

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Кафедра машиноведения

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Практические занятия

Крепежные изделия

Методические указания для студентов направлений
15.03.02 – Технологические машины и оборудование,
18.03.01 – Химическая технология,
20.03.01 – Техносферная безопасность,
27.03.01 – Стандартизация и метрология,
29.03.01 – Технология изделий легкой промышленности,
29.03.02 – Технологии и проектирование текстильных изделий,
29.03.05 – Конструирование изделий легкой промышленности

Составители:

О. К. Лескова

В. А. Колесников

Санкт-Петербург
2021

Утверждено
на заседании кафедры
машиноведения
11.01.2021 г., протокол № 1

Рецензент

Методические указания предназначены для оказания помощи обучающимся при выполнении практических заданий по дисциплине «Компьютерные технологии в инженерной графике». В методических указаниях представлены основные сведения о резьбах, крепежных изделиях и способах соединения деталей, которые используются при проектировании различных конструкций, а также приведены расчеты и чертежи различных соединений посредством стандартных крепежных резьбовых изделий.

Учебное электронное издание сетевого распространения
Издано в авторской редакции

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением для воспроизведения
файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2021__, по паролю. –
Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию __.__.2021 г. Рег. № _____

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес: 191186, Санкт-Петербург,
ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. РЕЗЬБА	5
1.1. Основные сведения о резьбе	5
1.2. Основные элементы и параметры резьбы.....	7
1.3. Технологические элементы резьбы	9
1.4. Основные типы резьб.....	11
1.4.1. Метрическая резьба	11
1.4.2. Дюймовая резьба	11
1.4.3. Трапецеидальная резьба	14
1.4.4. Упорная резьба	14
1.4.5. Прямоугольная резьба	14
1.4.6. Трубная цилиндрическая резьба.....	15
1.4.7. Конические резьбы.....	15
1.5. Изображение резьбы на чертежах	16
1.6. Обозначение резьбы на чертежах.....	17
Глава 2. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ.....	24
2.1. Болты	24
2.1.1. Последовательность выполнения чертежа болта с шестигранной головкой по действительным размерам	26
2.1.2. Выполнение чертежа болта с шестигранной головкой по относительным размерам	28
2.2. Винты.....	31
2.3. Шпильки.....	33
2.4. Гайки.....	35
2.5. Шайбы	37
2.6. Шпильки	38
2.7. Шпонки.....	39
2.8. Штифты	40
Глава 3. СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	41
3.1. Разъемные соединения.....	41
3.1.1. Виды резьбовых соединений	41
3.1.2. Болтовое соединение	42
3.1.3. Соединение винтом с гайкой	47
3.1.4. Шпильчное соединение	47

3.1.5. Соединение шпильками общего применения деталей с гладкими отверстиями	53
3.1.6. Винтовое соединение	53
3.1.7. Соединение ввертным болтом	58
3.1.8. Упрощенное изображение шпилечного, болтового и винтового соединений	58
3.1.9. Трубные резьбовые соединения	59
3.1.10. Шпоночные соединения	61
3.1.11. Штифтовые соединения	62
3.1.12. Шплинтовые соединения	64
3.2. Выполнение чертежей разъемных соединений.....	64
3.2.1. Выполнение чертежей соединений стандартными резьбовыми изделиями	67
Приложение 1	70
Приложение 2	75
Приложение 3	106
Приложение 4	123
Библиографический список.....	136

Глава 1. РЕЗЬБА

1.1. Основные сведения о резьбе

В технике, особенно в машиностроении, наибольшее распространение находят резьбовые соединения.

Основой для образования любой резьбы являются винтовые линии и поверхности.

Винтовая линия – это пространственная кривая линия, которая представляет собой траекторию точки, совершающей поступательное движение по образующей какой-либо поверхности вращения (цилиндрической, конической, глобоидной и др.) при одновременном равномерном вращении самой образующей вокруг оси заданной поверхности.

Соответственно по форме поверхности вращения винтовую линию называют цилиндрической, конической и т. д.

На практике образование винтовой линии, например, цилиндрической, можно представить следующим образом. Пусть на токарном станке закреплен цилиндрический стержень, который вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг своей оси. Если подвести к нему острие резца и сообщить последнему равномерное поступательное движение вдоль образующей цилиндра, то на его поверхности резец оставит цилиндрическую винтовую линию (*рис. 1, а*).

При внедрении резца в тело цилиндрического стержня режущая кромка резца вырезает в нем винтовую канавку — винтовую поверхность (*рис. 1, б*). При определенном соотношении угловой скорости заготовки ω и линейной скорости перемещения резца V , образуется резьба, у которой соседние винтовые канавки соприкасаются таким образом, что вся цилиндрическая поверхность будет состоять из винтовых впадин и выступов. Резьба, нарезанная на стержне, называется наружной (*рис. 1, в*), в отверстии – внутренней (*рис. 1, г*).

В зависимости от формы режущей кромки резца резьба может быть треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и иных профилей.

Теоретически резьбу можно рассматривать как поверхность, образованную при винтовом движении плоской фигуры (треугольника, прямоугольника, трапеции и др.) по боковой поверхности тела вращения так, чтобы все точки плоской фигуры перемещались в одной плоскости с осью поверхности вращения.

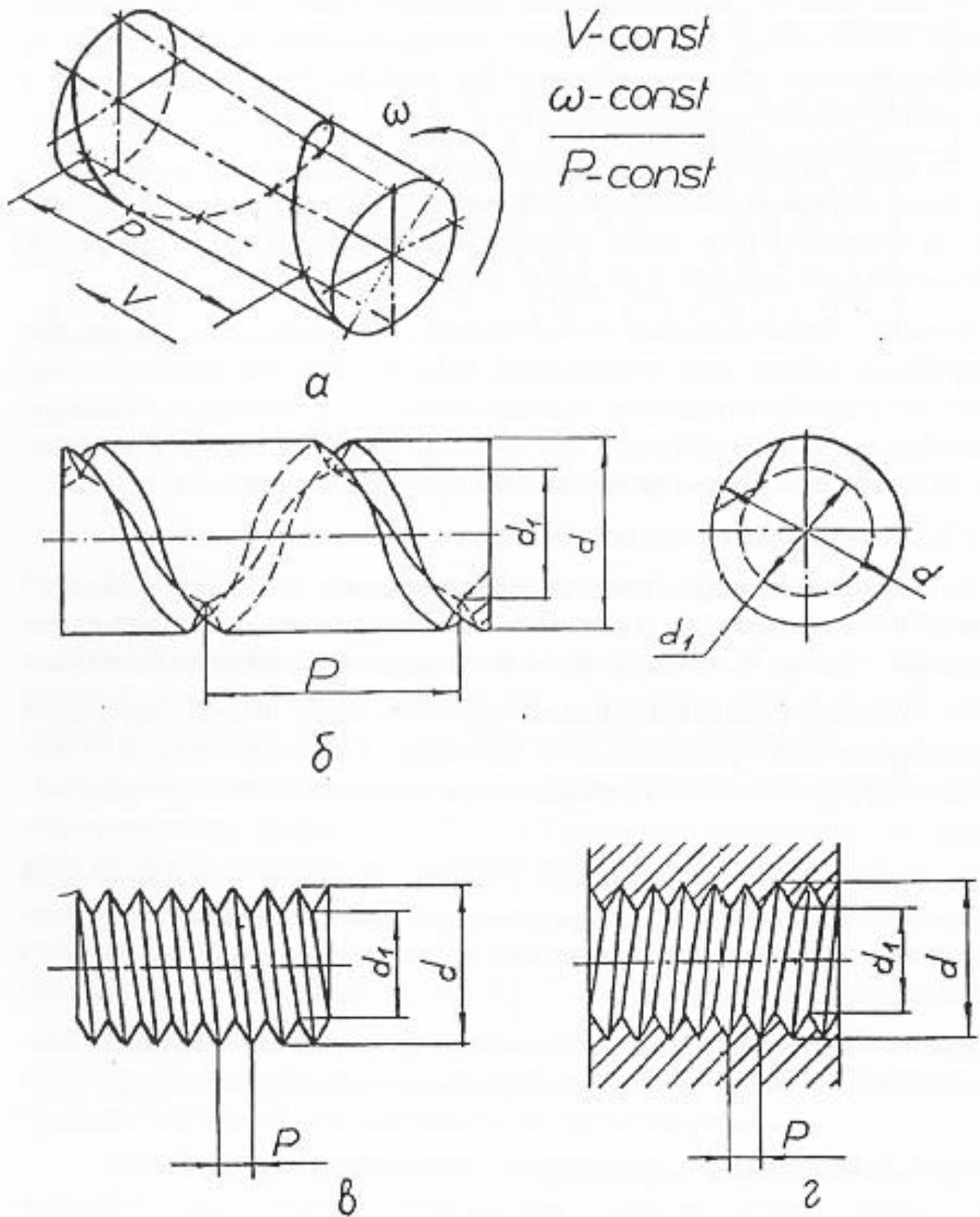


Рис. 1. Образование резьбы:
 а – винтовая линия постоянного шага P ; б – винтовая поверхность;
 в – резьба на стержне; г – резьба в отверстии

Наиболее распространенные резьбы можно разделить на цилиндрические и конические, выполняемые соответственно на поверхности прямого кругового цилиндра или прямого кругового конуса.

В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы. У правой резьбы подъем винтового выступа на видимой (передней) стороне поверхности детали идет слева направо, у левой – справа налево.

По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные. Однозаходная резьба образована одним профилем. Если в образовании резьбы участвуют два, три и более одинаковых профилей, то образуется многозаходная резьба (двух-, трехзаходная и т. д.)

Резьбы подразделяются на стандартизованные, т. е. имеющие стандартные профиль, шаг и наружный диаметр (все эти резьбы однозаходные), не стандартизованные и специальные (т. е. имеющие стандартный профиль, но нестандартные шаг или наружный диаметр). К не стандартизованным относятся прямоугольная и квадратная резьбы.

По своему назначению резьбы подразделяются на три вида.

1. Крепежные, служащие для неподвижного соединения деталей при различных статических и динамических нагрузках и различном температурном режиме. К ним относятся метрические и дюймовые резьбы.

2. Ходовые (трапецеидальные, прямоугольные и др.), служащие для преобразования вращательного движения в поступательное с восприятием больших усилий при сравнительно малых скоростях движений.

3. Крепежно-уплотнительные (соединительные), служащие для обеспечения герметичности соединения при различном температурном режиме. Это трубные (цилиндрические и конические) резьбы и коническая дюймовая резьба.

Общие понятия о резьбе, ее основные элементы и параметры приведены в ГОСТ 11708—82 «Резьба. Термины и определения».

1.2. Основные элементы и параметры резьбы

Основные элементы и параметры резьбы приведены на *рис. 2*.

Ось резьбы – ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, шей через ее ось.

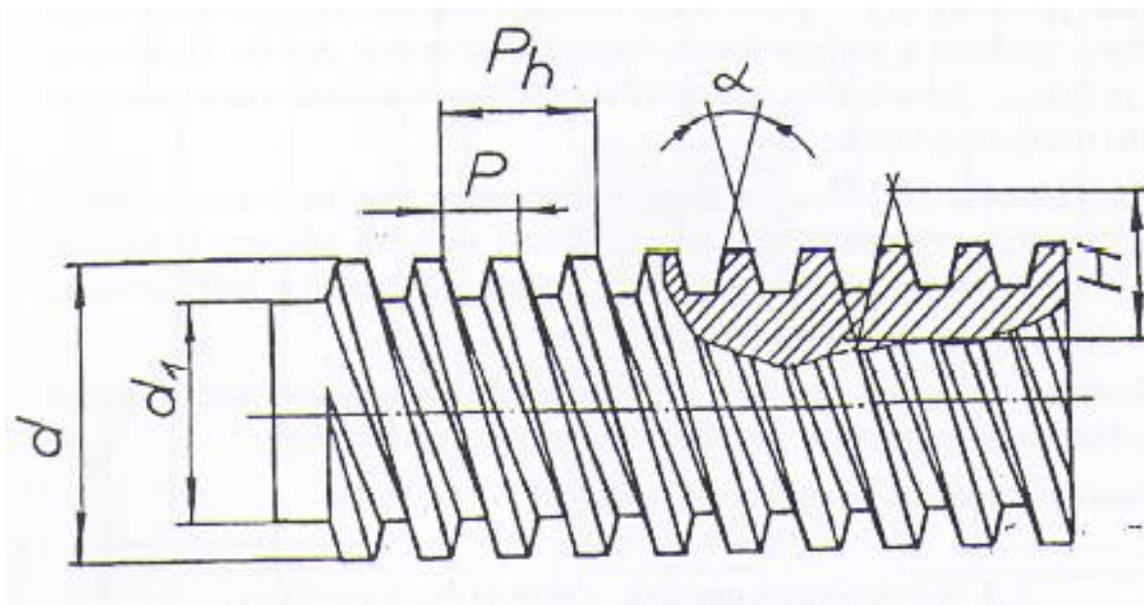


Рис. 2. Основные параметры резьбы

Наружный диаметр цилиндрической резьбы (d) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы. Обычно наружный диаметр резьбы принимают за номинальный, который характеризует размер резьбы и используется при ее обозначении.

Внутренний диаметр цилиндрической резьбы (d_1) – диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы.

Наружный диаметр конической резьбы – диаметр прямого кругового конуса в основной плоскости, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр конической резьбы – диаметр воображаемого прямого кругового конуса в основной плоскости, вписанного во впадины наружной или в вершины внутренней резьбы.

Под основной плоскостью подразумевается плоскость, перпендикулярная к оси трубы и совпадающая с торцом детали (муфты), имеющей внутреннюю резьбу. Если трубу с наружной конической резьбой ввинтить в деталь (муфту) без натяга, то труба (муфта) войдет туда на некоторую длину, определяющую положение основной плоскости относительно конца (торца) трубы.

Угол профиля (α) – угол между боковыми сторонами профиля.

Шаг резьбы (P) – расстояние между соседними одноименными сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (для конической резьбы – проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего соседние вершины профиля резьбы).

Ход резьбы (Ph) можно охарактеризовать как величину полного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ($Ph = P$), в многозаходной – шагу резьбы, умноженному на число заходов (**h**): $Ph = h \times P$.

Высота профиля резьбы – расстояние между выступом и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Высота исходного треугольника – H.

1.3. Технологические элементы резьбы

Помимо нарезания резьбы резцом для изготовления большинства стандартных резьб широко применяется нарезание наружной резьбы плашками и внутренней резьбы метчиками на заранее подготовленной заготовке детали диаметра **d** на стержне и **d₁** в отверстии (*рис. 3*).

Плашки и метчики имеют цилиндрическую калибрующую часть, обеспечивающую нарезание резьбы полного профиля, и коническую заборную часть. В результате наличия заборной части при нарезании резьбы в зоне перехода резьбы изделия к ненарезанной поверхности остается участок с постепенно уменьшающимся по высоте профилем (неполный профиль), называемый сбегом резьбы. Сбег резьбы на чертежах изображают наклонной сплошной тонкой линией; для упрощения размер резьбы указывают без сбega резьбы.

При нарезании резьбы на стержне, ограниченном какой-либо опорной поверхностью (например, головкой болта), или в глухом отверстии плашка (метчик) во избежание поломки не доводится до упора в опорную поверхность (в дно отверстия), в результате чего будет иметь место недовод резьбы.

Участок, включающий в себя сбег и недовод резьбы, называется недорезом резьбы – **a** (*рис. 3, б, д*).

Для облегчения процесса нарезания резьбы и соединения между собой резьбовых деталей при подготовке заготовок на конце стержня и в начале отверстия выполняют фаски – **с**, представляющие собой усеченный конус с углом между образующими 90° (на стержне) и, как правило, 120° (в отверстии) (*рис. 3, а, з*). Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой изображают только на главном виде. При проецировании на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, фаски не показывают. Фаски обозначают в соответствии с ГОСТ 2.307-2011.

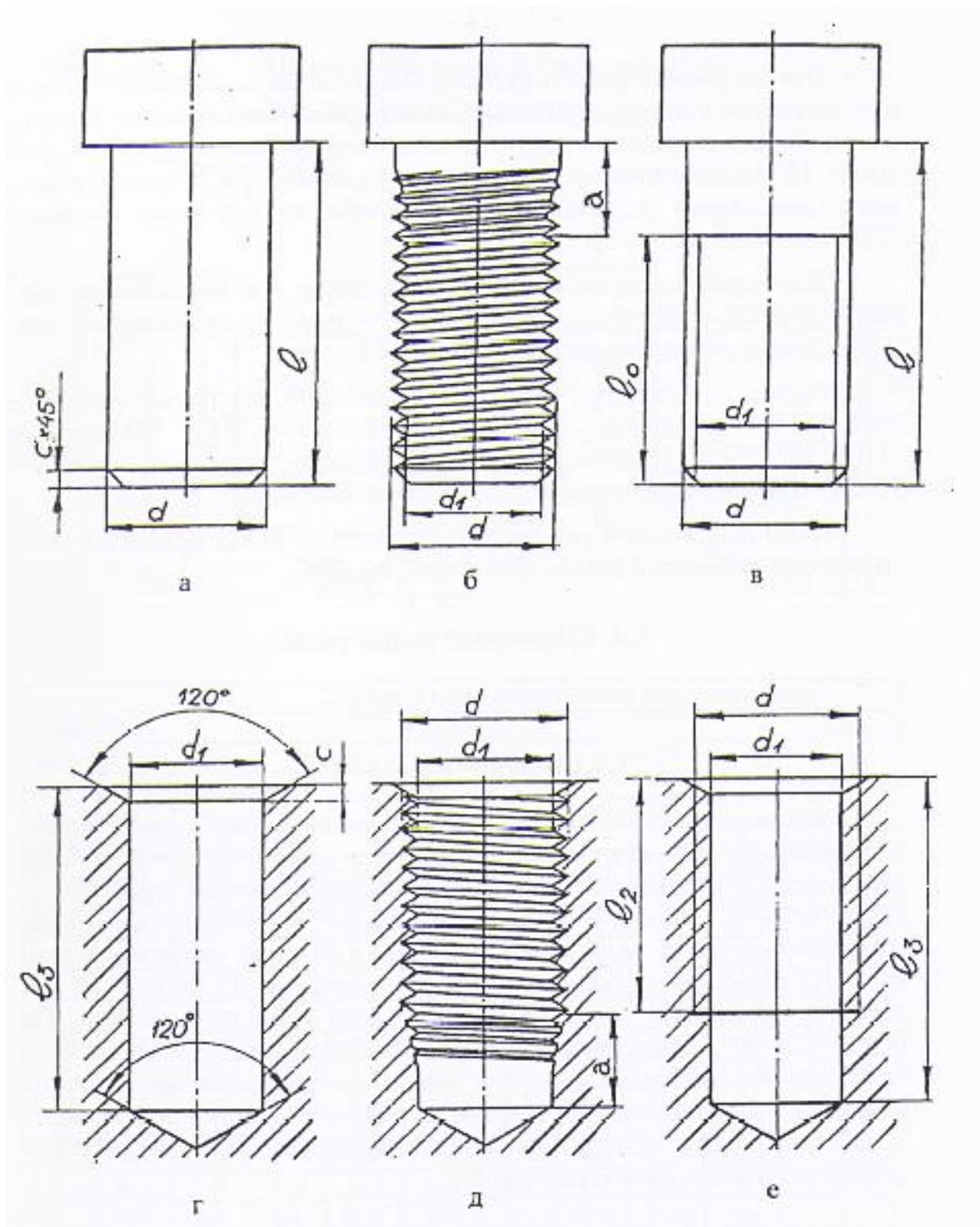


Рис. 3. Образование резьбы:

- a* – гладкий стержень; *б* – резьба, нарезанная на стержне;
- в* – условное изображение резьбы на стержне; *г* – гладкое глухое отверстие;
- д* – резьба, нарезанная в глухом отверстии;
- е* – условное изображение резьбы в глухом отверстии

Для получения резьбы полного профиля на всей длине стержня или отверстия у конца резьбы для выхода резьбонарезающего инструмента обычно выполняют соответственно наружные и внутренние проточки. На чертеже проточки выполняют упрощенно, а их форму и размеры показывают в увеличенном масштабе на выносном элементе (ГОСТ 2.305-2008, п. 5.1-5.3).

Для большинства стандартных резьб форму и размеры фасок, сбегов, недорезов и проточек в зависимости от шага и номинального диаметра резьбы устанавливает ГОСТ 10549-80.

Формы и размеры фасок для наружной и внутренней метрической резьбы крепежных изделий устанавливает ГОСТ 12414-94 и ГОСТ 10549-80. В табл. 1 приведены размеры фасок и проточек по ГОСТ 10549-80 в зависимости от шага резьбы P .

Шаги метрической резьбы определяются по ГОСТ 8724—2002 в зависимости от диаметра d резьбы (см. табл. 24, с.136).

1.4. Основные типы резьб

Основные типы резьб приведены в *табл. 2*.

1.4.1. Метрическая резьба

Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы и применяется при изготовлении крепежных изделий (болтов, винтов, гаек и др.). Профиль и основные параметры резьбы установлены ГОСТ 9150-2002. Профиль резьбы представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля 60° . Вершины и впадины профиля срезаны на $1/8 H$. Основные размеры резьбы приведены в ГОСТ 24705-2004. Метрические резьбы могут быть с крупным и мелким шагами. По ГОСТ 8724-2002 каждому номинальному диаметру резьбы соответствует несколько мелких шагов. Резьбы с мелким шагом применяют в тонкостенных соединениях для увеличения их герметичности, в целях уменьшения возможности самоотвинчивания, для осуществления регулировки в приборах точной механики и оптики.

1.4.2. Дюймовая резьба

Дюймовая резьба применяется только при ремонте импортного оборудования. Основные параметры резьбы были установлены ОСТ НКТП 1260. В настоящее время этот стандарт отменен, и применение дюймовой резьбы во вновь проектируемых разработках не допускается.

Т а б л и ц а 1. Проточки и фаски (ГОСТ 10549-80)

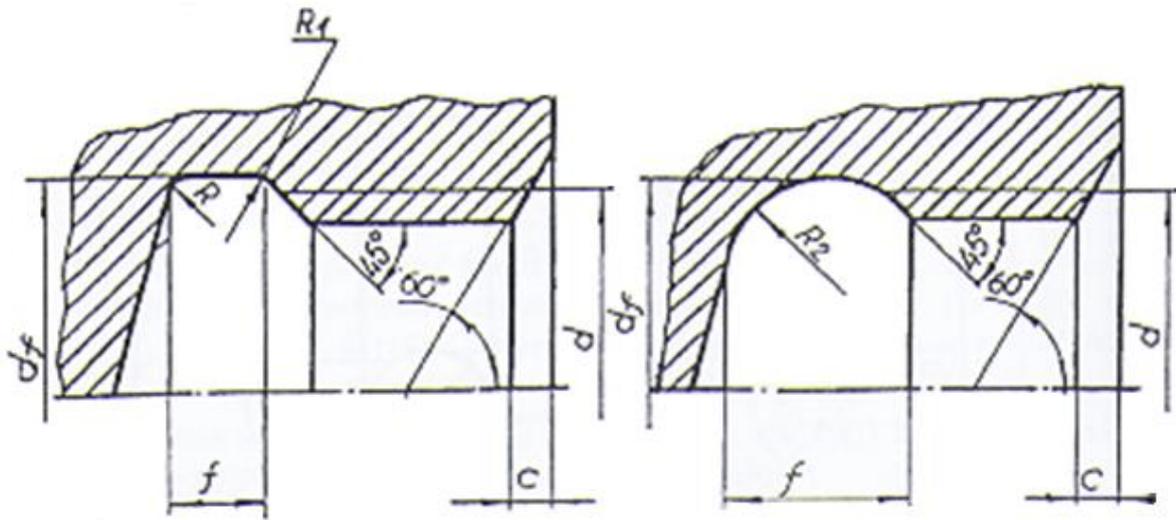
Наружная метрическая резьба										
Проточка типа 1						Проточка типа 2				
мм										
Шаг резь- бы Р	Проточка									Фас- ка С
	Тип 1						Тип 2		d _f	
	Нормальная			Узкая			f	R ₂		
	f	R	R ₁	f	R	R ₁				
0.45	1.0	0.3	0.2	—	—	—	—	—	d·0.7	0.3
0.5	1.6	0.5	0.3	1.0	0.3	0.2	—	—	d·0.8	0.5
0.6	1.6	0.5	0.3	1.0	0.3	0.2	—	—	d·0.9	0.5
0.7	2.0	0.5	0.3	1.6	0.5	0.3	—	—	d·1.0	0.5
0.75	2.0	0.5	0.3	1.6	0.5	0.3	—	—	d·1.2	1.0
0.8	3.0	1.0	0.5	1.6	0.5	0.3	—	—	d·1.2	1.0
1	3.0	1.0	0.5	2.0	0.5	0.3	3.6	2.0	d·1.5	1.0
1.25	4.0	1.0	0.5	2.5	1.0	0.5	4.4	2.5	d·1.8	1.6
1.5	4.0	1.0	0.5	2.5	1.0	0.5	4.6	2.5	d·2.2	1.6
1.75	4.0	1.0	0.5	2.5	1.0	0.5	5.4	3.0	d·2.5	1.6
2.0	5.0	1.6	0.5	3.0	1.0	0.5	5.6	3.0	d·3.0	2.0
2.5	6.0	1.6	1.0	4.0	1.0	0.5	7.3	4.0	d·3.5	2.5
3.0	6.0	1.6	1.0	4.0	1.0	0.5	7.6	4.0	d·4.5	2.5
3.5	8.0	2.0	1.0	5.0	1.6	0.5	10.2	5.5	d·5.0	2.5
4	8.0	2.0	1.0	5.0	1.6	0.5	10.3	5.5	d·6.0	3.0
6	12.0	3.0	1.0	8.0	2.0	1.0	16.0	8.5	d·9.0	4.0

Допускается применять угол 60°.

