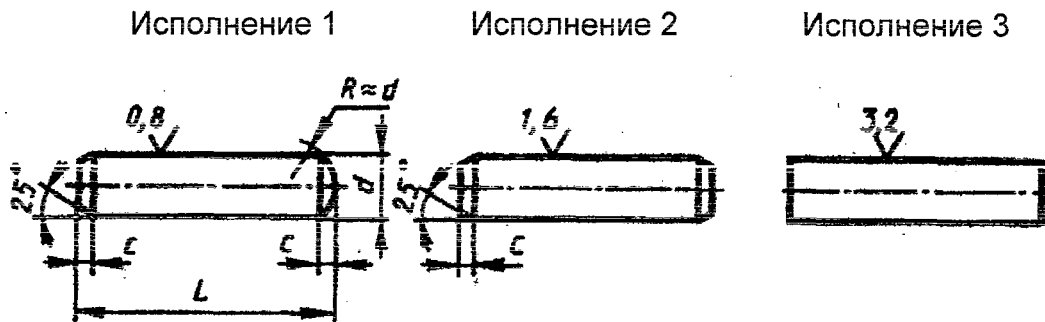


Рис. 33

Конические штифты изготавливают двух типов и имеют конусность 1:50. Большой диаметр конических штифтов определяют по формуле $D=d+L/50$, где d - меньший диаметр штифта (см. рис. 34).

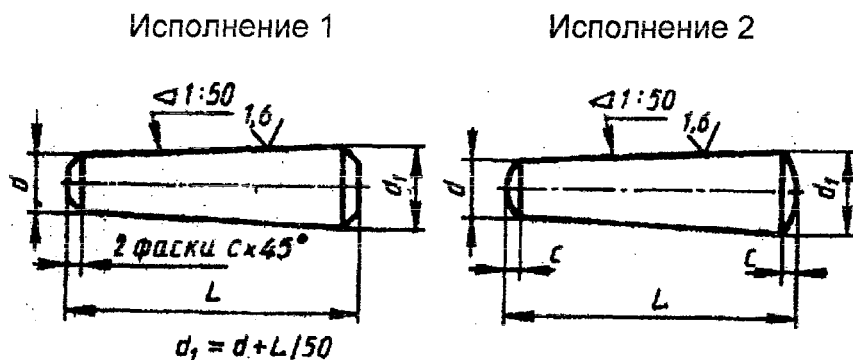
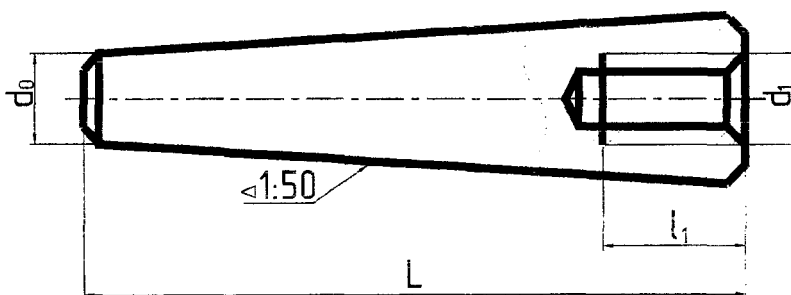


Рис. 34

Таблица 25

Штифты конические бывают с внутренней резьбой по ГОСТу 9464 - 79, мм



d_0	8	10	12	16
d_1	M5	M6	M8	M10
l_1	9	10	12	16
L	25 - 50	30 - 60	35 - 70	40 - 80

Примечания:

1. Размеры L брать из ряда чисел 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, ..., 80

2. Пример условного обозначения конического штифта с внутренней резьбой и размерами $d_0=12$ мм, $L=40$ мм: Штифт 12 x 40 ГОСТ 9464 - 79.

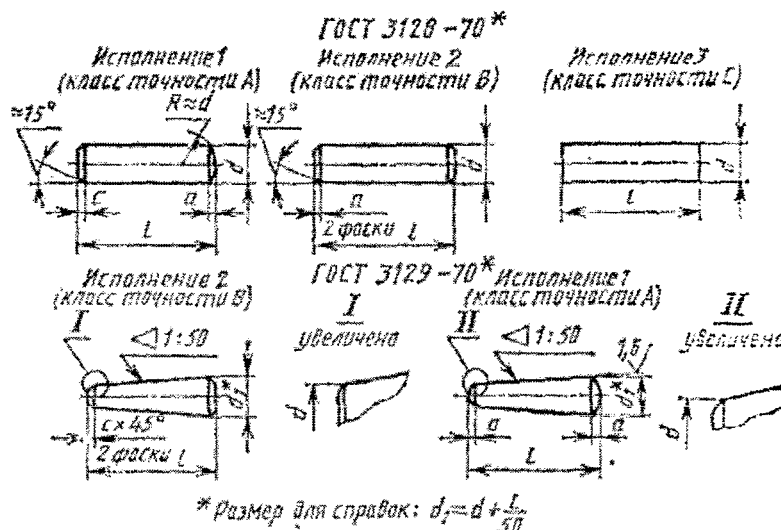
Иногда штифты играют предохранительную роль - срезаясь при перегрузке, они предотвращают разрушение соединяемых деталей.

Штифты в отверстиях удерживаются силой трения, создаваемой при монтаже соединения с натягом либо благодаря расклепыванию концов штифта.

В качестве жестких соединений следует рассматривать соединение вала со ступицей, закрепления маховиков, втулок, рукояток, установочных колец и т. п.

Таблица 26

Штифты цилиндрические по ГОСТ 3128-70* и конические по ГОСТ 3129-70*, мм



d	a	c		d	a	c	
		ГОСТ 3128-70	ГОСТ 3129-70			ГОСТ 3128-70	ГОСТ 3129-70
0,6	0,08	0,12	0,1	6	0,8	1,2	1,0
0,8	0,10	0,16	0,1	8	1,0	1,6	1,2
1,0	0,12	0,20	0,2	10	1,2	2,0	1,6
1,2	0,16	0,25	0,2	12	1,6	2,5	1,6
1,5	0,20	0,30	0,3	16	2,0	3,0	2,0
(1,6)	0,20	0,30	0,3	20	2,5	3,5	2,5
2,0	0,25	0,35	0,3	25	3,0	4,0	3,0
2,5	0,30	0,40	0,5	30	4,0	5,0	4,0
3,0	0,40	0,50	0,5	(32)	4,0	5,0	4,0
4,0	0,50	0,63	0,6	40	5,0	6,3	5,0
5,0	0,63	0,80	0,8	50	6,3	8,0	6,3

Примечания: 1. Длины штифтов следует выбирать из ряда: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; (25); 26; 28; 30; 32; 35; (36); 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280 мм.

По ГОСТу 3128-70* предусмотрены также длины l , равные 2; (2,5) и 3 мм.

2. Размеры, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

3. Штифты должны удовлетворять всем требованиям ГОСТа 26862-86.

Примеры условных обозначений:

1. Штифт цилиндрический, исполнения 1, с $d = 12$ мм, $l = 8$ мм, без покрытия:

Штифт 12 x 80 ГОСТ 3128-70.

2. То же, исполнения 2, с $l = 70$ мм:

Штифт 2.12 x 70 ГОСТ 3128-70.

3. То же, исполнения 3, с $l = 35$ мм:

Штифт 3.12 x 35 ГОСТ 3128-70.

4. Штифт конический, исполнения 1, с $d = 12$ мм, $l = 80$ мм, без покрытия:

Штифт 12 x 80 ГОСТ 3129-70.

5. То же, исполнения 2, с $d = 12$ мм, $l = 160$ мм:

Штифт 2.12 x 160 ГОСТ 3129-70.

Список рекомендуемой литературы

1. Справочное руководство по черчению. Авторы: В.Н.Богданов, И.Ф. Малевич и др. – М: Машиностроение, 1989.
2. Левицкий В.С.. Машиностроительное черчение. – М.: Высш. шк., 1987.
3. Санюкевич Ф.М.. Детали машин. – Издательство БГТУ, 2003.
4. Ануриев С.Н. Справочник конструктора машиностроителя. Том 1-3. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Чекмарев А.А. Инженерная графика. – М.; Машиностроение, 1979.
6. Полова Г.Н., Алексеев С.Н. Машиностроительное черчение. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1986.
7. Кокошко А.Ф., Черевук И.К., Кондратчик Н.И. Разъемные резьбовые соединения деталей // Варианты заданий и методические указания по их выполнению для студентов специальности «Технология машиностроения». – Брест, БПИ. 1991. – 43 с.
8. Базенков Т.Н., Кокошко А.Ф. Методические указания по выполнению контрольных графических работ для студентов-заочников механических специальностей. Часть II. – Брест, БПИ, 2000. – 46 с.
9. Стандарты ЕСКД, ЕСТПП и другие по состоянию на 01.03.97.
10. Борушек С. С., Таллер С. Л. (ВНИИНМАШ) Новое в единой системе конструкторской документации. «Стандарты и качество», № 5, 1997.
11. Вяткин Г. П. и др. Машиностроительное черчение. – М., 1985.
12. Фролов С. А., Воинов А. В., Феокисова Е. Д. Машиностроительное черчение. – М., 1981.

Учебное издание

Составители: Кондратчик Наталья Ивановна
Хомич Николай Васильевич
Матюх Светлана Анатольевна

Методические указания

к выполнению заданий по инженерной графике
на тему «Разъемные соединения деталей машин:
болтовые, шпилечные, винтовые, шлицевые,
шпоночные, штифтовые»

для студентов специальности 1-37 01 06 –
«Техническая эксплуатация автомобилей»
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Матюх С.А.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 06.12.2004 г. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка». Усл. п.л. 7,0. Уч. изд. л. 7,5. Тираж 100 экз. Заказ № 1190. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет. 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.