Внутренняя метрическая резьба

Проточка типа 1

Проточка типа 2



мм

Шаг резь- бы P	Проточка								Фас- ка C	
	Тип 1						Тип 2			df
	Нормальная			Узкая			f	R ₂		
	f	R	R ₁	f	R	R ₁				
0.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3
0.5	2.0	0.5	0.3	1.0	0.3	0.2	—	—	d+0.3	0.5
0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
0.75	3.0	1.0	0.5	1.6	0.5	0.3	—	—	d+0.4	1.0
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
1	4.0	1.0	0.5	2.0	0.5	0.3	3.6	2.0	d+0.5	1.0
1.25	5.0	1.6	0.5	3.0	1.0	0.5	4.5	2.5	d+0.5	1.0
1.5	6.0	1.6	1.0	3.0	1.0	0.5	5.4	3.0	d+0.7	1.6
1.75	7.0	1.6	1.0	4.0	1.0	0.5	6.2	3.5	d+0.7	1.6
2.0	8.0	2.0	1.0	4.0	1.0	0.5	6.5	3.5	d+1.0	2.0
2.5	10	3.0	1.0	5.0	1.6	0.5	8.9	5.0	d+1.0	2.5
3.0	10.0	3.0	1.0	6.0	1.6	1.0	11.4	6.5	d+1.2	2.5
3.5	10.0	3.0	1.0	7.0	1.6	1.0	13.1	7.5	d+1.2	3.0
4	12.0	3.0	1.0	8.0	2.0	1.0	14.3	8.0	d+1.5	3.0
6	16	3.0	1.0	12	3.0	1.0	18.9	10.5	d+2.0	4.0

Допускается применять угол 60°.

Профиль дюймовой резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом профиля 55° . Вершины и впадины профиля срезаны на $1/6 H$. Наружный диаметр дюймовой резьбы указывают в дюймах; один дюйм (1 ") равен 25,4 мм. Шаг резьбы характеризуется количеством витков (или так называемых ниток) резьбы на длине, равной 1 ".

1.4.3. Трапецеидальная резьба

Профиль резьбы – равнобочная трапеция с углом профиля 30° . Трапецеидальная резьба может быть правой и левой, однозаходной и многозаходной. Форма профиля и основные размеры диаметров и шагов трапецеидальной однозаходной резьбы приведены в ГОСТ 9481-81 и ГОСТ 24737-81. Эта резьба применяется, главным образом, в деталях механизмов для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках (в ходовых винтах, винтах суппортов и т. д.).

1.4.4. Упорная резьба

Форму профиля, размеры диаметров и шагов для однозаходной упорной резьбы устанавливает ГОСТ 10177-82. Профиль резьбы – неравнобокая трапеция, одна сторона которой наклонена к вертикали под углом 3° (рабочая сторона профиля), а другая – под углом 30° (нерабочая сторона профиля).

Упорная резьба характеризуется высокой прочностью; винтовая пара с упорной резьбой характеризуется высоким КПД. Упорную резьбу применяют для передачи больших односторонних усилий (в винтовых прессах, домкратах, грузоподъемных крюках и т. п.).

1.4.5. Прямоугольная резьба

Прямоугольная резьба не стандартизована. Профиль резьбы – прямоугольник. При изображении резьбы указывают ее профиль и размеры. Прямоугольная резьба применяется в соединениях, где не должно быть самоотвинчивания под действием приложенных нагрузок (в ходовых винтах домкратов, прессов и т. п.).

Обладая, по сравнению с трапецеидальной резьбой, более высоким КПД, эта резьба менее прочна и сложнее в изготовлении.

1.4.6. Трубная цилиндрическая резьба

В соответствии с ГОСТ 6357-81 профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом профиля 55° . Вершины и впадины профиля скруглены.

В условном обозначении трубной цилиндрической резьбы на чертежах указывается в дюймах внутренний диаметр (условный проход D_y) трубы, на внешней поверхности которой выполняется данная резьба.

Так, трубная цилиндрическая резьба с условным размером $3/4$ " (19,05 мм) имеет $D_y = 19,05$ мм. Фактически же внутренний диаметр резьбы $d_1 = 24,1$ мм, а наружный диаметр резьбы $d = 26,4$ мм (см. табл. 2, п. 3).

Условный проход деталей, имеющих внутреннюю цилиндрическую резьбу, например, фитингов (соединительных фасонных частей трубопровода – муфта, тройник, угольник) считается по условному проходу тех труб, для соединения которых они предназначены.

Практически трубная цилиндрическая резьба является дюймовой резьбой с мелким шагом и благодаря малой высоте профиля может выполняться на деталях с тонкими стенками, не ослабляя их.

Трубную цилиндрическую резьбу применяют для соединения водо- и газопроводных труб, тонкостенных цилиндрических деталей, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической резьбой по ГОСТ 6211-81.

Профили наружной и внутренней цилиндрической резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность соединений.

1.4.7. Конические резьбы

Конические резьбы нарезают на коническом стержне или в коническом отверстии с конусностью 1:16. Номинальные размеры диаметров этих резьб (в дюймах) измеряют в основной плоскости.

1. Трубная коническая резьба (ГОСТ 6211-81)

Профиль резьбы – равнобедренный треугольник с углом профиля 55° ; вершины и впадины профиля скруглены.

Размеры трубной конической резьбы в основной падают с размерами трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81.

Эту резьбу применяют для повышения герметичности соединения труб при больших давлениях жидкости или газа (например, в газовых баллонах). Детали с трубной конической резьбой можно соединить с деталями с трубной

цилиндрической резьбой при условии, что их номинальные диаметры одинаковы.

2. Коническая дюймовая резьба (ГОСТ 6111 -81)

Профиль резьбы – равносторонний треугольник. Резьба применяется для получения герметичных резьбовых соединений топливных, масляных и воздушных трубопроводов, машин и станков.

3. Коническая метрическая резьба

Профиль резьбы, диаметры, шаги и основные размеры установлены ГОСТ 25229-82.

Помимо перечисленных выше резьб имеются специальные стандартные резьбы:

- метрическая – для приборостроения;
- для цоколей электроламп (ГОСТ 6042-71);
- окулярная – для оптических приборов (ГОСТ 5359-77) и др.

1.5. Изображение резьбы на чертежах

Правила изображения и нанесения обозначений резьбы на чертежах регламентирует ГОСТ 2.311-2011 (примеры приведены в *табл. 2*).

Наружная резьба (на стержне) изображается сплошными основными линиями по наружному диаметру **d** и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру **d₁**. Расстояние между основной и тонкой линиями принимают равным не менее 0,8 мм и не более величины шага резьбы.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня с резьбой, сплошные тонкие линии должны пересекать линию границы фаски на конце стержня и доходить до сплошной основной линии, определяющей границу резьбы.

На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, наружный диаметр резьбы изображается в виде окружности сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – тонкой сплошной линией – дугой, разомкнутой приблизительно на 1/4 окружности; на этом виде фаска не изображается.

Внутренняя резьба (в отверстии) изображается на разрезах, параллельных оси отверстия, сплошными основными линиями по внутреннему диаметру **d₁** резьбы и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру **d**. При этом штриховку в разрезе следует доводить до сплошной основной линии.

На видах, полученных при проецировании на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, внутренний диаметр резьбы **d₁**

изображается сплошной основной линией, а наружный диаметр **d** – сплошной тонкой линией – дугой окружности, разомкнутой в любом месте и равной приблизительно 3/4 окружности.

При необходимости изображения профиля резьбы следует применять либо разрез, либо выносной элемент, выполненный в увеличенном масштабе (табл. 2, п. 6).

В резьбовых соединениях резьба на стержне закрывает резьбу в отверстиях (рис. 3, и, к).

1.6. Обозначение резьбы на чертежах

Стандарты, устанавливающие параметры резьбы, предусматривают также ее условное обозначение на чертеже, которое, как правило, включает указываемую в определенной последовательности информацию (буквенную и цифровую), содержащую следующие сведения.

1) Тип резьбы, например:

M – метрическая;

Tr – трапецеидальная;

S – упорная;

G – трубная цилиндрическая;

R – трубная коническая наружная;

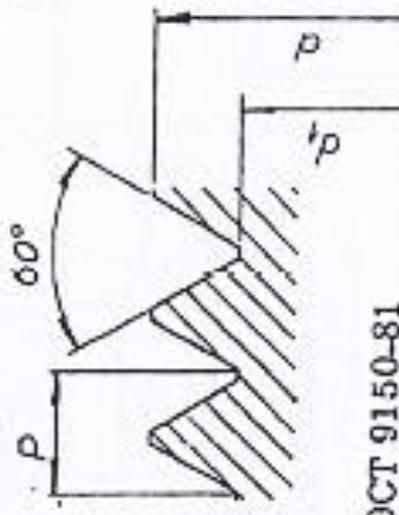
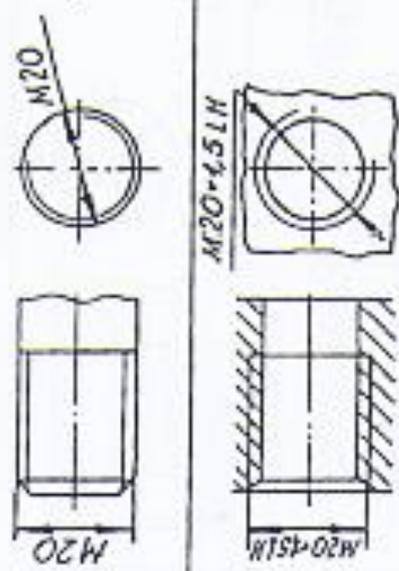
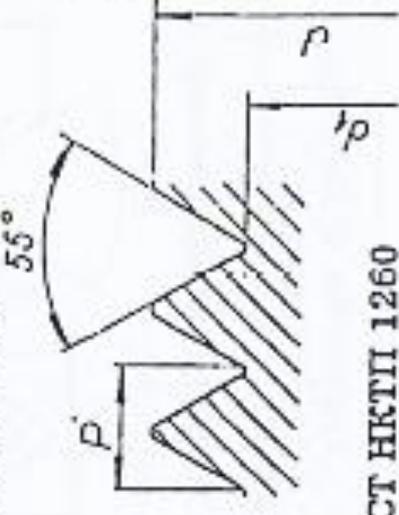
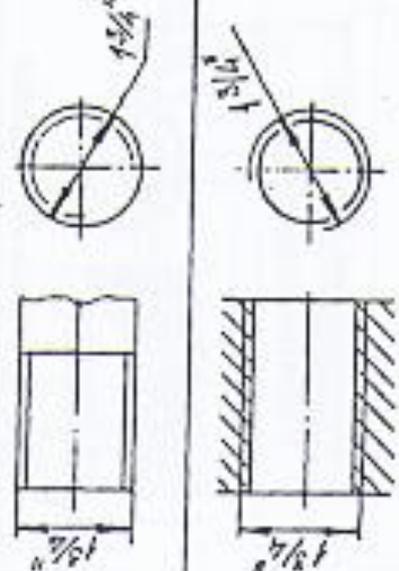
R_c – трубная коническая внутренняя.

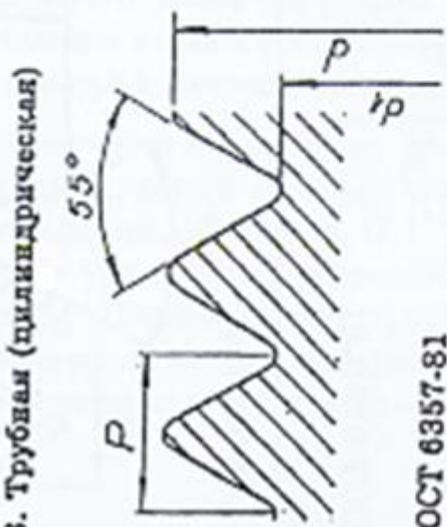
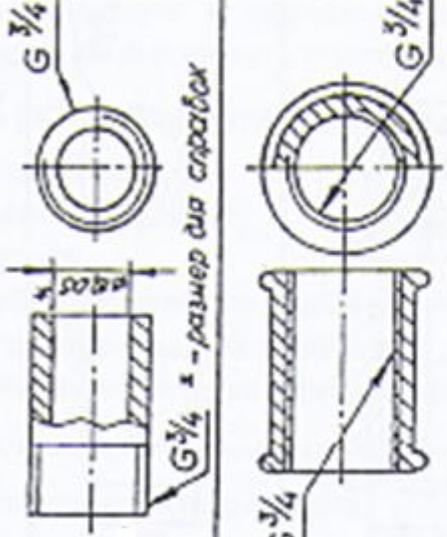
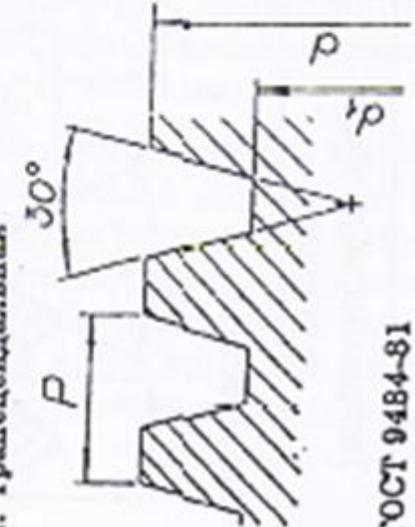
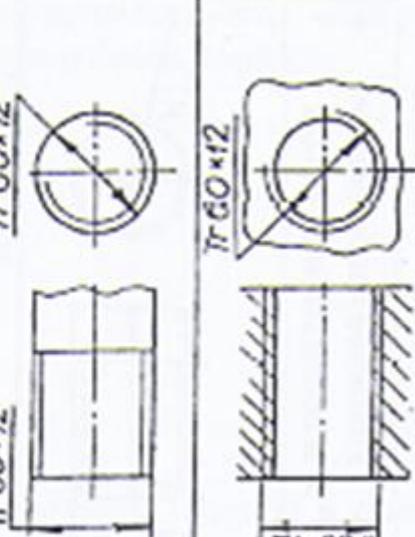
2) Номинальный диаметр резьбы **d**.

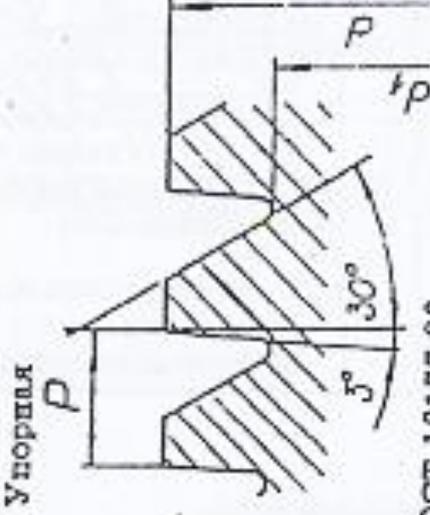
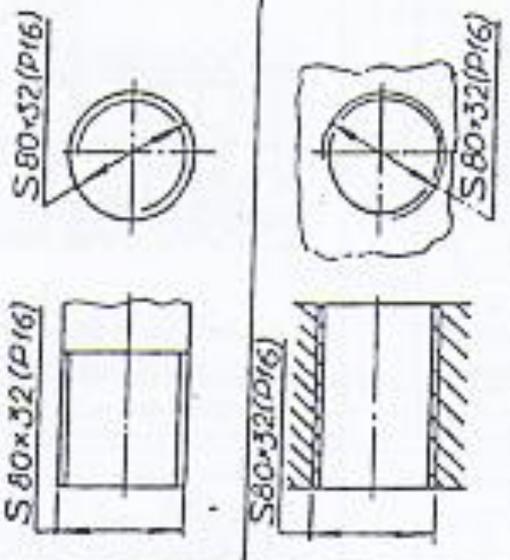
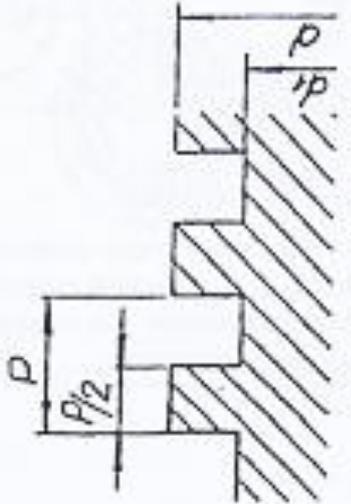
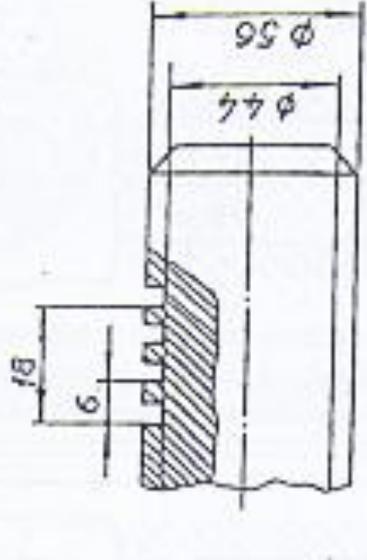
В обозначении метрической, трапецеидальной, упорной и специальных резьб число, стоящее за ее буквенным обозначением, показывает величину наружного диаметра резьбы в миллиметрах, например, M16, Tr24. Исключением является дюймовая резьба, обозначаемая величиной наружного диаметра в дюймах, например, $1\frac{1}{2}$ ($1''=25,4$ мм).

При обозначении на чертежах трубной цилиндрической и трубной конической резьб диаметр резьбы указывают также в дюймах, но без надстрочных индексов, например, **G** $1\frac{1}{2}$, **R** $\frac{3}{4}$, при этом размер трубной резьбы в дюймах указывает внутренний диаметр трубы (величину условного прохода D_y). Поэтому размер трубной резьбы указывают не размерными линиями и числами, как это принято для остальных типов резьб, а размерными числами на полке линии – выноски, заканчивающейся стрелкой на сплошной основной линии резьбы, как показано в табл. 2, п. 3.

Т а б л и ц а 2. Типы резьб

Тип резьбы, ее профиль и стандарт	Условное изображение и обозначение резьбы	Наименование резьбы и ее характеристика
<p>1. Метрическая</p>  <p>ГОСТ 9150-81</p>		<p>Резьба метрическая, правая, с крупным шагом, номинальный диаметр – 20 мм</p> <p>Резьба метрическая, левая, с мелким шагом 1.5 мм, номинальный диаметр – 20 мм</p>
<p>2. Дюймовая</p>  <p>ОСТ НКТП 1260</p>		<p>Резьба дюймовая, правая, номинальный диаметр 1 3/4"</p>

Тип резьбы, ее профиль и стандарт	Условное изображение и обозначение резьбы	Наименование резьбы и ее характеристика
<p>3. Трубан (цилиндрическая)</p>  <p>ГОСТ 6357-81</p>		<p>Резьба трубная цилиндрическая, условный диаметр - 3/4"</p> <p>Примечание: 3/4" = 19,05 мм</p>
<p>4. Трапецеидальная</p>  <p>ГОСТ 9484-81</p>		<p>Резьба трапецеидальная, односторонняя, правая, с номинальным диаметром 60 мм и шагом 12 мм</p>

Тип резьбы, ее профиль и стандарт	Условное изображение и обозначение резьбы	Наименование резьбы и ее характеристика
<p>5. Упорная</p>  <p>ГОСТ 10177-82</p>		<p>Резьба упорная, правая, двухзаходная, с номинальным диаметром 80 мм, шаг – 16 мм</p>
<p>6. Прямоугольная</p>  <p>Нестандартная</p>		<p>Резьбы прямоугольная, правая, трехзаходная с нестандартным профилем, шаг – 6 мм, ход – 18 мм, наружный диаметр резьбы – 56 мм, внутренний – 44 мм</p>

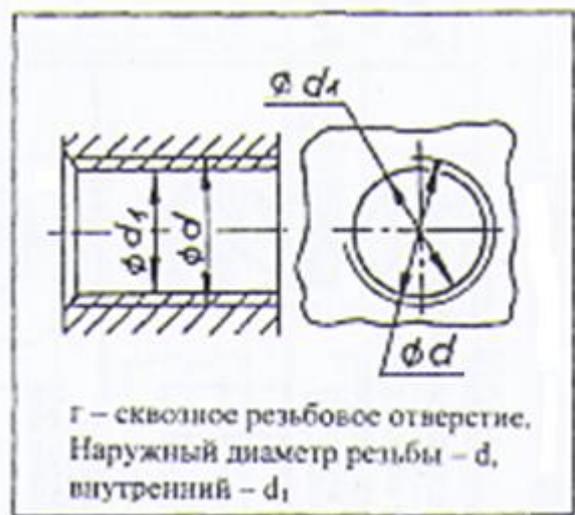
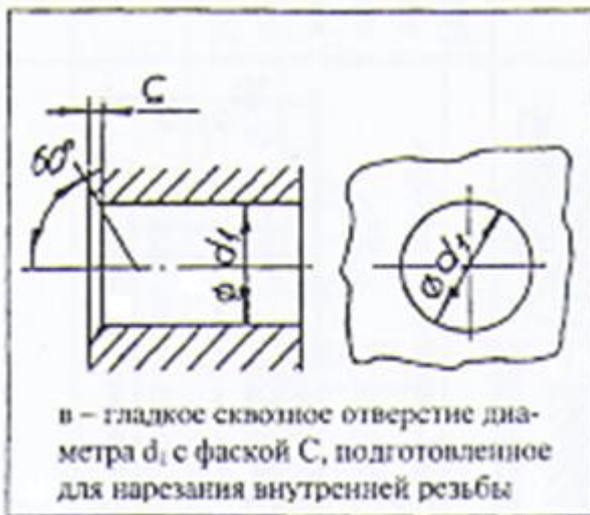
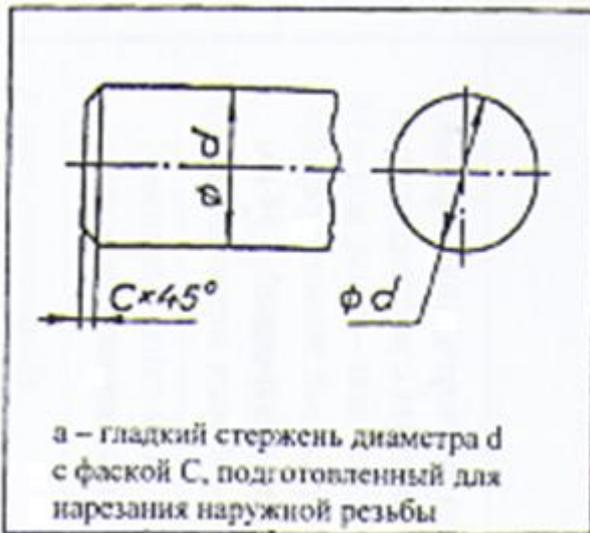
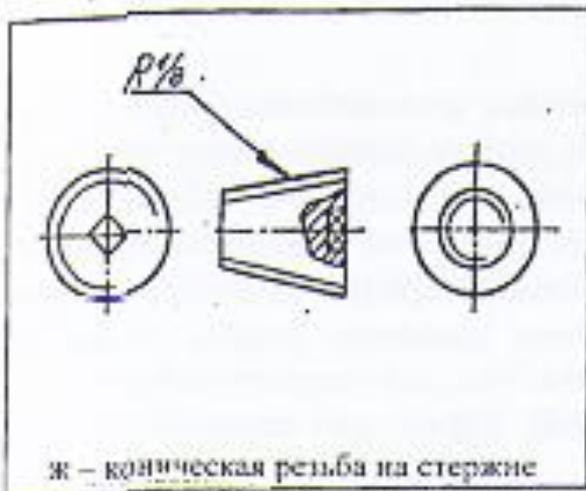


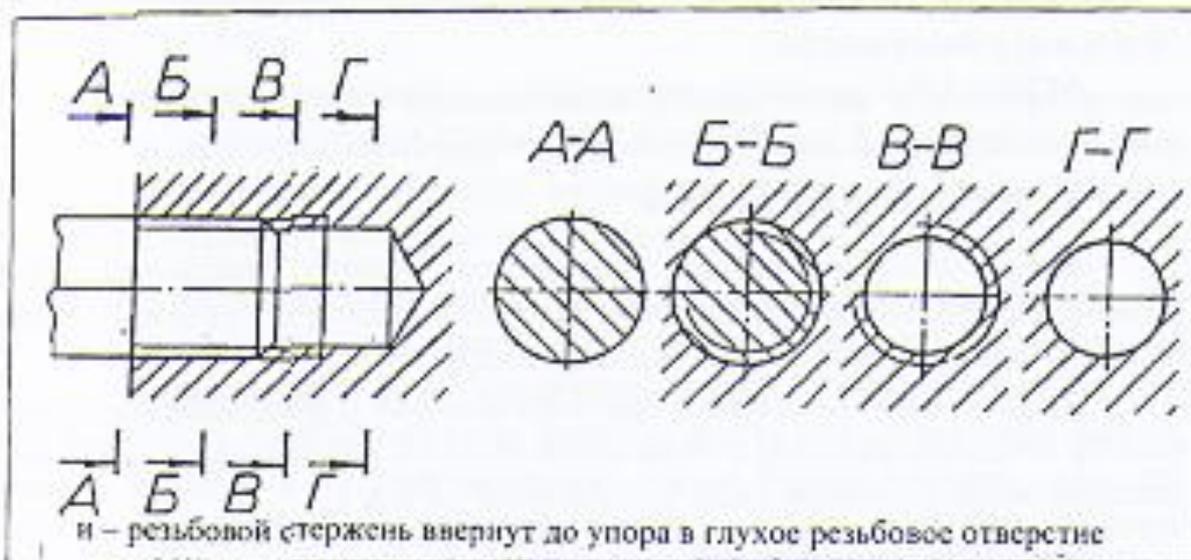
Рис. 4. Изображение резьбы



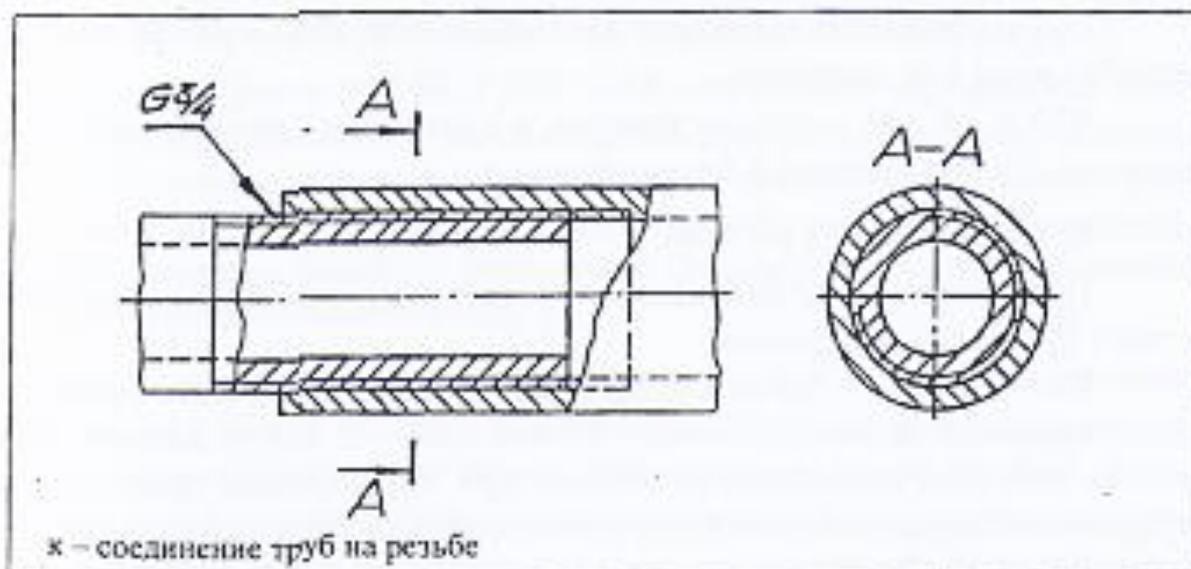
ж – коническая резьба на стержне



з – коническая резьба в отверстии



и – резьбовой стержень ввернут до упора в глухое резьбовое отверстие



к – соединение труб на резьбе

Окончание рис. 4

3) Шаг резьбы

Мелкий шаг метрической резьбы, а также мелкий шаг трапецеидальной, упорной и специальных резьб указывают через знак « \times », так как такой шаг может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы, или нестандартным в случае специальных резьб. Величина шага не входит в обозначение метрической резьбы с крупным шагом, так как каждому наружному диаметру резьбы соответствует только одно значение крупного шага. Так, для метрической резьбы с наружным диаметром 20 мм существует только один крупный шаг, равный 2,5 мм. Например:

$M20$ – резьба метрическая с номинальным (наружным) диаметром 20 мм и крупным шагом;

$M20 \times 1,5$ – резьба метрическая с номинальным диаметром 20 мм и мелким шагом 1,5 мм; $M20 \times 1$, $M20 \times 0,75$ и др.

4) Число заходов резьбы

Многозаходную резьбу обозначают буквой, показывающей тип резьбы, номинальным диаметром, величиной хода и буквой **P** с числовым значением шага (в скобках), например:

$Tr32 \times 12(P6)$ – резьба трапецеидальная с номинальным диаметром 32 мм, двухзаходная с величиной хода 12 мм при шаге 6 мм (число заходов равно величине хода, поделенной на шаг).

5) Направление резьбы

Правая резьба на чертежах не указывается. Левая резьба обозначается буквами **LH**, например:

$S20 \times 1,5 LH$ – резьба упорная с наружным (номинальным) диаметром – 20 мм, шагом – 1,5 мм, левая.

6) Специальные резьбы

При обозначении специальных резьб перед указанием типа резьбы ставят буквы **Sp**, например:

Sp Tr 50 \times 5 – резьба специальная, трапецеидальная, однозаходная, наружный диаметр резьбы – 50 мм, шаг – 5 мм. В данном случае резьба является специальной, так как при стандартных профиле и наружном диаметре имеет нестандартный шаг (стандартные шаги для диаметра 50 – 3, 8, 12).

Примеры условного изображения и обозначения резьбы на чертежах представлены в *табл. 2* и на *рис. 3, 4*.

Глава 2. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Крепежные изделия — это вспомогательные детали, предназначенные для соединения деталей машин. Они подразделяются на крепежные изделия с резьбой (болты, винты, шпильки, гайки и т. д.) и без резьбы (штифты, шплинты, шпонки, заклепки и т. д.). Ниже рассмотрены основные типы крепежных изделий, их изображение и обозначение на чертежах.

2.1. Болты

Болт — это цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом.

В машиностроении применяются стандартные и нестандартные типы болтов, отличающиеся друг от друга по форме и размерам головки и стержня, шагу резьбы, точности изготовления (болты нормальной, повышенной и грубой точности) и исполнению.

Форма головки болта может быть шестигранной, квадратной, полукруглой, потайной, цилиндрической, с квадратным подголовком или усом для предотвращения от проворачивания, Т- или Г-образной (закладные болты). Особую группу болтов составляют откидные болты, имеющие отличную от перечисленных выше форму головки, или, например, анкерные (фундаментные) болты, часто не имеющие головки. На *рис. 5* представлены некоторые из перечисленных выше типов болтов, а на *рис. 10, а* чертеж болта с шестигранной головкой.

Стержень болта по ГОСТ 27017-86 может быть нормальным (диаметр гладкой ненарезанной части стержня равен номинальному диаметру резьбы), уменьшенным (диаметр гладкой части стержня равен среднему диаметру резьбы), увеличенным (диаметр стержня больше номинального диаметра резьбы), утоненным (диаметр меньше внутреннего диаметра резьбы) и ступенчатым.

Болты применяют для соединения двух или нескольких деталей. Болтовое соединение не требует нарезания резьбы в отверстиях соединяемых деталей. Закладные болты применяются в тех случаях, когда стержень болта не может быть введен в отверстие в направлении его оси и закладывается сбоку в прорези или пазы, выполненные в соединяемых деталях.

Выбор типа болтов зависит от назначения изделия и условий его работы. Конструктивные формы и размеры болтов регламентированы соответствующими стандартами. Наибольшее применение получили болты с шестигранной головкой, нормальным стержнем и конической фаской. Конструкция и размеры болтов по ГОСТ 7798-80 и ГОСТ 7805-80 приведены на с. 76 - 83. Болты с шестигранной головкой изготавливают в трех исполнениях:

исполнение 1 – без отверстий в головке и стержне;
исполнение 2 – с отверстием (под шплинт) на резьбовой части стержня;
исполнение 3 – с двумя сквозными отверстиями в головке болта для крепления проволокой головок группы болтов.

Шестигранные головки болтов могут быть нормальной и уменьшенной высоты.

К основным размерам, характеризующим болт, обычно относят наружный (номинальный) диаметр резьбы (**d**) и конструктивную длину болта (*l*). За конструктивную длину болта принимают его длину без учета высоты головки болта.

Длину резьбовой части болта (*l*₀) находят по таблице соответствующего стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы **d** и длины болта *l*.

Размеры головки болта (**S**, **H**, **D**) зависят от величины номинального диаметра резьбы **d**.

На головке болта выполняется торцевая коническая фаска под углом 30°, сглаживающая острые края и облегчающая пользование гаечным ключом, а на резьбовом конце стержня – фаска под углом 45°.

Примеры условного обозначения болтов*:

1. Болт М16 × 60 ГОСТ 7798-80 – болт с метрической резьбой, номинальным диаметром резьбы **d** = 16 мм, длиной *l* = 60 мм, исполнения 1, ГОСТ 7798-70.

2. Болт 2М12 × 1,25 × 60 ГОСТ 7798-80 – болт с метрической резьбой, номинальным диаметром резьбы **d** = 12мм, с мелким шагом резьбы **P** = 1,25, длиной *l* = 60 м, исполнения 2, ГОСТ 7798-80.

Рабочие чертежи крепежных деталей (болтов, шпилек, гаек, шайб и др.) выполняют по действительным размерам, которые берутся из соответствующего стандарта.

На сборочных чертежах и чертежах общего вида в зависимости от назначения и масштаба чертежа крепежные детали изображают по относительным размерам (для болтового и шпилечного соединений относительно номинального диаметра резьбы **d**) и упрощенно или условно по ГОСТ 2.315-2008.

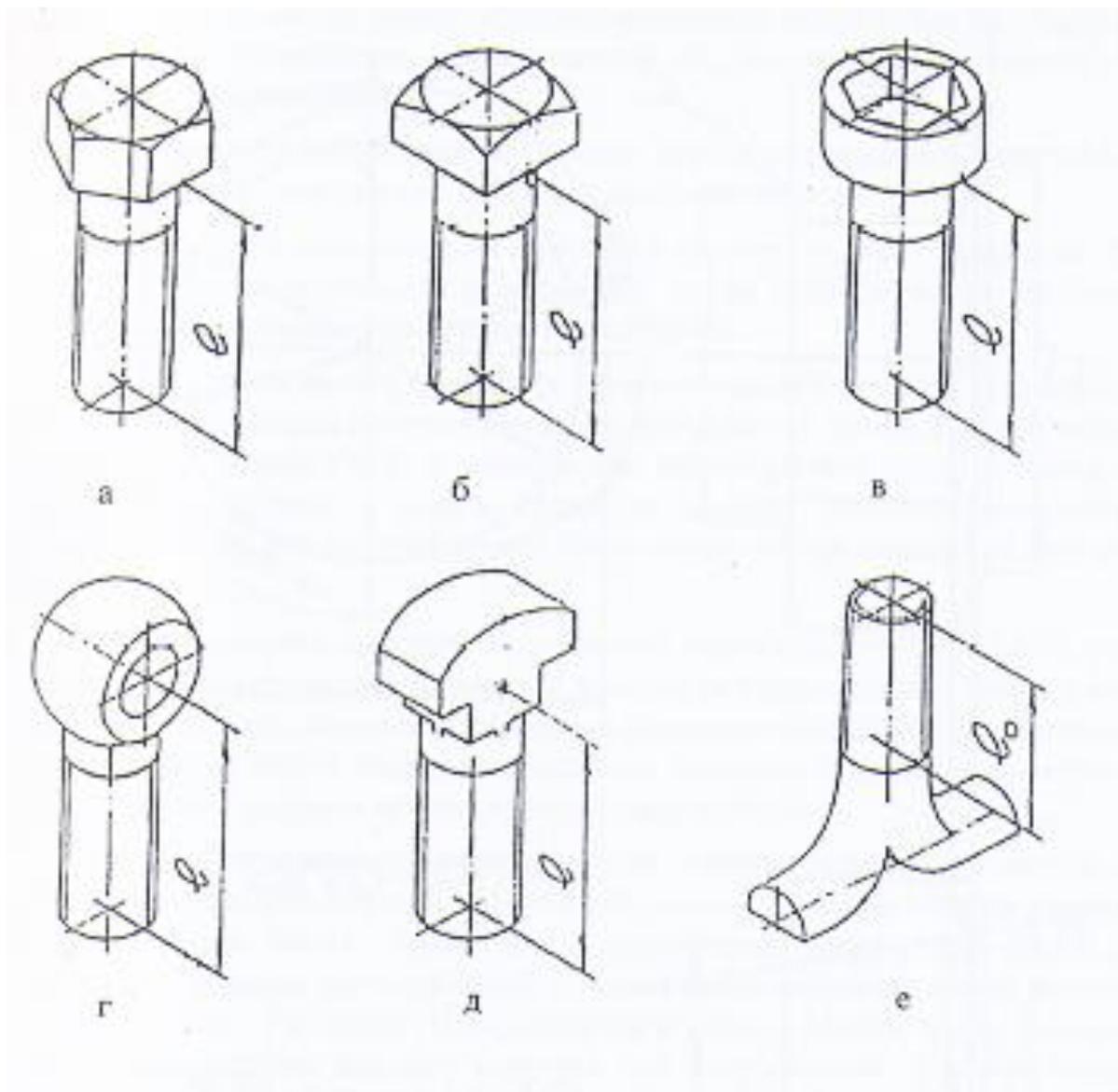


Рис. 5. Болты: *а* – с шестигранной головкой; *б* – с квадратной головкой; *в* – с цилиндрической головкой; *г* – откидной; *д* – закладной; *е* – анкерный

2.1.1. Последовательность выполнения чертежа болта с шестигранной головкой по действительным размерам

Построение головки болта по действительным размерам приведено на *рис. 6*.

Из таблиц «Основные размеры болтов с шестигранной головкой» и «Длина болтов с шестигранной головкой» соответствующего стандарта (см. с 76 - 83) по заданным значениям **d** и *l* определяют остальные размеры болта (высоту головки **H**, диаметр описанной окружности **D**, размер «под ключ» **S**,

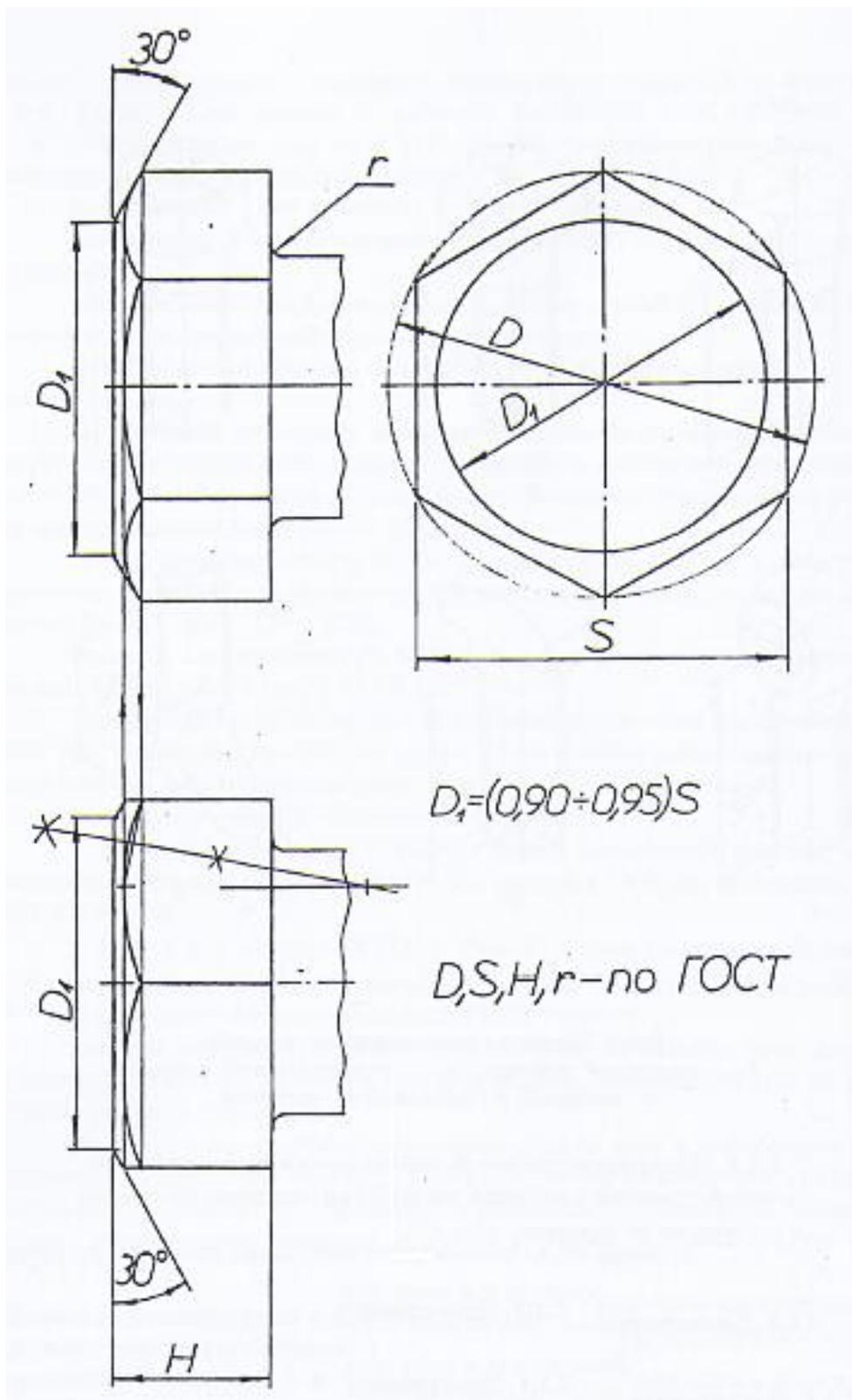


Рис. 6. Построение головки болта по действительным размерам

радиус r , длину резьбовой части болта l_0). Распределяют поле чертежа для видов (главный вид, вид слева и вид сверху) и проводят оси симметрии.

Главный вид болта (вид спереди) всегда располагают так, чтобы ось болта была параллельна основной надписи чертежа.

Сначала на виде слева вычерчивают шестиугольник с размерами D и S . Причем шестиугольник располагают таким образом, чтобы на главном виде были видны три грани головки болта.

На главном виде и виде сверху вычерчивают головку болта в форме прямоугольников соответственно по размерам D , H и S , H и стержень болта по размерам l и d , а затем ребра шестигранной головки болта в проекционной связи с видом слева (на данном чертеже построение стержня болта, как не требующее каких-либо особых пояснений, не показано).

На виде слева проводят окружность диаметра $D_1 = 0,9 \div 0,95S$, которая является линией пересечения плоскости торца головки болта с конической фаской. Линией пересечения поверхности фаски с плоскостью грани головки болта является гипербола, которую в машиностроительном черчении условно заменяют дугой окружности.

Строят проекции окружности D_1 на главном виде и виде сверху, а затем проводят образующие конической фаски под углом 30° к верхнему торцу головки болта. Через точки пересечения конической фаски с крайними ребрами шестигранной головки болта проводят линии проекционной связи. На линии связи, ближней к торцу головки болта, посередине каждой грани находят вершины дуг окружностей; в пересечении другой линии связи с ребрами – крайние правые точки дуг окружностей. По трем найденным точкам строят дуги окружностей.

На конце стержня на длине l изображают резьбу и фаску ($c \times 45^\circ$), вычерчивают дугу окружности радиуса r под головкой болта. Чертеж болта представлен на *рис. 10, а*. На чертеже болта проставляют следующие размеры: Md , l , D , D_1 , S , H , l_0 , r , $c \times 45^\circ$ и угол 30° . На чертеже болта, приведенном на *рис. 10, а*, $Md = M12$, $l = 60$, $D_1 = 17,5$, $S = 19$, $H = 8$, $l_0 = 30$, $r = R1,2$, $c \times 45^\circ = 1,6 \times 45^\circ$.

2.1.2. Выполнение чертежа болта с шестигранной головкой по относительным размерам

Исходными данными для выполнения чертежа болта по относительным размерам являются номинальный диаметр резьбы болта d и его длина l . Все остальные размеры элементов болта определяются по приведенным ниже условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы d (*рис. 7*):

наружный (номинальный) диаметр резьбы d и длина болта l – задаются;

внутренний диаметр резьбы $d_1 = 0,85d$;

высота головки болта $H = 0,7d$;

диаметр вспомогательной окружности, в которую вписан правильный шестиугольник, $D = 2d$;

диаметр окружности, ограничивающей торцевую поверхность фаски головки болта (диаметр окружности, вписанной в шестиугольник), $D_1 = S$;

S (размер «под ключ») – по построению;

$R_1 = 1,5d$;

$R_2 = d$;

R_3 – по построению;

длина резьбы на стержне болта $l_0 = 2d + 6$ мм для болтов с длиной до 150 мм и $l_0 = 2d + 12$ мм для болтов свыше 150 мм. Для коротких болтов $l_0 = l$. Однако в учебных целях l_0 определяется из соответствующего стандарта в зависимости от l и d ;

величина фаски на стержне болта $c = 0,15d$.

На *рис. 7* приведен пример построения болта с шестигранной головкой по относительным размерам. Стержень болта на чертеже не показан ввиду простоты его построения.

Форму болта с шестигранной головкой вполне передают два вида. Однако в учебных целях чертеж болта выполняется в трех видах. Болт располагают таким образом, чтобы его ось была параллельна основной надписи и на главном виде были видны три грани головки болта.

Можно рекомендовать следующую последовательность выполнения чертежа.

Распределяют поле чертежа для главного вида, вида слева и вида сверху; проводят оси симметрии.

На виде слева проводят вспомогательную окружность диаметром D и вписывают в нее правильный шестиугольник. Вычерчивают головку болта в виде прямоугольников с размерами D и H на главном виде и S и H на виде сверху, а затем стержень болта по размерам l и d .

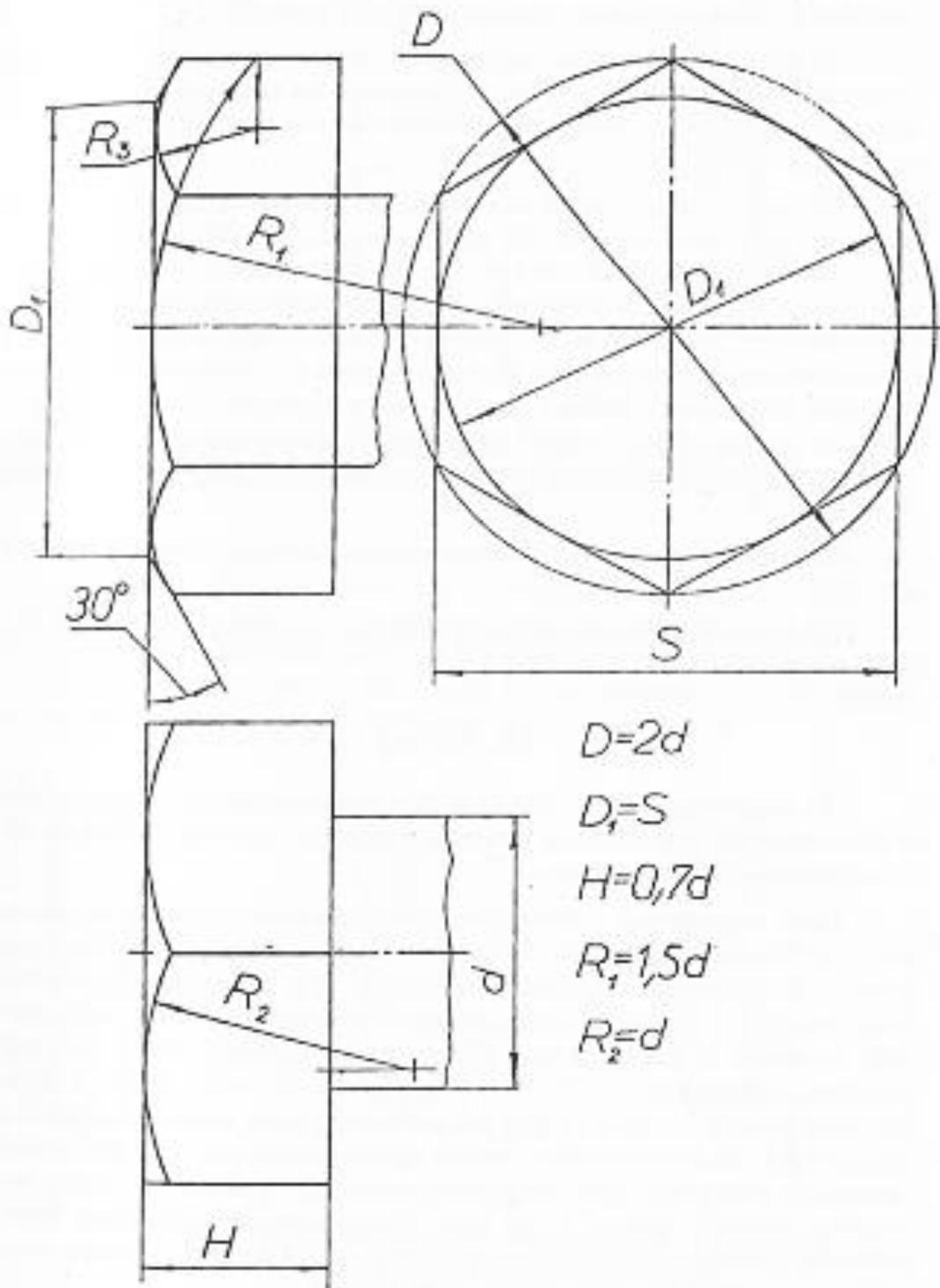


Рис. 7. Построение головки болта по относительным размерам

В проекционной связи с видом слева строят проекции ребер шестигранной головки болта на главном виде и виде сверху.

На виде слева проводят окружность, вписанную в шестиугольник (диаметр окружности D_1), строят ее проекцию на главном виде, а затем проводят образующие конической фаски головки болта под углом 30° , как показано на *рис. 7*.

При пересечении граней шестигранной головки болта с конической поверхностью фаски образуются гиперболы, которые на практике заменяют дугами окружностей (на *рис. 7* – это дуги радиусов R_1 , R_2 и R_3). Центры дуг окружностей находятся посередине соответствующих граней. Построение дуг радиусов $R_1 = 1,5d$ и $R_2 = d$ ясно из чертежа (*рис. 7*.) Для нахождения величины радиуса R_3 дугу радиуса R_1 продолжают на главном виде до крайнего ребра и из этой точки проводят перпендикуляр к ребру до пересечения с линией, проходящей через середину грани. Расстояние от полученной точки (центра дуги радиуса R_3) до торца головки болта равно R_3 .

На конце стержня изображают резьбу на длине, равной l_0 и фаску ($c \times 45^\circ$).

На чертеже болта проставляют размеры, указанные на с. 28 и с. 34, (*рис. 10, а*)

2.2. Винты

По назначению винты для металлов подразделяются на крепежные и установочные, конструкция которых и размеры регламентированы соответствующими стандартами.

Винт крепежный – цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом. Головка винта может иметь различные наружную и внутреннюю формы «под ключ» или с прорезью (шлицем) «под отвертку». На *рис. 8* представлены крепежные винты с полукруглой, потайной и цилиндрической головками. Конструкция и размеры крепежных винтов по ГОСТ 1491-80 и ГОСТ 17473-80 * ГОСТ 17475—80 приведены на с. 84 - 91. Крепежные винты чаще всего применяют в тех случаях, когда к основной детали крепится вспомогательная, испытывающая незначительные нагрузки (например, крышка к корпусу редуктора, панель к шасси и др.) При сборке деталей крепежный винт, свободно проходя через гладкое отверстие одной из соединяемых деталей, ввинчивается в резьбовое отверстие другой.

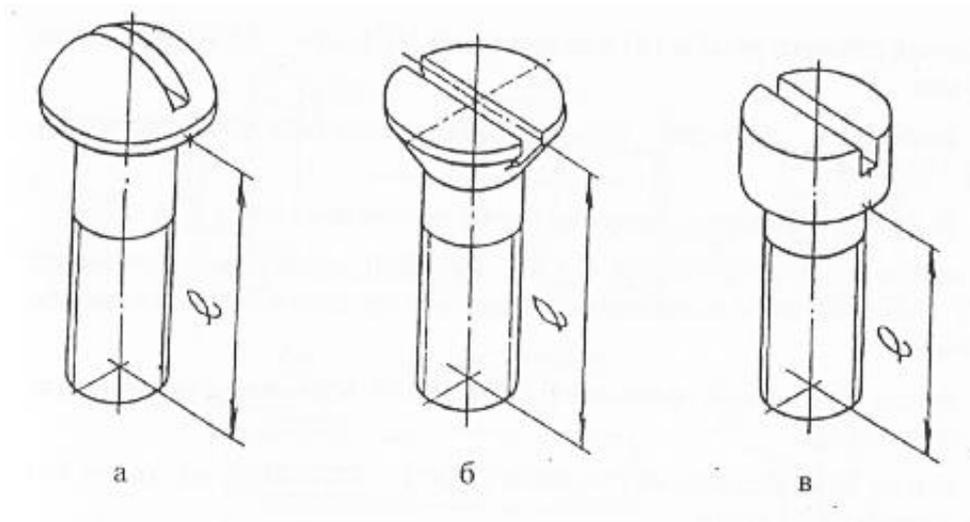


Рис. 7. Винты крепежные: *а* – с полукруглой головкой;
б – с потайной головкой; *в* – с цилиндрической головкой

Винт установочный – цилиндрический стержень с резьбой на всей его длине, с головкой (или без нее). Резьбовая часть его заканчивается нажимным концом различной формы (плоским, коническим, цилиндрическим, сферическим и др.). Некоторые типы установочных винтов приведены на *рис. 9*. Установочные винты, применяют для фиксации одной детали относительно другой. Фиксация деталей осуществляется за счет того, что винт, ввернутый в одну из соединяемых деталей, нажимным концом в соответствующее углубление другой.

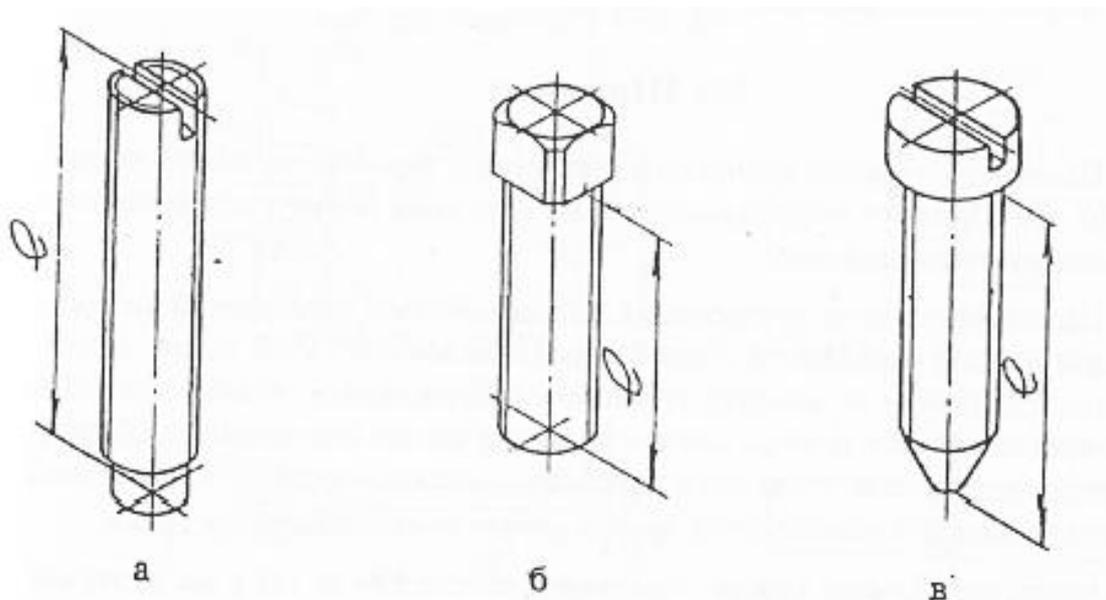


Рис. 9. Винты установочные: *а* – без головки;
б – с квадратной головкой; *в* – с цилиндрической головкой

Крепежные и установочные винты выпускаются в нескольких вариантах исполнения. Определяющими размерами винты являются номинальный диаметр резьбы (d) и длина винта (l). На *рис. 10, в* – $d = 12$ мм, $l = 60$ мм.

Формы и размеры концов винтов должны соответствовать ГОСТ 12414-66.

За конструктивную длину винтов (l) принимают:

винты с цилиндрической (ГОСТ 1491-80), цилиндро-сферической (ГОСТ 17473-80) и им подобными головками – их длину без учета высоты головки;

винты с потайной головкой (ГОСТ 17475-80) – полную конструктивную длину;

винты с полупотайной головкой (ГОСТ 17474-80) – их длину без учета сферической части.

Примеры условного обозначения винтов:

1. Винт 2М12 × 60 ГОСТ 1491-80 – винт с цилиндрической головкой, с номинальным диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом и длиной $l = 60$ мм, исполнение 2.

2. Винт М8 × 1 × 30 ГОСТ 17475-80 – винт с потайной головкой, исполнения 1, с номинальным диаметром резьбы $d = 8$ мм, мелким шагом $P = 1$ мм и конструктивной длиной $l = 30$ мм.

На *рис. 10, в* приведен чертеж винта с цилиндрической головкой.

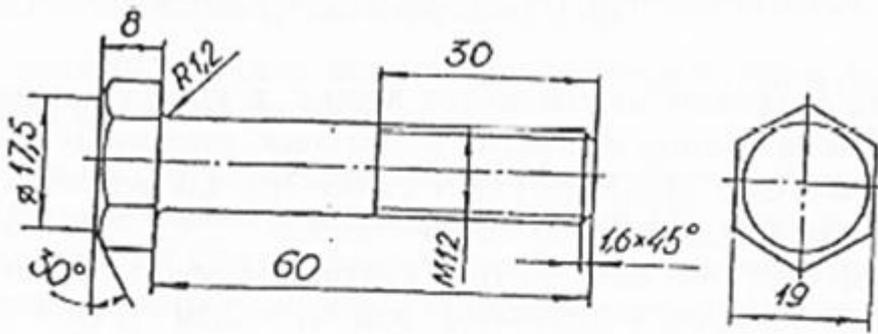
2.3. Шпильки

Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (*рис. 10, б*) Шпильки подразделяются на шпильки общего применения и для фланцевых соединений.

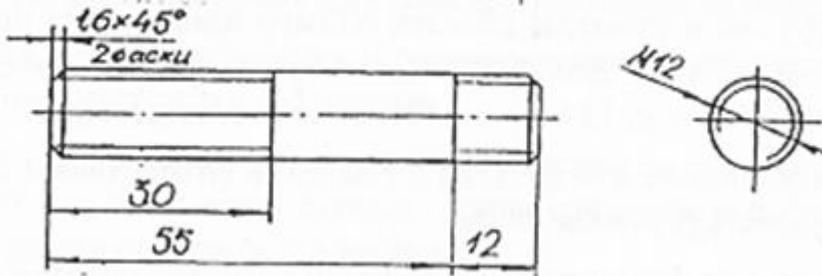
Шпильки общего применения для резьбовых соединений используются в тех случаях, когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину и по конструктивным соображениям ставить длинный болт нерационально. В этом случае шпилька своим коротким резьбовым концом до отказа ввинчивается в корпусную деталь, после чего на другой конец шпильки устанавливается другая деталь и навинчивается гайка.

Часть резьбового конца шпильки l_0 (см. с.92 и 96), на который навинчивается гайка, называется стяжным или гаечным концом.

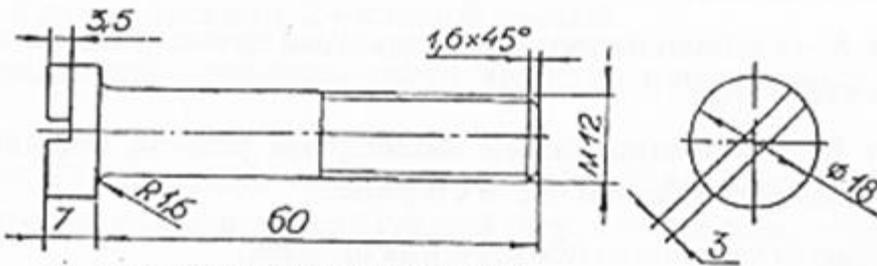
Резьбовой конец шпильки l_1 , ввинчиваемый в деталь, называется ввертным, ввинчиваемым или посадочным концом. За конструктивную длину шпильки l принимается длина стержня без учета ввинчиваемого резьбового конца шпильки l_1 . На *рис. 10, б* $l_1 = 12$ мм, $l_0 = 30$ мм, $l = 55$ мм, $d = 12$ мм.



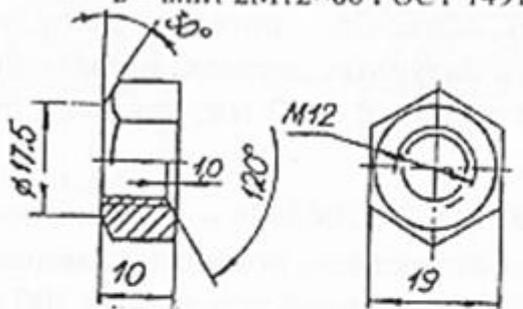
а – болт М12×60 ГОСТ 7798–80,



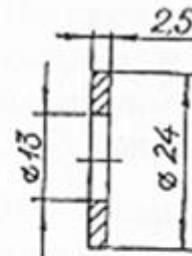
б – шайба М12×55 ГОСТ 22032–76



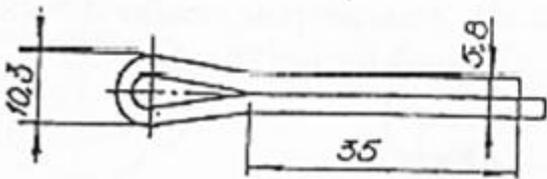
в – винт 2М12×60 ГОСТ 1491–80



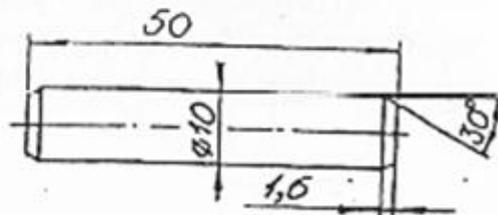
г – гайка 2М12 ГОСТ 5915–70



д – шайба 12 ГОСТ 11371–78



е – шплинт 6,3×35 ГОСТ 397–79



ж – штифт 10×50 ГОСТ 3128–70

Рис. 10. Стандартные крепежные изделия

Длина l_1 , зависит от материала детали, в которую ввинчивается шпилька. Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях $l_1 = d$ (ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22033-76); для деталей из ковкого и серого чугуна $l_1 = 1,25d$ (ГОСТ 22034—76, ГОСТ 22035—76) или $l_1 = 1,6d$ (ГОСТ 22036-76, ГОСТ 22037-76); для деталей из легких сплавов $l_1 = 2d$ (ГОСТ 22038-76, ГОСТ 22039-76) или $l_1 = 2,5d$ (ГОСТ 22040-76, ГОСТ 22041-76).

Конструкция и размеры шпилек общего применения приведены в ГОСТ 22032-76 -г ГОСТ 22043-76, а шпилек для фланцевых соединений – в ГОСТ 9066-76 (см. с. 92-95 и 96-99, соответственно).

За длину шпилек для деталей с гладкими отверстиями принимается ее полная конструктивная длина. Шпильки для фланцевых соединений изготавливаются преимущественно двух типов:

тип А – с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части стержня;

тип Б – с номинальными диаметрами резьбы, большими номинального диаметра гладкой части стержня.

Примеры условного обозначения шпилек:

1. Шпилька М12 × 55 ГОСТ 22032-76 – шпилька для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях, нормальной точности, с номинальным диаметром резьбы $d = 12$ мм, крупным шагом и длиной шпильки $l = 55$ мм.

2. Шпилька М10 × 1,25 × 200 ГОСТ 22042-76 – шпилька повышенной точности для деталей с гладким отверстием, номинальным диаметром резьбы $d = 10$ мм, мелким шагом $P = 1,25$ и длиной шпильки $l = 200$ мм.

3. Шпилька АМ48 × 200 × 90 ГОСТ 9066-75 – шпилька для фланцевых соединений, типа А, исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 48$ мм, с крупным шагом, длиной $l = 200$ мм, с длиной $l_1 = l_0 = 90$ мм.

2.4. Гайки

Гайка – деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на резьбовой конец болта, шпильки или другой детали.

По форме гайки могут быть шестигранные, четырехгранные, круглые шлицевые, круглые со шлицем на торце, шестигранные прорезные и корончатые, колпачковые, гайки-барашки и др.

По степени точности выполнения различают гайки нормальной, повышенной и грубой точности.

По высоте (H) различают гайки: низкие ($H = 0,6d$, где d – номинальный диаметр резьбы), нормальные ($H = 0,8d$), высокие ($H = 1,2d$), особо высокие ($H = 1,5d$). Высокие и особо высокие гайки применяются при больших стяжных усилиях, а также при необходимости частого демонтажа резьбовых соединений. При незначительных стяжных усилиях, отсутствии ударных нагрузок и вибрации применяются низкие гайки.

При частом завинчивании и развинчивании и небольших стяжных усилиях применяют гайки – барашки.

Прорезные и корончатые гайки (совместно со стопорными устройствами) используются в тех случаях, когда соединение эксплуатируется в условиях ударных нагрузок и вибрации.

Шестигранные гайки конструктивно изготавливают в двух исполнениях: 1 – с двумя фасками, 2 – с одной фаской.

Определяющим размером гайки является номинальный диаметр резьбы (d).

На *рис. 11* приведены изображения шестигранной, квадратной, корончатой, круглой шлицевой, колпачковой гайек, а также гайки – барашка.

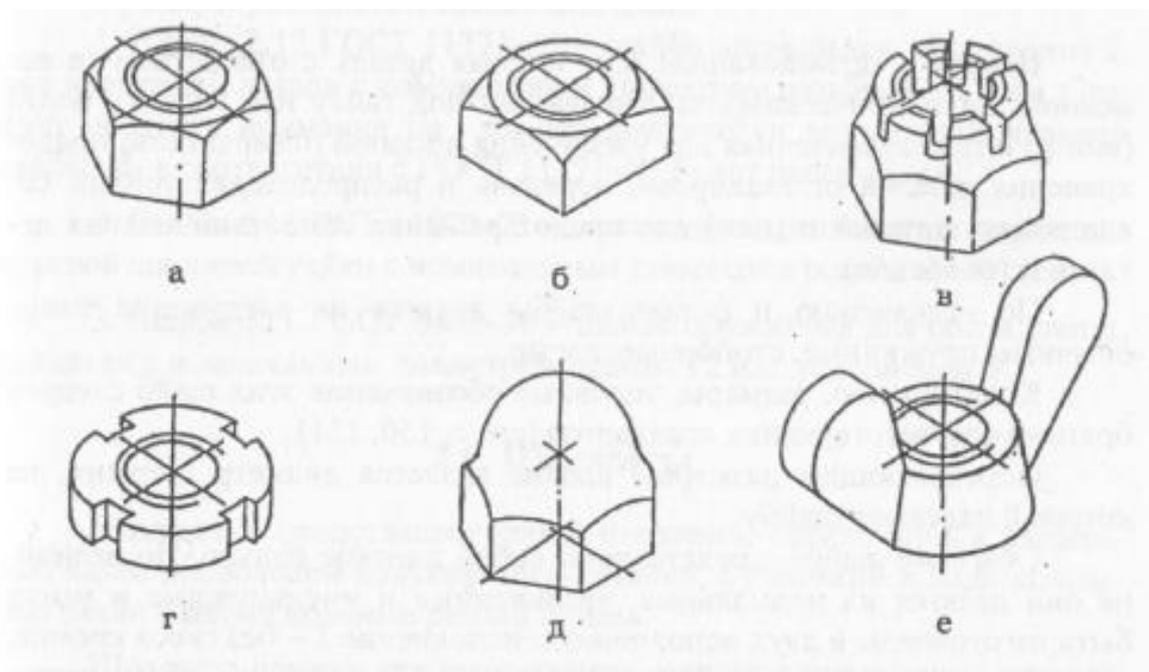


Рис. 11. Гайки: *а* – шестигранная; *б* – квадратная; *в* – корончатая; *г* – круглая; *д* – колпачковая; *е* – гайка-барашек

Выбор типа гайки зависит от назначения, конструкции и условий ее работы. Конструктивные формы и размеры гаек регламентированы соответствующими стандартами.

Конструкция и размеры шестигранных гаек по ГОСТ 5915-70 и ГОСТ 5927-70 приведены на с. 100 и 101 соответственно.

Наибольшее распространение получили стандартные шестигранные гайки нормальной высоты, исполнения 1 и исполнения 2.

На *рис. 10, г* приведен чертеж такой гайки (исполнение 2, $d = 12$ мм), выполненный по действительным размерам.

Чертежи гайки по действительным или относительным размерам выполняются так же, как и чертежи головки болта, с той лишь разницей, что на виде слева, естественно, изображается резьбовое отверстие и при выполнении чертежа гайки по относительным размерам $H = 0,8d$.

Примеры условного обозначения гаек:

1. Гайка 2М12 ГОСТ 5915-70 – гайка шестигранная, нормальной точности, исполнения 2, с номинальным диаметром резьбы $d=12$ мм и крупным шагом резьбы.

2. Гайка М20 × 1,5 ГОСТ 15523-70 – гайка шестигранная, высокая, нормальной точности, исполнения 1, с номинальным диаметром резьбы $d = 20$ мм и мелким шагом $P = 1,5$ мм.

2.5. Шайбы

Шайба – штампованная или точеная деталь с отверстием (в основном, цилиндрическим), закладываемая под гайку или головку болта (винта) и предназначенная для увеличения опорной поверхности, предохранения деталей от «задиров», передачи и распределения усилий соединяемых деталей и (или) для предотвращения самоотвинчивания деталей (стопорения).

По назначению и форме шайбы делятся на следующие типы: обычные, пружинные, стопорные, косые.

Конструкцию, размеры, условные обозначения этих шайб следует брать из соответствующих стандартов (см. с. 104, 105).

Определяющим размером шайбы является диаметр стержня, на который надевают шайбу.

Обычные шайбы представляют собой плоское кольцо. По величине они делятся на нормальные, увеличенные и уменьшенные и могут быть изготовлены в двух исполнениях: исполнение 1 – без скоса кромок, исполнение 2 – со скосом одной из кромок. В условном обозначении шайб исполнение 1 не указывается.

Для предотвращения крепежных изделий от самоотвинчивания при переменной нагрузке и вибрации применяют стопорные (например, с одной и более лапками) и пружинные шайбы.

Пружинная шайба представляет собой разрезную круглую шайбу, концы которой расположены в разных плоскостях. Пружинные шайбы выпускаются в нескольких исполнениях: **Л** – легкие, **Н** – нормальные, **Т** – тяжелые, **ОТ** – особо тяжелые (тип **Н** в условном обозначении шайб не указывается).

На *рис. 12* приведены изображения обычной, пружинной и стопорной шайбы, а на *рис. 10, д* – чертеж шайбы по ГОСТ 11371-78.

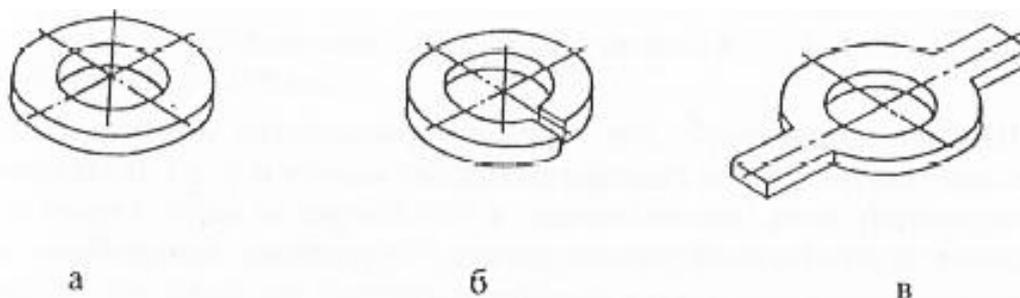


Рис. 12. Шайбы: *а* – нормальная; *б* – пружинная (разрезная); *в* – стопорная

Примеры условного обозначения шайб:

1. Шайба 2.12 ГОСТ 11371-81 – шайба нормальная, исполнения 2, для крепежной детали с номинальным диаметром резьбы $d = 12$ мм. Следует обратить внимание на то, что фактически внутренний диаметр шайбы d_1 в соответствии с ГОСТ 11371-81 будет равен 13

2. Шайба 64 ГОСТ 11872-73 – стопорная многолапчатая шайба для круглой шлицевой гайки с номинальным диаметром резьбы $d = 64$ мм.

3. Шайба 12Т ГОСТ 6402-70 -шайба пружинная для болта, винта, шпильки с номинальным диаметром резьбы 12 мм, исполнения **Т**.

2.6. Шплинты

Шплинт – представляет собой стержень, образованный сложенной вдвое проволокой полукруглого сечения, с головкой в виде кольцевой петли и двумя концами разной длины.

Шплинты служат для ограничения осевого перемещения деталей, надетых на гладкий вал (ось), либо для предотвращения самоотвинчивания корончатых или шлицевых гаек.

Шплинт пропускают через прорези корончатой или шлицевой гайки и отверстия в болте (шпильке), а затем концы его разводят в разные стороны.

Определяющими размерами шплинта являются условный диаметр d_0 и длина шплинта l . Диаметр d_0 равен диаметру отверстия под шплинт. Действительный диаметр шплинта d несколько меньше d_0 .

На *рис. 10, e* приведен чертеж шплинта.

Пример условного обозначения шплинта:

Шплинт 6,3 × 35 ГОСТ 3970-79 – шплинт с условным диаметром 6,3 мм и длиной 35 мм.

2.7. Шпонки

Шпонки применяются для передачи вращающего момента от одной детали (вала) к другой (шкиву, зубчатому колесу и т. п.). В шпоночном соединении часть шпонки входит в углубление на валу, а часть – в углубление установленной на нем детали. Углубление для шпонки на той и другой детали называется шпоночным пазом.

По своей форме шпонки делятся на призматические, применяемые для неподвижного или подвижного соединения деталей, клиновые (для неподвижного соединения) и сегментные (для неподвижного напряженного соединения).

Форма и размеры шпонок стандартизированы и зависят от диаметра вала и условий эксплуатации.

Конструкция и размеры призматических шпонок в ГОСТ 23360-78 и сегментных шпонок в ГОСТ 8794—68 и ГОСТ 8795-68.

Призматические шпонки имеют форму параллелепипеда, один или оба конца которого могут быть скруглены. Фаски сняты по всему контуру верхней и нижней граней шпонки.

Сегментные шпонки имеют форму плоского сегмента (часть круга, ограниченная дугой и ее хордой) заданной толщины. Фаски сняты по всему контуру передней и задней граней шпонки.

Клиновые шпонки, выполняемые в виде клина (с уклоном 1:100) определенной толщины, служат для передачи не только вращающего момента, но и осевого усилия.

По своей конструкции клиновые шпонки подразделяются на шпонки с плоскими, со скругленными концами и шпонки с головкой,

предназначенной для выбивания шпонки из паза.

Примеры условного обозначения шпонок:

1. Шпонка $18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 23360-78 – шпонка призматическая исполнения 1 (со скругленными торцами), с шириной $\mathbf{b} = 18$ мм, высотой $\mathbf{h} = 11$ мм и длиной $l = 100$ мм.

2. Шпонка $2-18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 23360-78 – исполнения 2 (с плоскими торцами).

3. Шпонка сегментная 6×10 ГОСТ 8795-68 – шпонка сегментная шириной $\mathbf{b} = 6$ мм и высотой $\mathbf{h} = 10$ мм.

4. Шпонка $18 \times 11 \times 100$ ГОСТ 8792-68 – шпонка клиновья исполнения 1 (со скругленными торцами), с шириной $\mathbf{b} = 18$ мм, высотой $\mathbf{h} = 11$ мм и длиной $l = 100$ мм.

2.8. Штифты

Штифты – крепежные изделия в форме гладкого стержня, служащие для фиксации изделий при сборке.

По назначению штифты подразделяются на соединительные, служащие для жесткого соединения деталей, и установочные, служащие для точной установки деталей при сборке.

По форме штифты подразделяются на цилиндрические и конические. Последние имеют форму усеченного конуса (конусность 1:50).

Цилиндрические штифты применяются в основном в неразъемных соединениях, конические – в разъемных.

Определяющими размерами штифтов являются диаметр \mathbf{d} (для конических штифтов \mathbf{d} – меньший диаметр) и длина l .

Размеры стандартных цилиндрических и конических штифтов регламентированы соответственно ГОСТ 3128-70 и ГОСТ 3129-70.

На *рис. 10, ж* представлен чертеж цилиндрического штифта. Примеры условного обозначения штифтов:

1. Штифт 10×50 ГОСТ 3128-70 – цилиндрический штифт диаметром $\mathbf{d} = 10$ мм и длиной $l = 50$ мм.

2. Штифт 10×60 ГОСТ 3129-70 – штифт конический диаметром $\mathbf{d} = 10$ мм и длиной $l = 60$ мм.

Глава 3. СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Применяемые в машино- и приборостроении соединения деталей в изделиях подразделяются на разъемные и неразъемные.

Неразъемные соединения – это такие соединения, которые невозможно разобрать без повреждения соединяемых деталей или соединительных элементов (сварные, паяные, клеевые, заклепочные, полученные сшиванием и др.).

Разъемные соединения – это такие, которые можно неоднократно собирать и разбирать без повреждения соединяемых деталей или соединительных элементов.

Разъемные соединения подразделяются на соединения с резьбой (болтовые, шпилечные, винтовые; соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием деталей, имеющих резьбу и др.) и без резьбы (штифтовые, шпоночные, шплинтовые, зубчатые, шлицевые и др.).

По эксплуатационному назначению разъемные соединения делятся на подвижные и неподвижные. К первым относятся соединения, осуществляемые с помощью ходовых резьб (винтовые передачи), подшипников, шлицевые соединения и др. К неподвижным соединениям относятся крепежные соединения стандартными резьбовыми деталями (болтами, шпильками, винтами, гайками), штифтовые соединения, шпоночные и др.

3.1. Разъемные соединения

Ниже рассмотрены основные виды разъемных соединений: шпилечное, болтовое, винтовое, трубное, шпоночное, шплинтовое и др.

Изображение крепежных деталей в соединениях может быть выполнено по действительным размерам, упрощенно или условно, а крепежных резьбовых изделий – также и по относительным размерам (в зависимости от номинального диаметра d резьбы крепежного изделия).

Упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общего вида установлены ГОСТ 2.315-2008.

3.1.1. Виды резьбовых соединений

С помощью рассмотренных в предыдущем разделе стандартных резьбовых изделий осуществляются различные виды неподвижных разъемных резьбовых соединений. Название вида соединений чаще всего определяется названием основной крепежной детали.

Наибольшее распространение получили болтовые, шпилечные и винтовые соединения. Однако тенденции современного машиностроения значительно расширяют разнообразие видов соединений и наряду с основными вышеперечисленными видами соединений в технике часто применяются и промежуточные, такие как соединения ввертными болтами, винтами с гайками, шпилечные с двумя гайками без ввертного конца, болтовые с фиксирующей гайкой в корпусной детали и присоединением второй детали за остающийся резьбовой конец по типу шпилечного соединения, шпильками с дополнительной фиксацией ввертной части гайкой и др.

3.1.2. Болтовое соединение

Данное соединение применяют для соединения деталей относительно небольшой толщины (толщина пакета соединяемых деталей **5d**). Соединение выдерживает большие статические и динамические нагрузки, позволяет производить частую разборку-сборку, не требует нарезания резьбы в соединяемых деталях. На *рис. 13* приведена схема сборки болтового соединения.

В соединяемых деталях толщиной **A** и **B** просверлены соосно отверстия диаметра d_0 , в которые свободно (с зазором) вставляется стержень болта. На выступающий над соединяемыми деталями конец стержня болта надевается шайба, наворачивается гайка сначала вручную, а затем с помощью двух гаечных ключей (одним удерживается головка болта, другим вращается гайка) производится стягивание соединения. После стягивания соединения над гайкой остается небольшая часть стержня болта **k** (*рис. 14*).

1) Расчет болтового соединения

Схема для расчета болтового соединения приведена на *рис. 14*.

Для вычерчивания головки болта и гайки по относительным размерам принимается:

диаметр описанной окружности **D = 2d**, где **d** — номинальный диаметр резьбы, который задан в *табл. 1.1* индивидуальных заданий (с. 71-72);

высота головки болта $H_b = 0,7d$;

высота гайки $H_r = 0,8d$.

Для нормальных шайб принимается:

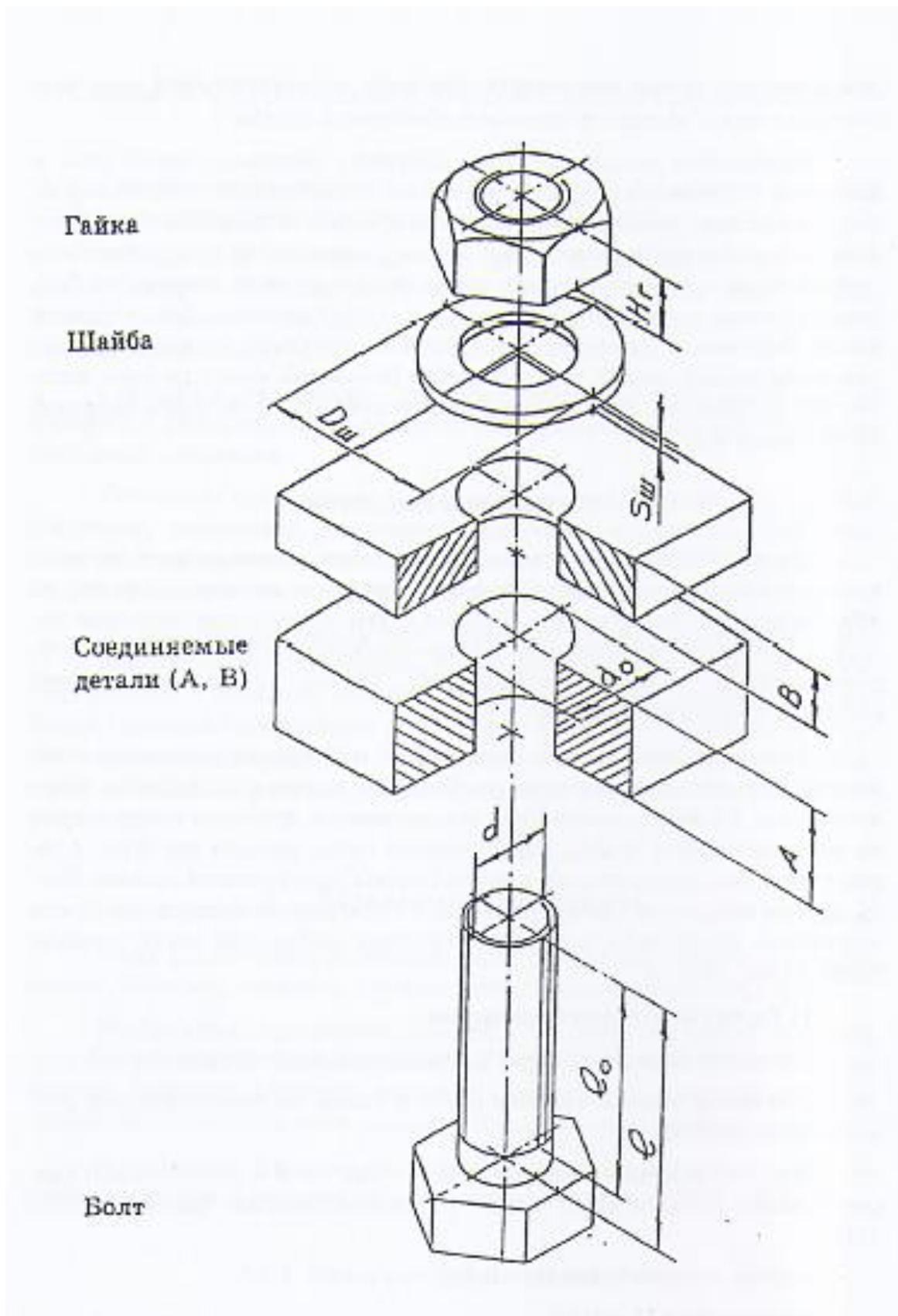


Рис. 13. Схема сборки болтового соединения

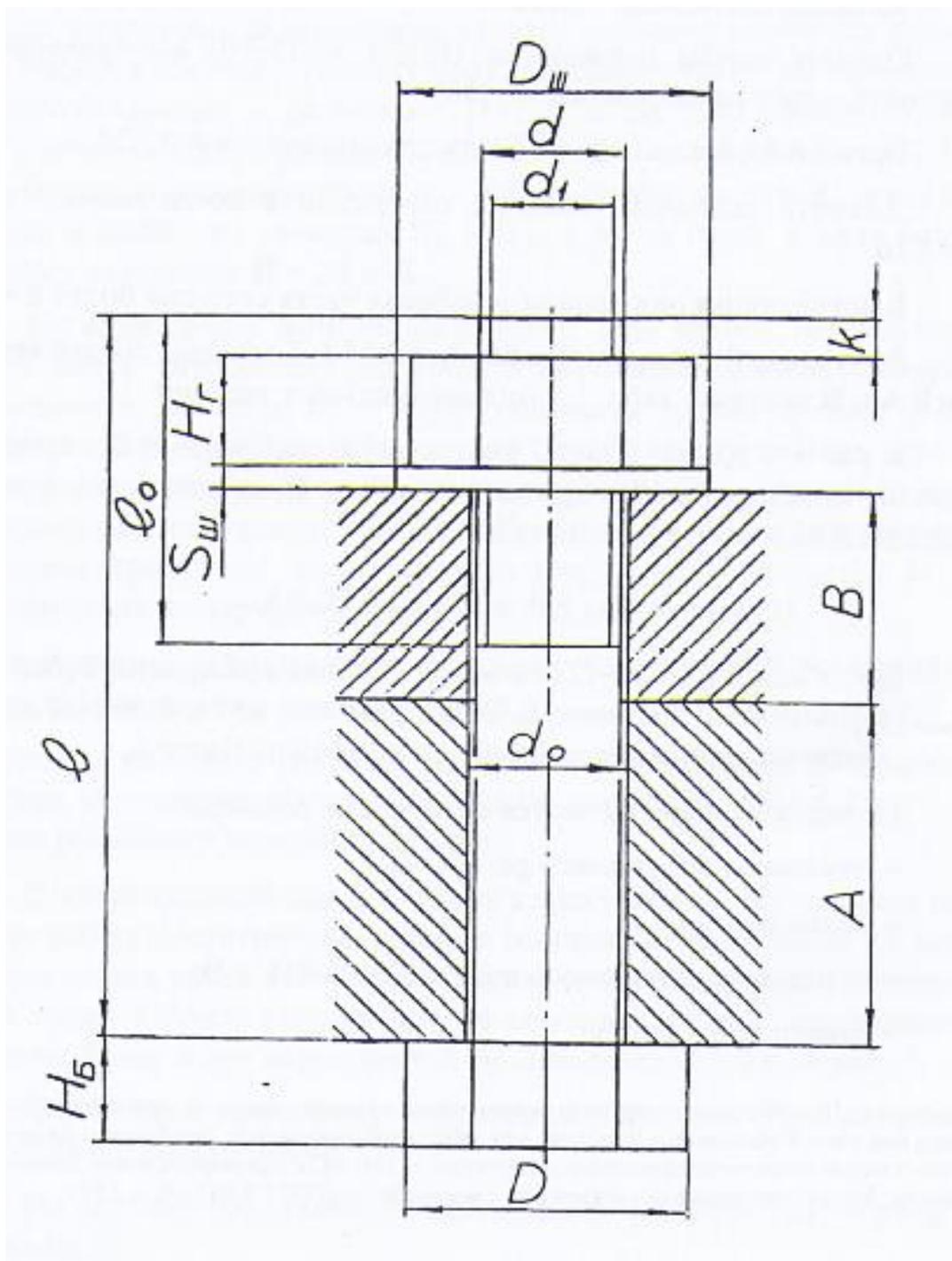


Рис. 14. Схема для расчета болтового соединения и соединений винтом с гайкой

диаметр шайбы $D_{ш} = 2,2d$;

толщина шайбы $S_{ш} = 0,15d$.

Однако шайбы пружинные (ГОСТ 6402—70) вычерчиваются по действительным размерам (см. с. 104).

Величина фаски стержня болта принимается $c = 0,15d$.

Диаметр сквозных гладких отверстий в соединяемых деталях $d_0 = 1,2d$.

Выступающая над гайкой резьбовая часть стержня болта $k \approx 0,25d$.

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 0,85d$. Толщины соединяемых деталей **A** и **B** заданы в табл. 1.1 индивидуальных заданий.

В расчете длины болта l участвуют толщины **A** и **B** соединяемых деталей, толщина шайбы $S_{ш}$ высота гайки $H_Г$, и длина выступающего над гайкой конца стержня болта **k**.

$$l_{расч.} = A + B + S_{ш} + H_Г + k$$

По табл. 2.2 (с. 78) в левой колонке выбирается l (ближайшее к $l_{расч.}$) и уточняется значение **k**. В зависимости от l и **d** по той же таблице определяется длина нарезанной части стержня болта l_0 .

На чертеже проставляются следующие размеры:

- номинальный диаметр резьбы **d**;
- длина болта l ;
- толщина соединяемого пакета деталей **A + B**;
- размер под ключ S.

Примечание. При построении шестигранников гайки и головки болта по относительным размерам, размер под ключ S оказывается большим, чем действительный размер. Необходимо размер под ключ S взять точным из соответствующего стандарта, а размерное число должно быть подчеркнуто, так как этот размер оказывается не в масштабе 1:1 (ГОСТ 2.307-68, п. 1.17).

2) Последовательность выполнения чертежа болтового соединения

Чертеж выполняется на формате А4 в двух видах (главный вид и вид сверху) с полным разрезом на главном виде и простановкой необходимых размеров.

1. Вычерчиваем детали **A** и **B** в двух видах. Толщина соединяемых деталей приведена в табл. 1.1 индивидуальных заданий; ширину деталей

принимая равной приблизительно 60 мм. Проводим оси симметрии на главном виде (ось болта) и виде сверху.

2. В деталях А и В выполняем гладкое сквозное отверстие диаметром d_0 . Изображаем болт: головку болта предварительно вычерчиваем в виде прямоугольника с размерами $\mathbf{D} = 2\mathbf{d}$ и H_B (см. обозначения на *рис. 14*), затем вычерчиваем стержень болта диаметром \mathbf{d} и длиной l , на конце стержня выполняем фаску $\mathbf{c} \times 45^\circ$ и резьбу на длине, равной l_0 . Изображаем шайбу по размерам S_{III} и D_{III} , а затем гайку в виде прямоугольника с размерами $\mathbf{D} = 2\mathbf{d}$ и H_G .

3. На виде сверху вычерчиваем резьбовой стержень болта: окружность диаметра \mathbf{d} (сплошная основная линия) и $3/4$ окружности диаметра $d_1 = 0,85\mathbf{d}$ (сплошная тонкая линия); шайбу (окружность диаметра D_{III}); гайку: правильный шестиугольник, для построения которого проводят окружность диаметра \mathbf{D} и вписывают в нее правильный шестиугольник, располагая его так, чтобы на главном виде были видны три грани шестигранника (окружность диаметра \mathbf{D} как вспомогательная на чертеже, естественно, не показывается).

На виде сверху видна также окружность конической фаски гайки – окружность, вписанная в шестиугольник.

Следует заметить, что чертежи головки болта и гайки (без разреза) идентичны, за исключением их размеров по высоте ($H_G = 0,8\mathbf{d}$; $H_B = 0,7\mathbf{d}$) и наличия резьбового отверстия в гайке.

4. В проекционной связи с видом сверху строим на главном виде проекции ребер шестигранных гайки и головки болта, а затем их конические фаски под углом 30° и линии пересечения последних с боковыми гранями гайки и болта (гиперболы, заменяемые дугами окружностей). Построение фасок и дуг окружностей см. на *рис. 7*.

5. Выполняем штриховку сопрягаемых деталей. Детали А и В штрихуются в разные стороны.

6. На чертеже проставляют необходимые размеры (см. чертеж 10 приложения 3).

7. Наносим номера позиций составных частей соединения.

8. Заполняем основную надпись.

9. Обводим чертеж линиями установленной толщины.

10. Выполняем спецификацию на формате А4.

3.1.3. Соединение винтом с гайкой

Примеры выполнения соединений винтом с гайкой приведены на чертежах 2, 5, 8, 11, 14 приложения 3. Схема для расчета соединения приведена на рис. 14. Как уже указывалось, за конструктивную длину l винтов с цилиндрической и цилиндро-сферической головками (чертежи 8, 11, 14) принимают длину без учета высоты головки винта; с потайной головкой (чертеж 5) – полную конструктивную длину винта; с полупотайной головкой (чертеж 2) – длину винта без учета его сферической части.

Для чертежей 2, 5, 8, 14 приложения 3 расчет соединения производится так же, как и болтового соединения.

Для чертежа 11:
$$l_{расч.} = (A - H_{Головки\ винта}) + B + S_{III} + H_{Г} + k$$

Последовательность выполнения чертежа такая же, как в болтовом соединении, с той лишь разницей, что головка винта вычерчивается по действительным размерам (по соответствующему стандарту – см. с. 84-91). Размеры, проставляемые на чертежах, указаны в приложения 3 (чертежи 2, 5, 8, 11, 14).

3.1.4. Шпильчное соединение

Шпильчное соединение применяют в случае, когда одна из деталей (корпусная деталь) имеет значительную толщину и по конструктивным расчетам применение болтового соединения становится нерациональным. Соединение выдерживает также значительные нагрузки, но менее удобно в сборке, требует предварительного изготовления резьбовых глухих отверстий в корпусной детали. Схема сборки шпильчного соединения приведена на рис. 15.

Шпилька своим коротким резьбовым концом l_1 (ввертной частью) ввертывается с «натягом» (до отказа) в резьбовое гнездо l_2 корпусной детали толщиной A , затем присоединяемая верхняя деталь толщиной B своим гладким отверстием d_0 надевается на выступающую часть l ввернутой шпильки, накладывается шайба и соединение производится наворачиванием гайки сначала вручную, а затем окончательно, с помощью гаечного ключа. Над навернутой гайкой остается небольшая часть резьбового конца шпильки k .

1) Расчет шпилечного соединения

Схема для расчета шпилечного соединения приведена на *рис. 16*.

Для вычерчивания шпилечного соединения по относительным размерам, так же как и для болтового соединения, принимается: **d**, **A** и **B** – в таблице индивидуальных заданий (*табл. 1.1*, с. 71-72); **D** = 2**d**; $H_r = 0,8d$; $d_0 = 1,2d$; **k** = 0,25**d**; $d_1 = 0,85d$.

Для нормальных шайб: $D_{ш} = 2,2d$; $S_{ш} = 0,15d$.

Пружинные шайбы вычерчиваются по действительным размерам соответствующего стандарта (см. с. 104).

В расчете длины шпильки l участвуют толщина присоединяемой детали **B**, толщина шайбы $S_{ш}$, высота гайки H_r и длина выступающей над гайкой части шпильки **k**.

$$l_{расч.} = B + S_{ш} + H_r + k$$

По *табл. 2.10* (с. 94) выбирается l (ближайшее к $l_{расч.}$). В зависимости от l и **d** в той же таблице определяется длина нарезанной части шпильки l_0 .

Длина ввертной части шпильки l_1 как было указано ранее принимается равной

$$l_1 = d.$$

Глубина нарезания резьбы l_2 в корпусной нижней детали принимается равной

$$l_2 = l_1 + (2 \div 3)P,$$

где **P** – крупный шаг резьбы, взятый из таблицы стандарта для метрической резьбы (см. *табл. 2.15*, с. 102-103).

Глубина сверления глухого отверстия l_3 в нижней детали принимается равной

$$l_3 = l_1 + (7 \div 9)P.$$

Величины l_2 и l_3 рекомендованы в источнике [3].

На чертеже шпилечного соединения проставляем следующие размеры:

- номинальный диаметр резьбы **d**;
- длина шпильки l ;
- толщина присоединяемой детали **B**;
- размер под ключ **S** (с учетом примечания в расчете болтового соединения);
- габаритный (по высоте) размер соединения.

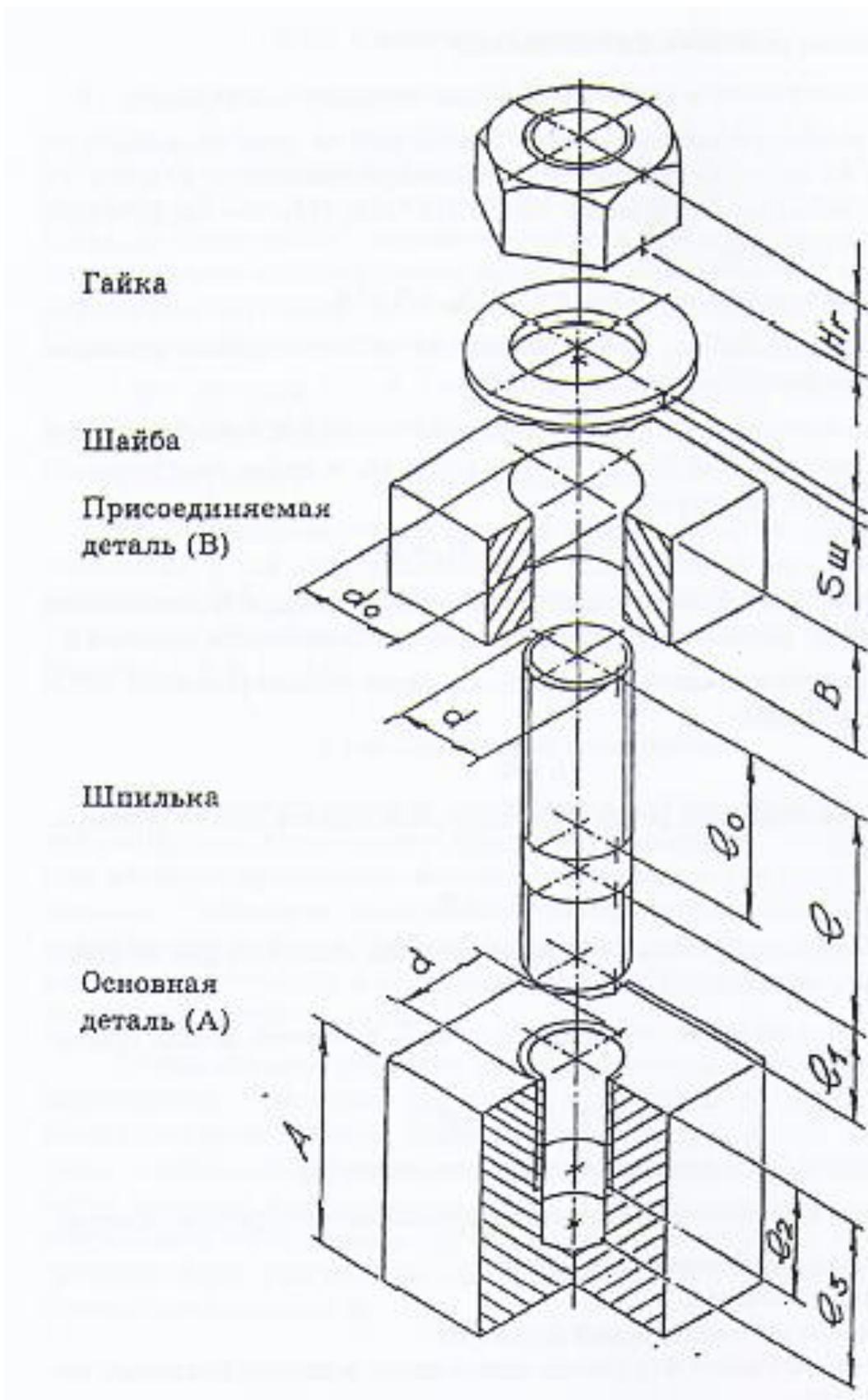


Рис. 15. Схема сборки шпилечного соединения

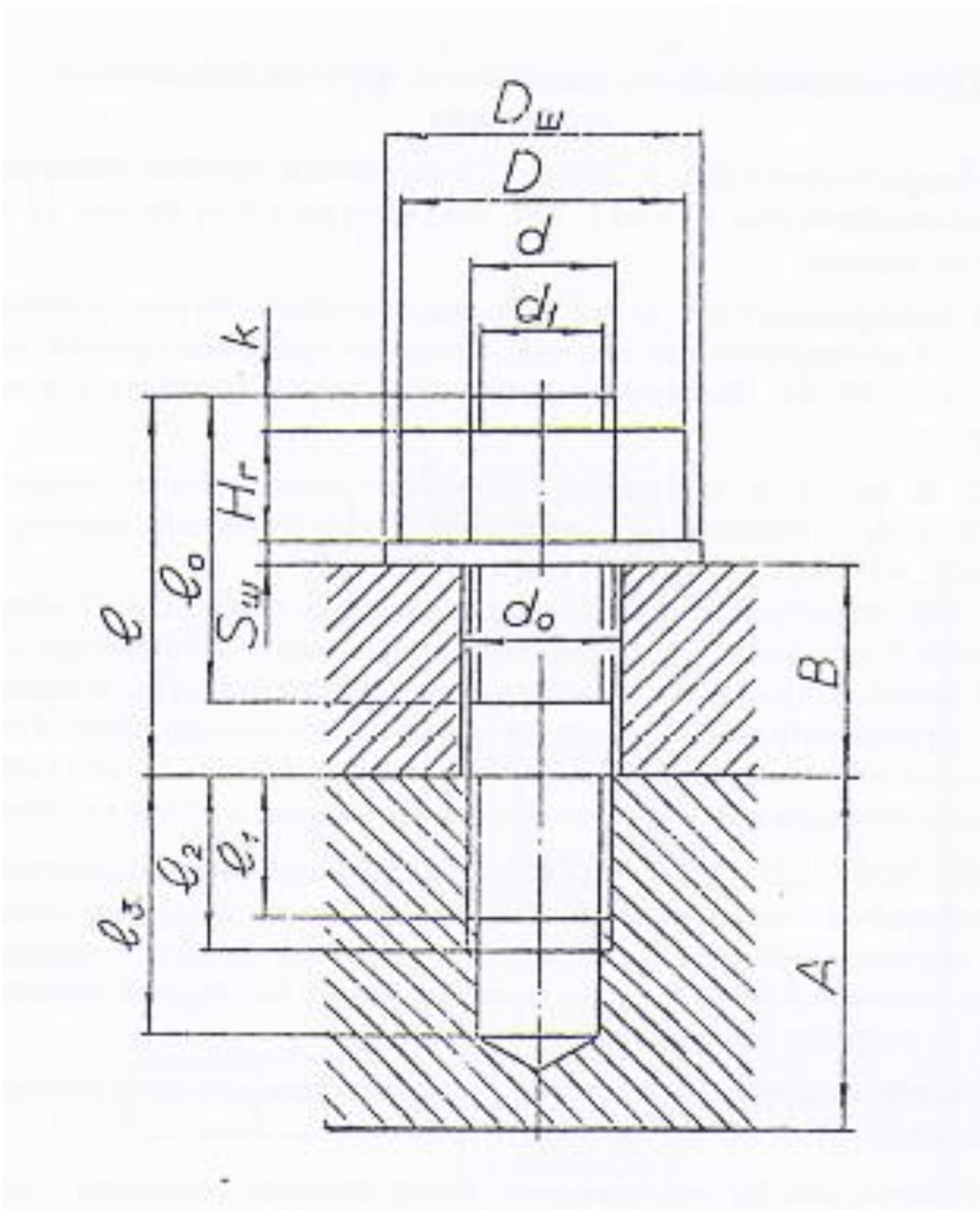


Рис. 16. Схема для расчета шпилечного соединения

2) Последовательность выполнения чертежа шпилечного соединения

Последовательность и примеры выполнения чертежа приведены соответственно на *рис. 17*. На *рис. 17* вид сверху не показан.

1. Вычерчивают деталь **A** в двух видах; толщина детали приведена в *табл. 1.1* индивидуальных заданий, а ширину принимают равной приблизительно 60 мм. На главном виде и виде сверху проводят оси симметрии.

2. В детали **A** изображается сначала гладкое глухое отверстие диаметром d_1 и глубиной l_3 , а затем резьбовое с наружным диаметром, равным d , и глубиной l_2 (*рис. 17, а, б*)

3. На главном виде (*рис. 17, з*) и виде сверху изображается шпилька длиной l , ввинченная до отказа резьбовым концом l_1 (ввертным концом) в деталь **A**. Наружные диаметры d резьбового отверстия и ввинчиваемого резьбового конца шпильки должны быть одинаковыми. Соответственно одинаковы и их внутренние диаметры d_1 (*рис. 17, в*). На обоих концах шпильки должны быть выполнены фаски $c \times 45^\circ$ ($c = 0,15d$).

По ГОСТ 2.311-68 (п. 11) « на разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в *отверстии* показывают только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня». Иными словами, в резьбовых соединениях резьба на стержне закрывает резьбу в отверстии (*рис. 17, з*).

При выполнении чертежей по относительным размерам принимают $d_1 \approx 0,85d$.

Граница резьбы ввинчиваемого конца шпильки совпадает с верхней плоскостью базовой детали **A** (*рис. 17, з*). На обоих концах шпильки должны быть выполнены фаски $c \times 45^\circ$ ($c = 0,15d$).

4. Вычерчивают деталь **B**, имеющую гладкое сквозное отверстие диаметром d_0 (*рис. 17, з*). Толщина детали **B** приведена в *табл. 1.1* индивидуальных заданий (с. 71-72), а ширина ее соответствует ширине детали **A**.

5. Вычерчивают шайбу в двух видах без разреза (нормальную шайбу – по относительным размерам, а пружинную – по стандарту).

6. Вычерчивают навинченную на шпильку гайку в двух видах без разреза. Чертеж гайки выполняется аналогично чертежу головки болта по тем же относительным размерам, за исключением высоты гайки ($H_f = 0,8d$), и в той же последовательности. Изменяется лишь количество и расположение видов.

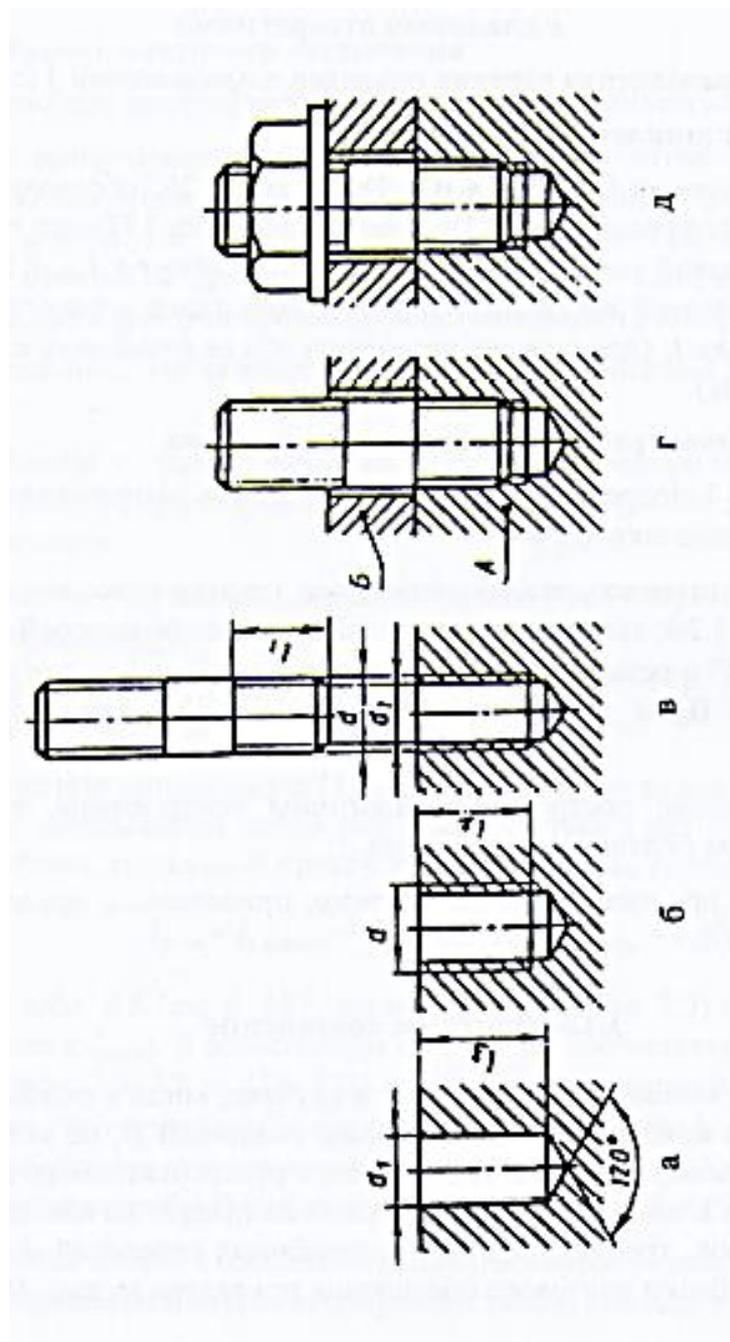


Рис. 17. Последовательность выполнения чертежа шпилечного соединения

7. Выполняем штриховку сопрягаемых деталей. Детали **А** и **В** штрихуются в разные стороны.

8. На чертеже проставляем необходимые размеры (см. чертежи 1 и 4 приложения 3, соответственно).

Пункты 9-12 выполняются согласно пунктам 7-10 подразд. 2 «Последовательность выполнения чертежа болтового соединения».

3.1.5. Соединение шпильками общего применения деталей с гладкими отверстиями

Пример выполнения чертежа приведен в *приложении 3* (чертеж 7).

1. Расчет шпилечного соединения

Длина шпильки $l_{\text{расч}} = A + B + 2S_{\text{ш}} + 2H_{\text{г}} + 2k$ (обозначения см. в расчете болтового соединения). По *табл. 2.10* или *табл. 2.12*, в левой колонке выбирается l (ближайшее к $l_{\text{расч}}$). В зависимости от d и l в этой же таблице определяется длина нарезанной части стержня шпильки l_0 (для шпилек этого типа оба ее резьбовых конца одинаковы по длине).

2. Последовательность выполнения чертежа

1. См. п. 1 подразд. 2 «Последовательность выполнения чертежа болтового соединения».

2. В соединяемых деталях выполняем гладкое сквозное отверстие диаметром $d = l, 2d$; вычерчиваем шпильку, на концах которой выполняем фаски с $\alpha = 45^\circ$ и резьбу на длине, равной l_0 ; изображаем две шайбы по размерам $S_{\text{ш}}$ и $D_{\text{ш}}$ и две гайки в виде прямоугольников с размерами $D = 2d$ и $H_{\text{г}}$

Последующие построения аналогичны построениям, выполняемым для чертежа болтового соединения.

Размеры, проставляемые на чертеже, приведены в *приложении 3* (чертеж 7).

3.1.6. Винтовое соединение

Винтовое соединение применяют в случаях, когда к основной детали толщиной A крепится вспомогательная толщиной B , не испытывающая или испытывающая незначительные нагрузки (например, крышка к корпусу, панель к шасси и др.). Соединение не предназначено для значительных нагрузок, требует подготовки резьбовых отверстий в основной детали. Схема сборки винтового соединения приведена на *рис. 18*.

Присоединяемая деталь своим гладким отверстием d_0 укладывается соосно над предварительно подготовленным резьбовым отверстием основной детали. Винт с надетой на него шайбой (или без нее) свободно проходит сквозь

гладкое отверстие d_0 присоединяемой детали и ввертывается своей резьбовой частью в резьбовое гнездо l_2 основной детали «от руки», а затем с помощью отвертки, входящей в шлиц головки.

1) Расчет винтового соединения

Схема для расчета винтового соединения приведена на *рис. 19*.

Для вычерчивания винтового соединения по относительным размерам, так же как и для ранее рассмотренных соединений, принимается: d , A и B – в *табл. 1.1* индивидуальных заданий (с. 118, 119); $c = 0,15d$, $d_0 = 1,2d$; $d_1 = 0,85d$. Для нормальных шайб: $D_{ш} = 2,2d$; $S_{ш} = 0,15d$. Пружинные шайбы вычерчиваются по действительным размерам (см. с. 104).

Напомним, что за конструктивную длину винтов l принимают:

- винты с цилиндрической и цилиндро-сферической головкой (чертежи 3, 6, 12 *приложения 3*) – их длину без учета высоты головки;
- винты с потайной головкой (чертеж 9) – их полную конструктивную длину;
- винты с полупотайной головкой (чертеж 15) – их длину без учета сферической части.

В расчете длины винта l (*рис.19*) участвуют длина $l_{\text{винта}}$, на которую винт ввертывается своей резьбовой частью в резьбовое гнездо основной детали, толщина B присоединяемой детали, толщина шайбы $S_{ш}$.

$$l_{\text{расч}} = 1,5d + B + S_{ш},$$

где $l_{\text{винта}} = 1,5 \times d$.

По *табл. 2.5* (см. с. 84, примечание 2 к *табл. 2.5*) находим l винта (ближайшее к $l_{\text{расч}}$). В зависимости от l и d по соответствующим стандартам (см. *табл. 2.5–2.8*, с. 84-91) находим длину нарезанной l_0 . Глубина нарезания резьбы l_2 в нижней детали равна: $l_2 = l_1 + (2 \div 3P)$, а глубина сверления глухого отверстия l_3 равна: $l_3 = l_1 + (7 \div 9P)$. Величину крупного шага резьбы P находим из *табл. 2.15*, с. 102-103.

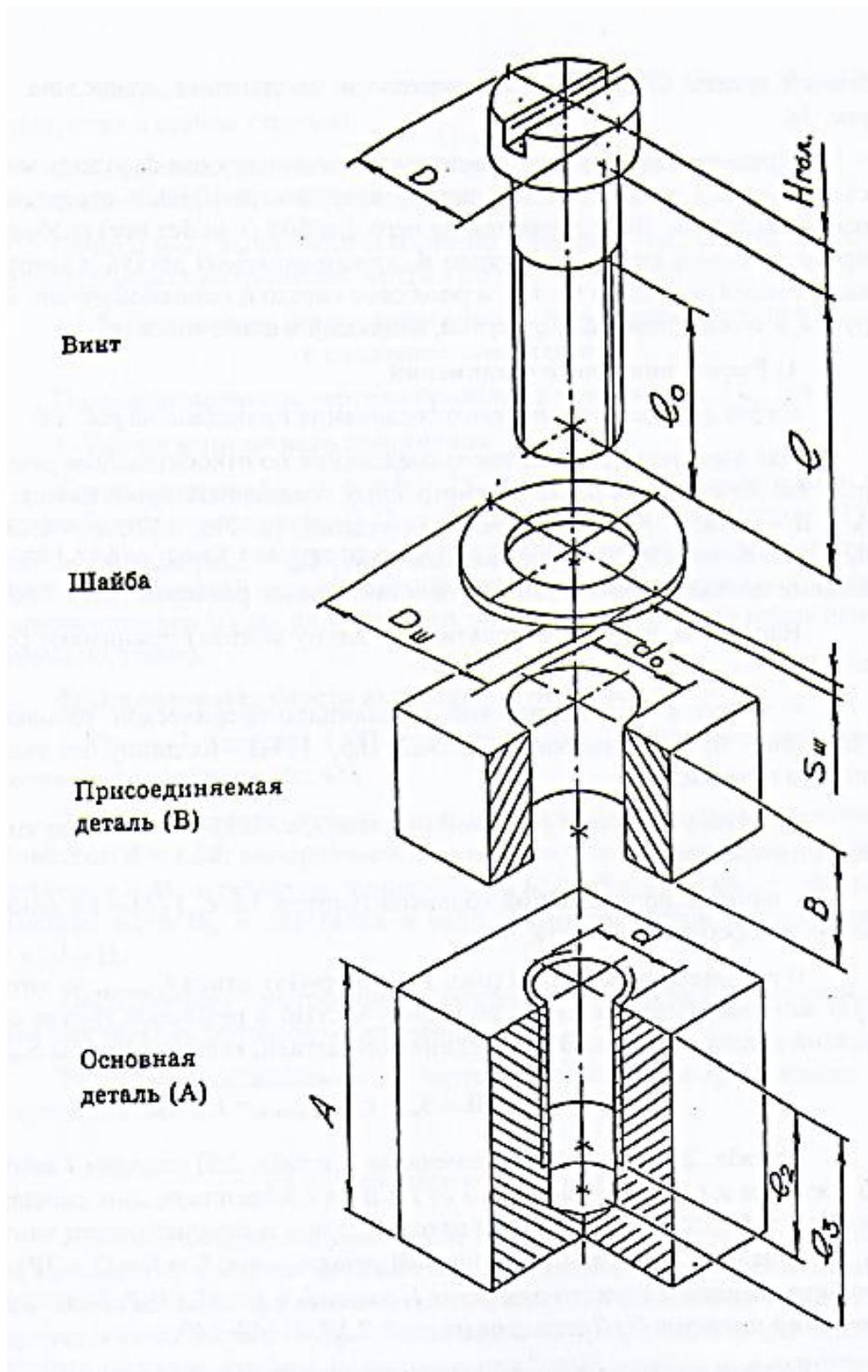


Рис. 18. Схема сборки винтового соединения

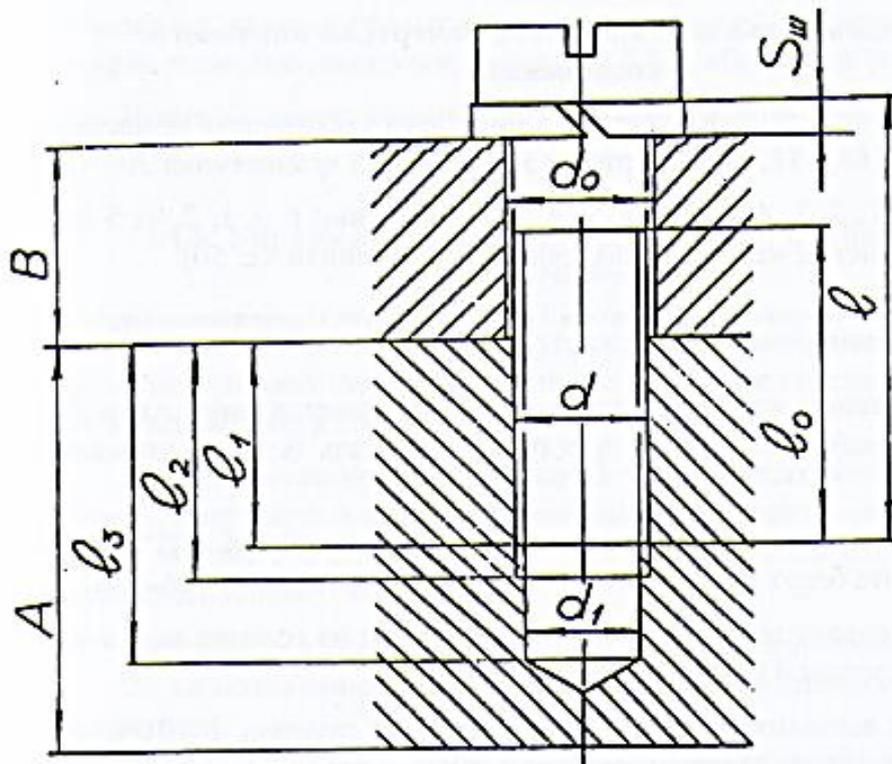


Рис. 19. Схема расчета винтового соединения и соединения ввертным болтом

Головки винтов в соединениях вычерчиваются по действительным размерам, которые взяты из соответствующих таблиц стандарта (с. 84-91).

На чертеже винтового соединения проставляются следующие размеры:

нормальный диаметр резьбы d ,

длина винта l ,

толщина соединяемой детали B ,

габаритный (по высоте) размер соединения.

2) Последовательность выполнения чертежа винтового соединения

Примеры выполнения чертежей винтовых соединений приведены на – чертежах 3, 6, 9, 12, 15 приложения 3.

Пункты 1, 2, 3, 4 выполняются в соответствии с п. 1, 2, 4, 5 подразд. 2 «Выполнение чертежа шпилечного соединения».

Примечание. В чертежах 9, 15 приложение 3 шайба отсутствует. Соответственно отсутствует п. 4 и меняется последующая нумерация.

5. На главном виде и виде сверху изображается винт длиной l , ввинченный резьбовым концом l_1 в базовую деталь А; l_1 принимается равным d .

На конце винта выполняется фаска; размер фаски $0,15d \times 45^\circ$. Размеры головки винта берут из соответствующего стандарта (см. с. 84-91).

На виде сверху шлиц (прорезь под отвертку) на головке винта изображается под углом 45° к рамке чертежа.

6. Пункт выполняется в соответствии с п. 7 подразд. 2 «Выполнение чертежа шпилечного соединения».

7. На чертежах проставляются размеры, указанные на чертежах 3, 6, 9, 12, 15 приложение 3.

8-11. Пункты выполняются в соответствии с п. 9-12 подразд. 2 «Выполнение чертежа шпилечного соединения».

Длина винтов для чертежей 6, 9, 12, 15 (см. приложение 3) принимается:

$$\text{чертеж 6: } l_{\text{расч}} = l_1(1,5d) + (B - H_{\text{гол.винта}});$$

$$\text{чертеж 9: } l_{\text{расч}} = 1,5d + B;$$

чертеж 12: $l_{\text{расч}} = 1,5d + B + S_{\text{ш}}$;

чертеж 15: $l_{\text{расч}} = 1,5d + B$.

Размеры, проставляемые на чертежах, указаны на чертежах – примерах в *приложении 3*.

3.1.7. Соединение ввертным болтом

Пример выполнения чертежа приведен в *приложении 3* (чертеж 13).

Расчет соединения ввертным болтом и последовательность выполнения чертежа соединения ввертным болтом такие же, как и для винтового соединения (см. подразд. 3.1.6 «Винтовое соединение»).

Отличие заключается в том, что шестигранная головка винта вычерчивается по относительным размерам (см. п. 2-4 подразд. 2 «Выполнение чертежа болтового соединения», 3.1.2. «Болтовое соединение»).

Размеры, проставляемые на чертеже, указаны в *приложении 3* (см. чертеж 13.)

3.1.8. Упрощенное изображение шпилечного, болтового и винтового соединений

На *рис. 20–23* приведены упрощенные изображения болтового, шпилечного и винтового соединений, а также соединения винтом с гайкой, выполненные в соответствии с ГОСТ 2.315-2008.

Последовательность выполнения упрощенных изображений шпилечного, болтового и винтового соединений и методика их расчета остаются такими же, как описанные ранее, а основные отличия заключаются в следующем:

- 1) резьбу показывают на всей длине стержня крепежной детали;
- 2) не показывают зазор между стержнем и отверстием соединяемых деталей;
- 3) концы шпильки, болта и винта изображаются без фасок;
- 4) на виде сверху для болтового и шпилечного соединений не показывается внутренний диаметр резьбы крепежной детали;
- 5) глубину завинчивания винтов в глухие отверстия принимают примерно равной глубине завинчивания шпилек;
- б) оформление изображения резьбового глухого отверстия в базовой детали видно из *рис. 21, 22*.

- 7) шлицы на головках винтов изображают одной сплошной толстой линией;
- 8) шестигранные гайки и головки болтов вычерчивают по размерам, рассчитанным из соотношений, приведенных ранее на *рис. 7*, при этом фаски на шестигранных гайках и головках болтов не показывают;
- 9) размеры, проставляемые на чертеже, остаются прежними, как указано ранее.

3.1.9. Трубные резьбовые соединения

Трубные резьбовые соединения применяются в трубопроводах, где должны быть обеспечены плотность и прочность соединения в сочетании с простотой их разборки и сборки. Они состоят из труб, на концах которых имеется наружная трубная цилиндрическая резьба, и соединительных деталей с внутренней резьбой — фитингов (угольники, тройники, муфты).

Основным параметром труб является величина условного прохода D_y , примерно равная размеру внутреннего диаметра трубы и определяющая его пропускную способность.

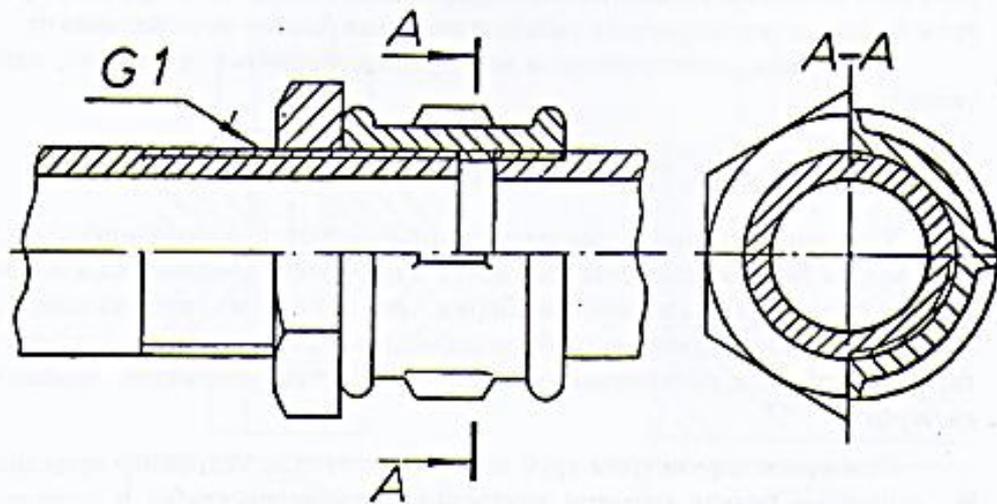


Рис. 24. Трубное соединение прямой муфтой с контргайкой

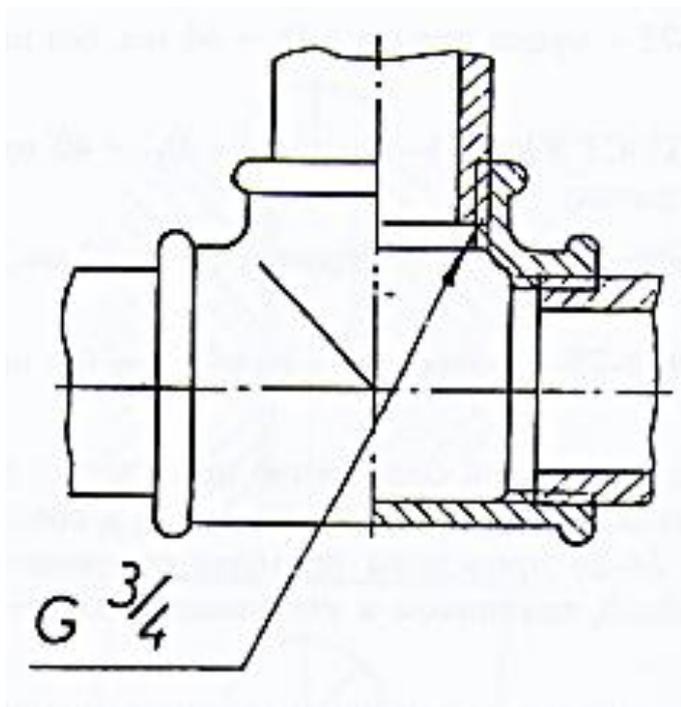


Рис. 25. Трубное соединение тройником

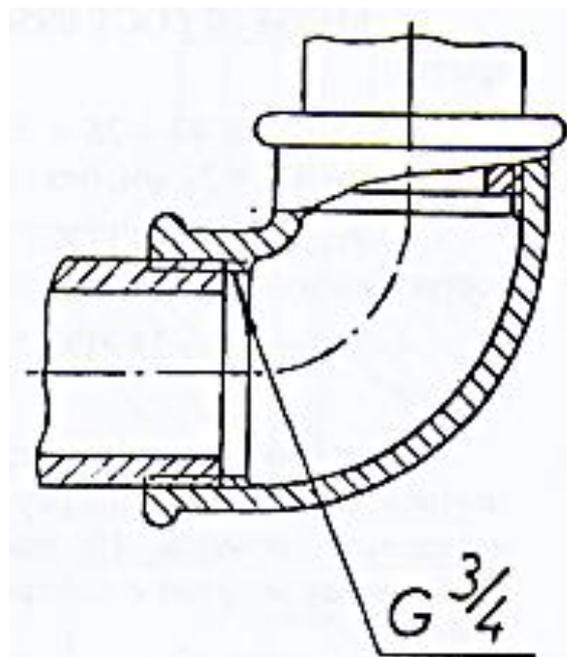


Рис. 26. Трубное соединение угольником

Условный проход фитингов считается по условному проходу тех труб, для которых они предназначены.

Конструктивные размеры фитингов устанавливает ГОСТ 8944—75.

Примеры условного обозначения фитингов:

1. Муфта 40 ГОСТ 8954-75 – муфта прямая с $D_y = 40$ мм, без покрытия;
2. Тройник 40 х 25 х 32 ГОСТ 8949-75 – тройник с $D_{y1} = 40$ мм, $D_{y2} = 25$ мм, $D_{y3} = 32$ мм, без покрытия;
3. Угольник о-32 ГОСТ 8956-75 –угольник прямой с $D_y = 32$ мм, с покрытием (о - оцинкованный);
4. Контргайка 25 ГОСТ 8968-75 – контргайка с $D_y = 25$ мм, без покрытия.

Перед выполнением чертежа трубных соединений необходимо по соответствующему стандарту по значению D_y подобрать трубы и соединительные элементы. На *рис.24-26* приведены примеры соединения труб прямой муфтой с контргайкой, тройником и угольником соответственно.

Трубное соединение изображается по тем же правилам, что и все остальные резьбовые соединения, например, болт-гайка. Размер трубной резьбы указывается на полке линии-выноски, стрелка которой упирается в сплошную основную линию резьбы.

Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через ось муфты и трубы и в ряде случаев (например, *рис. 24*) дополняют сечением плоскостью, перпендикулярной к оси соединения. Выступы муфты (ребра) в продольном разрезе показывают по типу тонких стенок, т. е. не рассеченными.

Более подробно оформление сборочных чертежей трубопроводов изложено в ГОСТ 2.411-72.

3.1.10. Шпоночные соединения

Шпоночное соединение состоит из вала, втулки (зубчатое колесо, шкив и т. п.) и шпонки.

В шпоночном соединении шпонка одновременно входит в шпоночные пазы вала и втулки. Передача вращения от вала к втулке производится рабочими боковыми гранями шпонки.

Наиболее распространенными являются соединения призматическими и сегментными шпонками.

На чертежах шпоночное соединение изображается в продольном и поперечном разрезах (рис. 27, а, б). На продольном разрезе (плоскостью, проходящей через ось вала и втулки) вал показан не рассеченным. Для выявления формы и глубины шпоночного паза на валу выполняется местный разрез.

Как видно из рис. 27, а, б, между верхней гранью шпонки и дном шпоночного паза во втулке имеется небольшой зазор, указывающий на то, что шпонки не удерживают детали, находящиеся на валу, от осевых перемещений.

Определяющим размером шпоночного соединения служит диаметр вала **d**. В зависимости от размера **d** из соответствующих стандартов находят все размеры шпонок (ширину **B**, высоту **h**, длину **l**, а для сегментных шпонок еще и диаметр **d_i**) и размеры соответствующих им шпоночных пазов. Глубина паза для призматической шпонки характеризуется величинами **t₁** (для вала) и **t₂** (для втулки), а для сегментной шпонки - **t** (для вала) и **t₁** (для втулки). На чертежах втулки обычно на - носят размер **d + t₁** (для сегментной шпонки) и **d + t₂** (для призматической шпонки), а на чертежах вала - **d - t** (для сегментной шпонки) и **d - t₁** (для призматической шпонки).

3.1.11. Штифтовые соединения

Как уже указывалось выше, штифты применяют для жесткого неподвижного соединения деталей или для обеспечения их правильного взаимного расположения при сборке.

Штифты вставляются в отверстия соединяемых деталей с «натягом» и удерживаются в них силами трения, создаваемыми упругими деформациями металла.

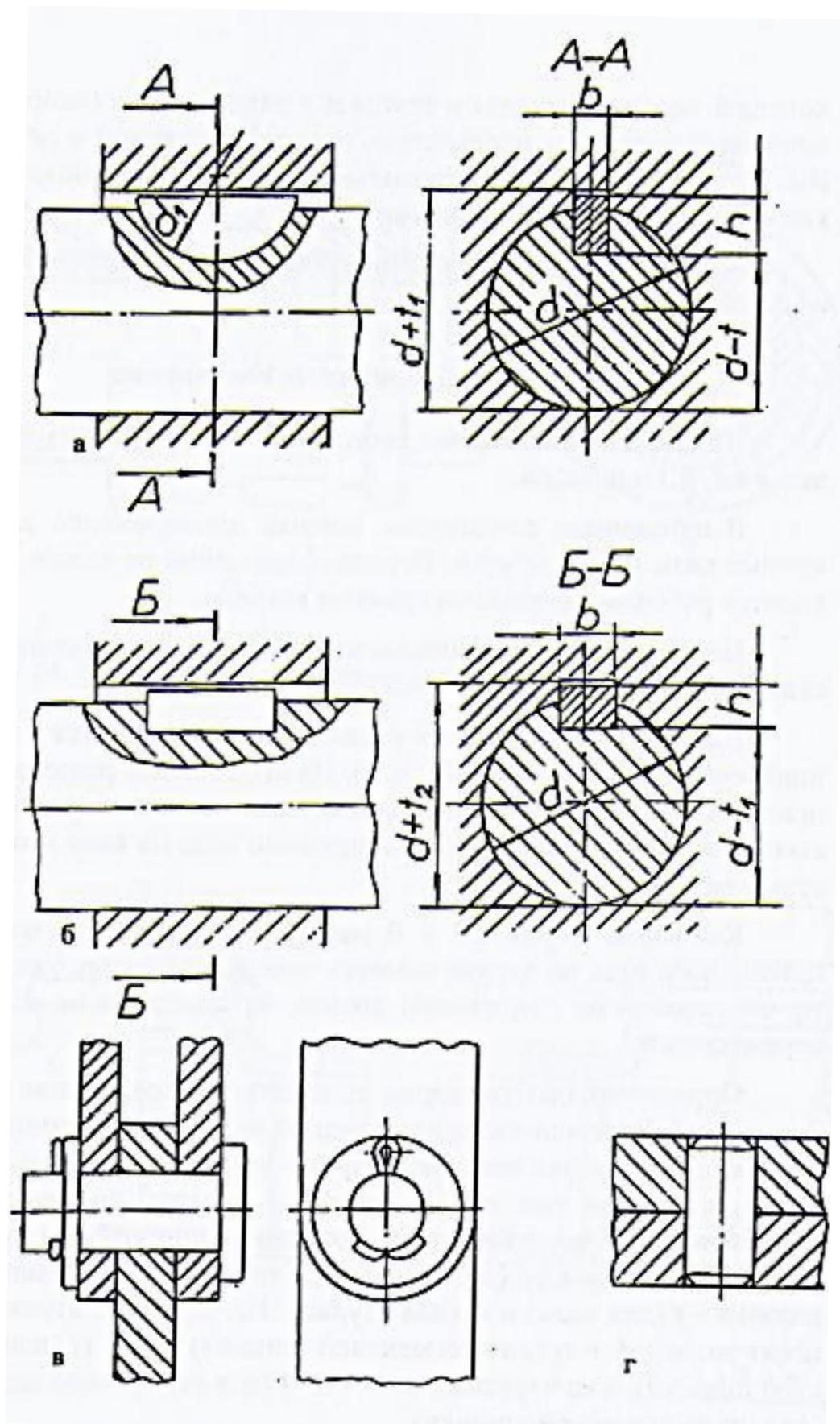


Рис. 27. Неподвижные соединения: а – шпоночное (сегментная шпонка); б – шпоночное (призматическая шпонка); в – шплинтовое; г – штифтовое

Посадка цилиндрических штифтов при повторных сборках ослабевает, поэтому в часто демонтируемых соединениях их не применяют. В узлах, где необходимо обеспечить возможность неоднократной сборки и разборки, применяют конические штифты.

Штифтовое соединение показывают в разрезе, плоскость которого проходит через ось штифта и совмещенные с ним оси отверстия деталей (*рис. 27, з*). В продольном разрезе штифт показывается не рассеченным.

3.1.12. Шплинтовые соединения

Шплинты служат для ограничения осевого перемещения деталей и стопорения корончатых и прорезных гаек. В последнем случае, как отмечалось ранее, шплинт пропускают через прорезы корончатой или прорезной гайки и отверстие в болте (шпильке), а затем концы его разводят в разные стороны.

На *рис. 27, в* приведен пример шплинтового соединения.

Конструкцию соединения шплинтом передают два вида: один вид на плоскости, параллельной оси вала и оси шплинта; второй вид на плоскости, перпендикулярной к оси вала. На продольном разрезе шплинт показывается нерассеченным.

3.2. Выполнение чертежей разъемных соединений

Из всего многообразия существующих резьбовых соединений (см. подразд. 3.1.1) студентам для расчета и вычерчивания предлагаются следующие соединения:

болтовое соединение;

соединение винтом с гайкой;

шпильчное соединение с помощью шпилек общего применения;

шпильчное соединение с помощью шпилек для фланцевых соединений;

винтовое соединение;

соединение ввертным болтом.

Чертежи вышеперечисленных соединений, а также трубных, шпоночных, штифтовых, шплинтовых и т. п., можно рассматривать как сборочные чертежи простейших сборочных единиц.

В соответствии с ГОСТ 2.101 — 68 сборочная единица — это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе посредством сборочных операций (свинчивание, сварка, сшивка и др.).

Сборочный чертеж (ГОСТ 2.102-68) - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

При выполнении сборочных чертежей следует применять упрощения и условности, допускаемые соответствующими стандартами.

Применительно к данной работе отметим некоторые из них.

В разрезах смежные детали должны быть заштрихованы в разные стороны. Шпильки, болты и винты при продольном разрезе показываются нерассеченными, т. е. не штрихуются. Гайки и шайбы также показываются нерассеченными. Крепежные детали в соединениях изображаются упрощенно или условно.

Однако в учебных целях допускаются отклонения от соответствующих стандартов на применение упрощений и условностей. По действительным размерам вычерчиваются корончатые гайки, разрезные шайбы, головки винтов и т. п. По относительным (относительно номинального диаметра резьбы d) вычерчиваются болты, шпильки, винты, гайки, шайбы, гладкие отверстия в соединяемых деталях, фаски, резьбовые гнезда, сквозные и глухие отверстия.

На сборочном чертеже проставляются габаритные, установочные, присоединительные и необходимые конструктивные размеры. В учебных целях проставляется также номинальный диаметр резьбы.

На чертежах проставляются номера позиций составных частей соединения, которые наносятся над полкой линии-выноски, заканчивающейся точкой на изображении соответствующей детали. Линия-выноска и полка выполняются тонкой линией. Цифры, обозначающие номера позиций, наносятся параллельно основной надписи шрифтом на 1-2 номера больше, чем у размерных чисел.

Чертеж должен содержать спецификацию, которая выполняется на отдельном формате А4 Спецификация (ГОСТ 2.102-68) — это документ, определяющий состав сборочной единицы. ГОСТ 2.108-68, основные сведения которого изложены также в справочнике [2, разд. IV.6], устанавливает форму и

порядок заполнения спецификации. Следует обратить внимание на отличие основных надписей на чертежах и в спецификации (ГОСТ 2.104-68 – формы 1 и 2).

В учебном процессе допускаются некоторые отклонения от указанных стандартов, в частности, не показываются дополнительные графы, некоторые графы не заполняются или заполняются иначе.

Форма и размеры основной надписи на чертежах и в спецификациях, форма и размеры спецификации приведены на *рис. 28, 29 и 30* соответственно.

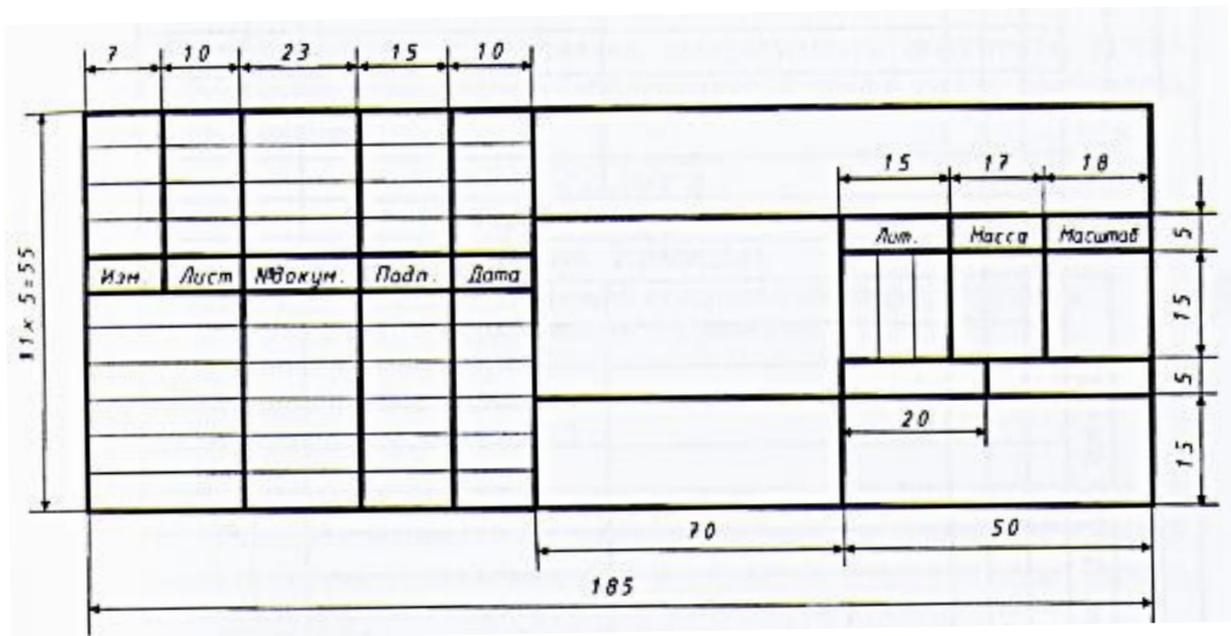


Рис. 28. Основная надпись для чертежей

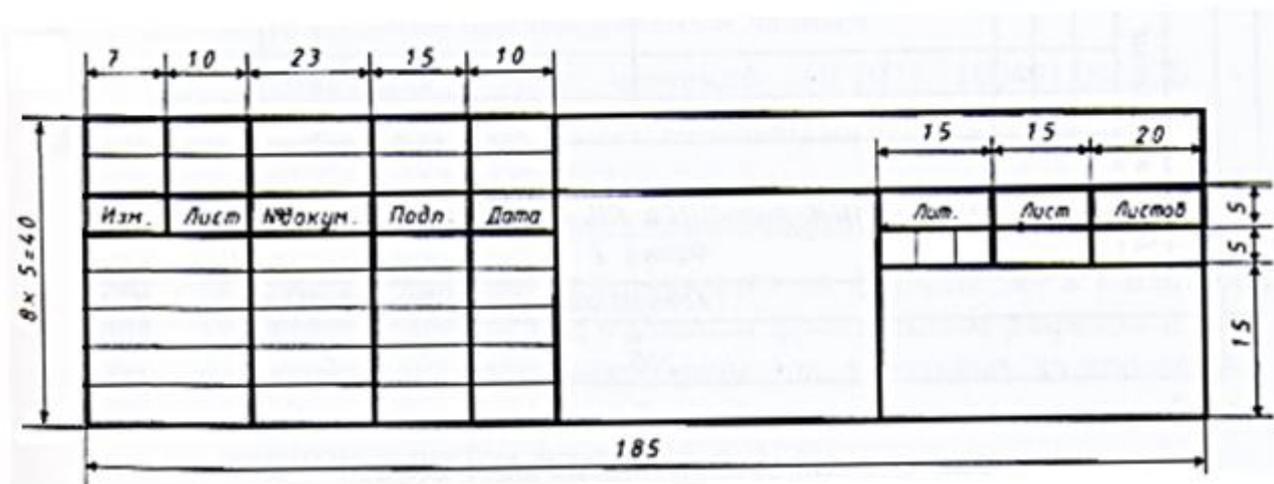


Рис. 29. Основная надпись для текстовых конструкторских документов

Заполнение основной надписи на чертежах, рекомендуемое кафедрой КМАШ СПбГУПТД для данной работы:

В основной надписи, в графе условного обозначения учебного документа, пишется, например: «КМАШ. 100401.000.СБ», где: КМАШ - название кафедры (аббревиатура); 00 - шифр дисциплины (00 – компьютерные технологии в инженерной графике); 00 - порядковый номер расчетно-графической работы; 00 - номер чертежа (01 , 02 и т. д.); 000 - номер детали (в данной работе не указывается); СБ - тип чертежа (сборочный чертеж).

В графе «индекс предприятия, выпустившего документ», указываются: название университета (аббревиатура); шифр курса, факультета, группы , например:



3.2.1. Выполнение чертежей соединений стандартными резьбовыми изделиями

Индивидуальные задания для выполнения резьбовых соединений приведены в *табл. 1.1*, с. 71-72.

По своему индивидуальному номеру (числитель первой графы *табл. 1.1*) следует выписать из таблицы названия и стандарты изделий, входящих в состав соединения. Вид соединения и его название определяется названием резьбовых изделий, входящих в задание.

The drawing shows a rectangular form with a total width of 210 and a total height of 297. The form is divided into several sections:

- Header Section:** Located at the top, it contains a table with columns: *Формат* (Format), *Зона* (Zone), *Поз.* (Position), *Обозначение* (Designation), *Наименование* (Name), *Кол.* (Quantity), and *Примечание* (Remarks). The first row of this table is dimensioned with 6, 6, 8, 70, 63, 10, and 22 respectively. Above the table, there are dimensions 5, 15, and 8. A small box labeled "лп" is also present.
- Table Section:** A large table with 7 columns and 10 rows, used for listing specifications. The first row is dimensioned with 6, 6, 8, 70, 63, 10, and 22. A dashed line indicates a break in the table.
- Section Header:** Below the table, the text "Форма спецификации (заглавный лист)" is centered.
- Additional Section:** A section below the header with the text "Дополнительные графы по ГОСТ 2 104-68" written vertically on the left side.
- Footer Section:** At the bottom, it contains the text "Основная надпись по ГОСТ 2 104-68" and "Форма 2". Below this, there are fields for "Копировал:" and "Формат: 11", with a small arrow pointing to the right.

Рис. 30. Спецификация (первый лист). Форма 1

В знаменателе первой графы *табл. 1.1* указан номер чертежа — примера соединения (см. *приложение 3*), которое необходимо выполнить по своим индивидуальным данным.

В обозначениях этих чертежей КМШ. 000001.000.СБ – КМШ.000015.000.СБ цифры 01-15 указывают номер чертежа.

В *приложении 2* найти соответствующие стандарты на крепежные изделия, откуда выписать необходимые данные.

Резьбовое соединение вычерчивается на формате А 4 в масштабе 1:1, в двух видах (главный вид с полным фронтальным разрезом сверху без разреза) с простановкой размеров, указанных соответствующих чертежах в *приложении 3*, и нанесением номеров позиций составных частей изделия (см. чертеж 15).

Чертеж резьбового соединения, как и всякий сборочный чертеж, должен содержать спецификацию, выполняемую на формате А4 (см. *рис. 30*). Описания, схемы сборки, области применения различных видов резьбовых соединений, а также указания к расчету и выполнению их чертежей приведены в разд. 3.1:

болтовое соединение (подразд. 3.1.2);

соединение винтом с гайкой (подразд. 3.1 .3);

шпилечное соединение (подразд. 3.1.4);

винтовое соединение (подразд. 3.1 .5);

соединение ввертным болтом (подразд. 3.1.6).

Примеры выполнения чертежей соединений стандартными резьбовыми изделиями с их наименованиями приведены в *приложении 3* ; номера позиций составных частей соединений на чертежах 1 - 14 не показаны.

**ТАБЛИЦА
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

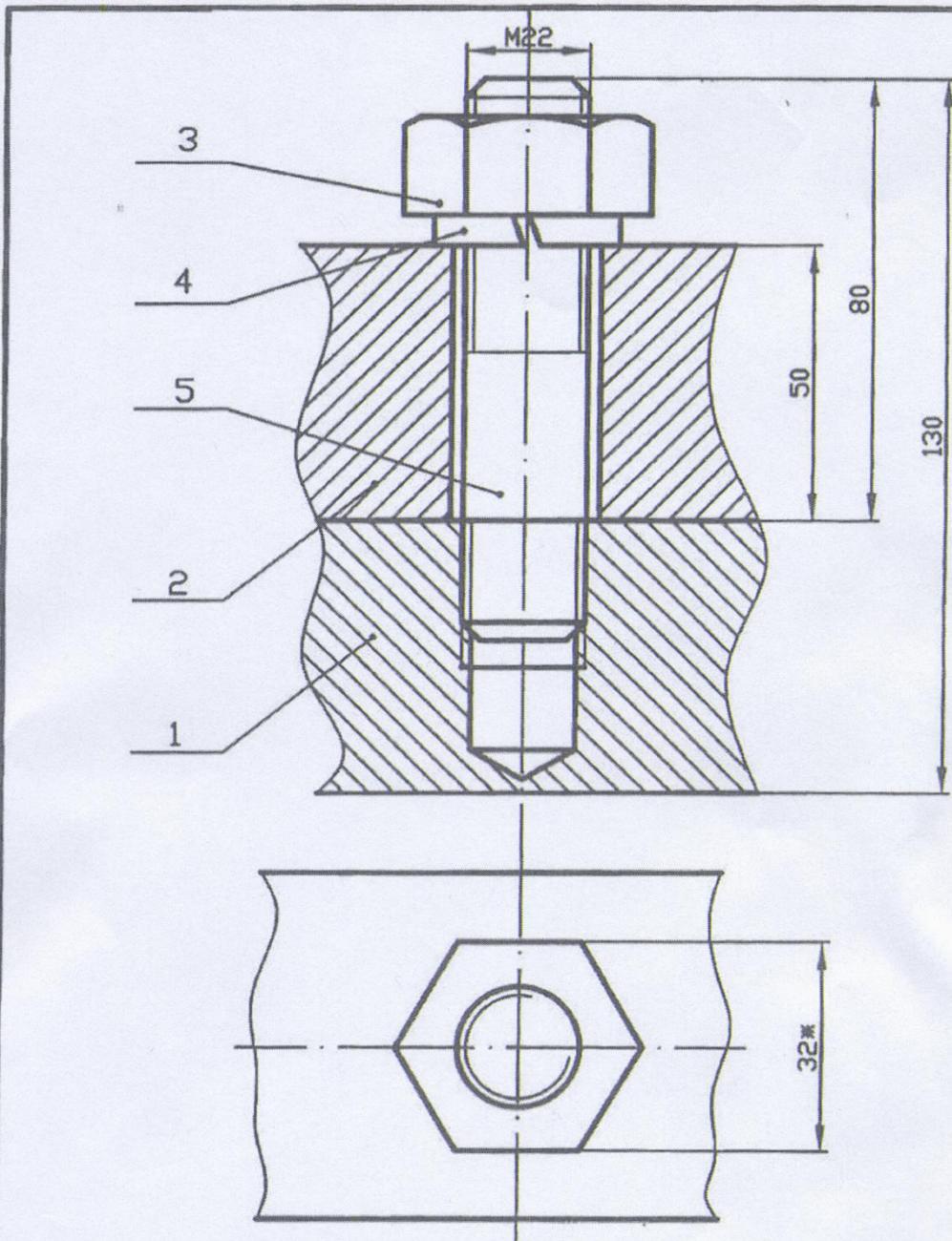
(табл. 1.1)

Пример выполненной работы одного из вариантов рис. 1.1 и рис. 1.2

Таблица 1.1. Индивидуальные задания к самостоятельной работе по выполнению чертежа резьбового соединения

Номер вар./ черт.	Шпилька		Гай- ка	Шайба		Винт				Болт	Толщина детали	
	ГОСТ 22032 -76	ГОСТ 9066- 75	ГОСТ 5916- 70	ГОСТ 11371 78	ГОСТ 6402- 70	ГОСТ 1491- 80	ГОСТ 17473 -80	ГОСТ 17474 -80	ГОСТ 17475- 80	ГОСТ 7798- 70	А	В
1/1	M14		2M14		14						36	21
2/2			2M20	20				2M20			50	30
3/3					16	2M16					48	24
4/4	M20		2M20	20							50	30
5/5			2M14	14					2M14		36	21
6/6					14	2M14					42	21
7/7		AM16	2M16	16							40	24
8/8			2M18	18			2M18				45	27
9/9									2M18		54	27
10/10			2M18	18						M18	45	27
11/11			2M20	20		2M20					50	30
12/12					20		2M20				60	30
13/13				20						M20	60	30
14/14			2M16	16		2M16					40	24
15/15								2M16			48	24
16/1	M18		2M18		18						45	27
17/2			2M18	18				2M18			45	27
18/3					18	2M18					54	27
19/4	M18		2M18	18							45	27
20/5			2M16	16					2M16		40	24
21/6					20	2M20					60	30
22/7		AM20	2M20	20							50	30
23/8			2M20	20			2M20				50	30
24/9									2M20		60	30
25/10			2M20	20						M20	50	30
26/11			2M16	16		2M16					40	24
27/12					18		2M18				54	27
28/13				18						M18	54	27
29/14			2M18	18		2M18					45	27
30/15								2M20			60	30

Номер вар./ черт.	Шпилька		Гай- ка	Шайба		Винт				Болт	Толщина детали	
	ГОСТ 22032 -76	ГОСТ 9066 - 76	ГОСТ 5916 - 70	ГОСТ 11371 -78	ГОСТ 6402 - 70	ГОСТ 1401 - 80	ГОСТ 17473 -80	ГОСТ 17474 -80	ГОСТ 17475 - 80	ГОСТ 7798 - 70	А	В
31/1	M16		2M16		16						40	24
32/2			2M16	16				2M16			40	24
33/3					14	2M14					42	21
34/4	M14		2M14	14							36	21
35/5			2M18	18					2M18		45	27
36/6					16	2M16					48	24
37/7		AM16	2M16	16							40	24
38/8			2M14	14			2M14				36	21
39/9									2M14		42	21
40/10			2M16	16						M16	40	24
41/11			2M14	14		2M14					36	21
42/12					16		2M16				48	24
43/13				16						M16	48	24
44/14			2M20	20		2M20					50	30
45/15								2M14			42	21
46/1	M20		2M20		20						50	30
47/2			2M14	14				2M14			36	21
48/3					20	2M20					60	30
49/4	M16		2M16	16							40	24
50/5			2M20	20					2M20		50	30
51/6					18	2M18					54	27
52/7		AM20	2M20	20							50	30
53/8			2M16	16			2M16				40	24
54/9									2M16		48	24
55/10			2M14	14						M14	36	21
56/11			2M18	18		2M18					45	27
57/12					14		2M14				42	21
58/13					14					M14	42	21
59/14			2M14	14		2M14					36	21
60/15								2M18			54	27



				КМАЗ.000001.000 СБ			
		Подп.	Дата	Соединение шпилечное	Литера	Масса	Насытаб
Разраб.							1:1
Проб.					Лист 1	Листов 2	
Итверд.					СПГУПТД I-ТД-40		

Рис. 1.1

**КОНСТРУКЦИЯ И РАЗМЕРЫ
КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70

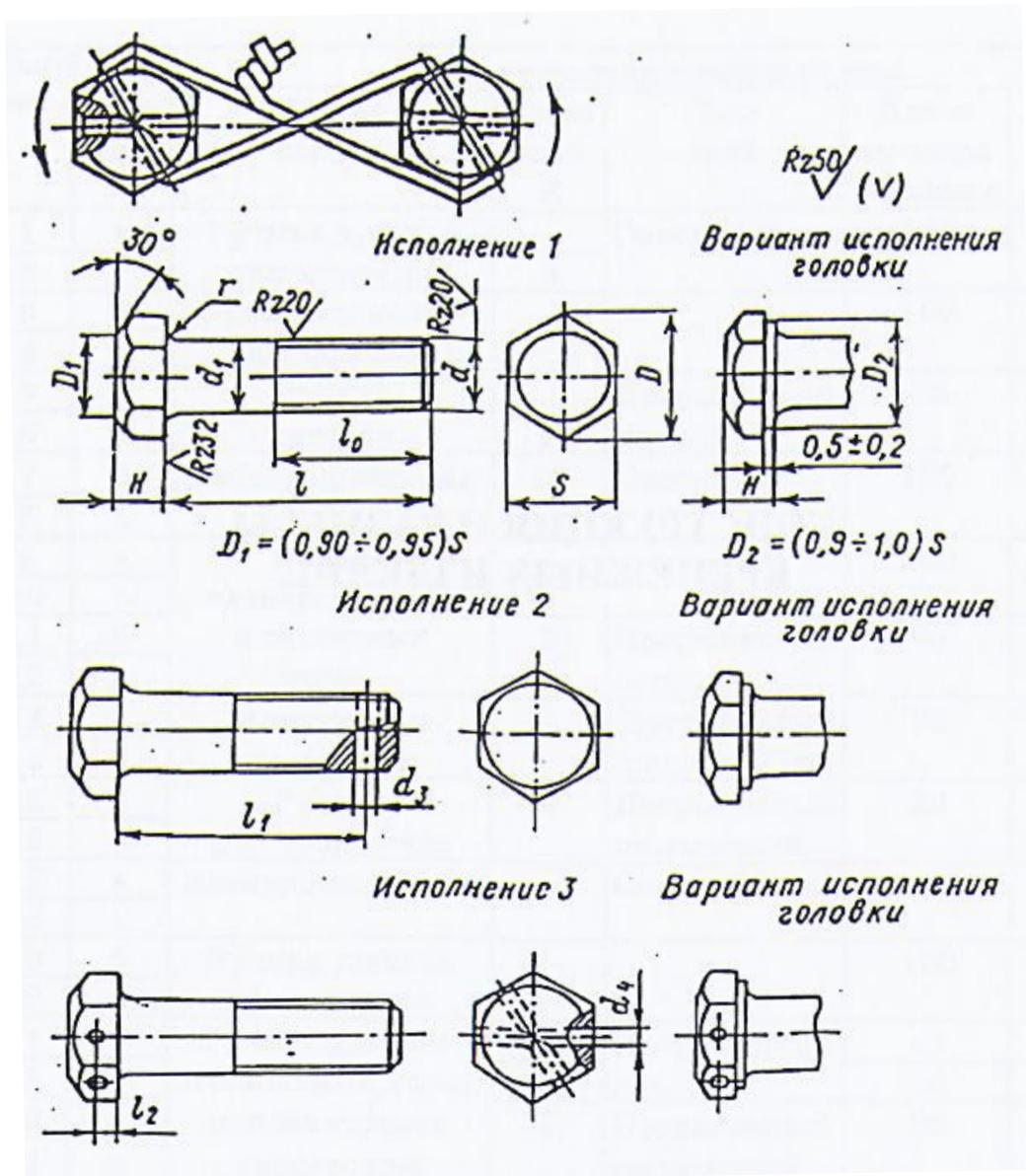


Рис. 2.1. Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)

Примеры условного обозначения:

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

Болт M12 x 60. 6g.58 ГОСТ 7798-70;

2) то же класса прочности 10.9, из стали 40X, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, с покрытием 01:

Болт M12 x 1,25. 6g x 60.109.40X.01 ГОСТ 7798-70.

Таблица 2.1. Основные размеры болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798—70, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	H	D , не менее	r		d_3	Предельное смещение оси отверстия в стержне относительно оси резьбы	d_4	h
	крупный	мелкий					не менее	не более				
6	1	—	6	10	4	10,9	0,25	0,6	1,6	0,20	2	2
8	1,25	1	8	13	5,5	14,2	0,4	1,1	2	0,20	2,5	2,8
10	1,5	1,25	10	17	7	18,7	0,4	1,1	2,5	0,20	3,2	3,5
12	1,75	1,25	12	19	8	20,9	0,6	1,6	3,2	0,25	3,2	4
(14)	2	1,5	14	22	9	24,3	0,6	1,6	3,2	0,25	3,2	4,5
16	2	1,5	16	24	10	26,5	0,6	1,6	4	0,30	4	5
(18)	2,5	1,5	18	27	12	29,9	0,6	1,6	4	0,30	4	6
20	2,5	1,5	20	30	13	33,3	0,8	2,2	4	0,30	4	6,5
(22)	2,5	1,5	22	32	14	35	0,8	2,2	5	0,45	4	7
24	3	2	24	36	15	39,6	0,8	2,2	5	0,45	4	7,5
(27)	3	2	27	41	17	45,2	1,0	2,7	5	0,45	4	8,5
30	3,5	2	30	46	19	50,9	1,0	2,7	6,3	0,45	4	9,5
36	4	3	36	55	23	60,8	1,0	3,2	6,3	0,45	5	11,5
42	4,5	3	42	65	26	72,1	1,2	3,3	8	0,50	5	13
48	5	3	48	75	30	83,4	1,6	4,3	8	0,50	5	15

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

2. Размеры d_1 , S , H , d_3 , d_4 , h — номинальные.

3. Принятые обозначения (см. рис. 2.1) d_1 — диаметр стержня; S — размер под ключ; H — высота головки; D — диаметр описанной окружности; r — радиус под головкой; d_3 — диаметр отверстия в стержне; d_4 — диаметр отверстия в головке; h — расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке.

Таблица 2.2. Длина болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Номинальная длина болта l	Длина резьбы l_1 и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_0 при номинальном диаметре резьбы d (знаком \times отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)															
	6		8		10		12		(14)		16		(18)		20	
	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0
8	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	10	\times	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—
16	12	\times	12	\times	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—
(18)	14	\times	14	\times	14	\times	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—
20	16	\times	16	\times	16	\times	15	\times	—	\times	—	\times	—	\times	—	—
(22)	18	18	18	\times	18	\times	17	\times	17	\times	—	\times	—	\times	—	—
25	21	18	21	\times	21	\times	20	\times	20	\times	19	\times	—	\times	—	\times
(28)	24	18	24	22	24	\times	23	\times	23	\times	22	\times	22	\times	—	\times
30	26	18	26	22	26	\times	25	\times	25	\times	24	\times	24	\times	24	\times
(32)	28	18	28	22	28	26	27	\times	27	\times	26	\times	26	\times	26	\times
35	31	18	31	22	31	26	30	30	30	\times	29	\times	29	\times	29	\times
(38)	34	18	34	22	34	26	33	30	33	\times	32	\times	32	\times	32	\times
40	36	18	36	22	36	26	35	30	35	34	34	\times	34	\times	34	\times
45	41	18	41	22	41	26	40	30	40	34	39	38	39	\times	39	\times
50	46	18	46	22	46	26	45	30	45	34	44	38	44	42	44	\times
55	51	18	51	22	51	26	50	30	50	34	49	38	49	42	49	46
60	56	18	56	22	56	26	55	30	55	34	54	38	54	42	54	46
65	61	18	61	22	61	26	60	30	60	34	59	38	59	42	59	46
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
80	76	18	76	22	76	26	75	30	75	34	74	38	74	42	74	46
(85)	81	18	81	22	81	26	80	30	80	34	79	38	79	42	79	46
90	86	18	86	22	86	26	85	30	85	34	84	38	84	42	84	46
(95)	—	—	91	22	91	26	90	30	90	34	89	38	89	42	89	46
100	—	—	96	22	96	26	95	30	95	34	94	38	94	42	94	46
(105)	—	—	—	—	101	26	100	30	100	34	99	38	99	42	99	46
110	—	—	—	—	106	26	105	30	105	34	104	38	104	42	104	46
(115)	—	—	—	—	111	26	110	30	110	34	109	38	109	42	109	46
120	—	—	—	—	116	26	115	30	115	34	114	38	114	42	114	46

Номинальная длина болта l	Длина резьбы l_0 и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d (знаком \times отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)													
	(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(18)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(22)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(28)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(32)	25	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	28	\times	28	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—
(38)	31	\times	31	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—
40	33	\times	33	\times	32	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—
45	38	\times	38	\times	37	\times	36	\times	—	—	—	—	—	—
50	43	\times	43	\times	42	\times	41	\times	40	\times	—	—	—	—
55	48	\times	48	\times	47	\times	46	\times	45	\times	—	\times	—	—
60	53	50	53	\times	52	\times	51	\times	50	\times	48	\times	—	—
65	58	50	58	54	57	\times	56	\times	55	\times	53	\times	—	\times
70	63	50	63	54	62	60	61	\times	60	\times	58	\times	58	\times
75	68	50	68	54	67	60	66	66	65	\times	63	\times	63	\times
80	73	50	73	54	72	60	71	66	70	\times	68	\times	68	\times
(85)	78	50	78	54	77	60	76	66	75	\times	73	\times	73	\times
90	83	50	83	54	82	60	81	66	80	78	78	\times	78	\times
(95)	88	50	88	54	87	60	86	66	85	78	83	\times	83	\times
100	93	50	93	54	92	60	91	66	90	78	88	\times	88	\times
(105)	98	50	98	54	97	60	96	66	95	78	93	90	93	\times
110	103	50	103	54	102	60	101	66	100	78	98	90	98	\times
(115)	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	103	90	103	102
120	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	108	90	108	102

Примечания: 1. Болты с размерами длин, заключенными в скобки, применять не допускается.

2. Болты, для которых величины l и l_0 расположены над ломаной линией, допускается изготовлять с длиной резьбы до головки.

**Болты с шестигранной головкой (повышенной точности)
по ГОСТ 7805-70**

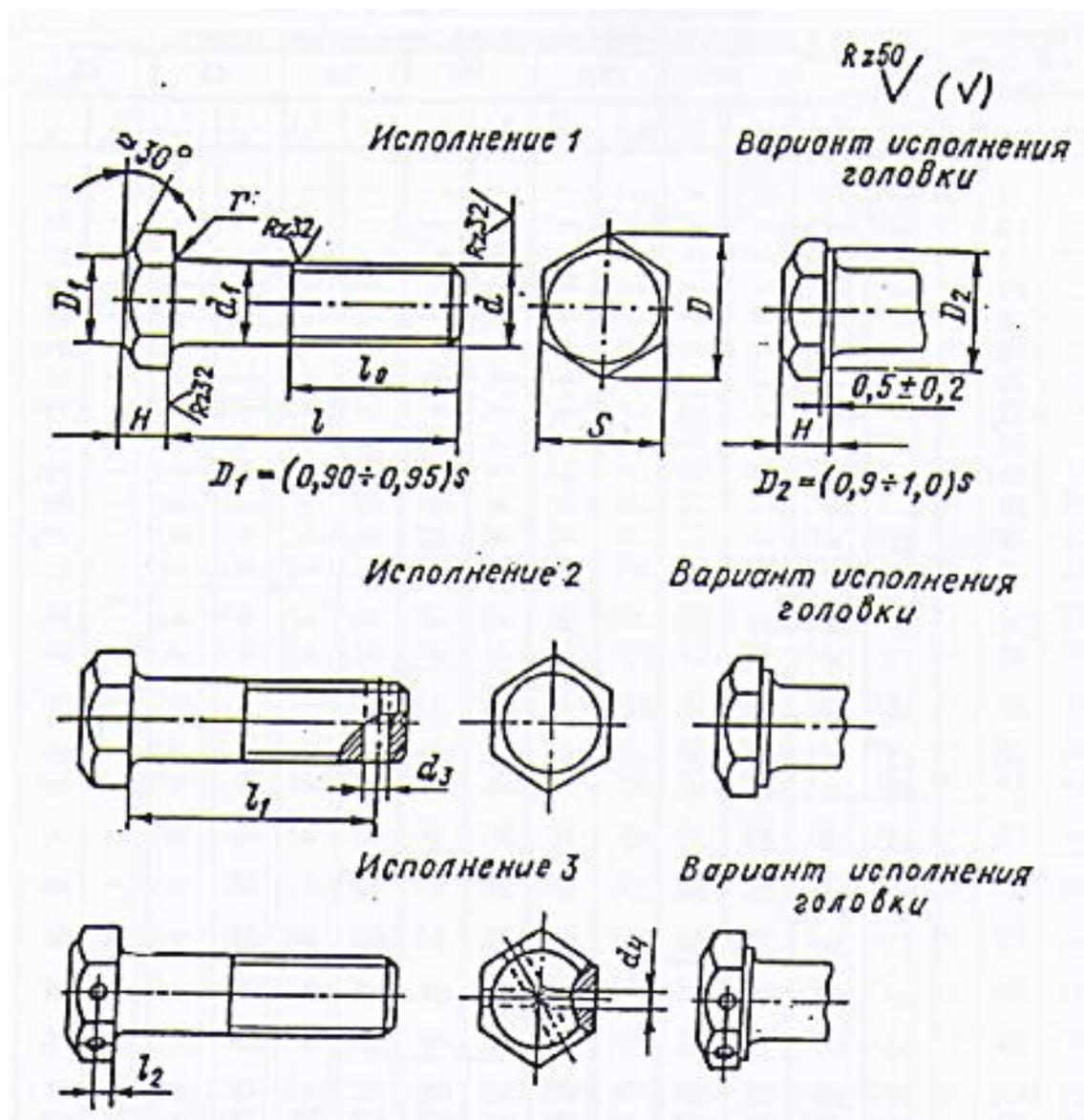


Рис. 2.2. Болты с шестигранной головкой (нормальной точности)

Примеры условного обозначения:

1) болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8g, без покрытия:

Болт M12 x 60.58 ГОСТ 7805-70;

2) то же класса прочности 10.9, из стали 40X, исполнения 2, резьбы, с полем допуска 6g, с покрытием 01:

Болт M12 x 1,25. 6g x 60.109.40X.01 ГОСТ 7805-70.

Таблица 2.3. Основные размеры болтов с шестигранной головкой (повышенной точности) по ГОСТ 7805-70, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	H	D , не менее	r		d_3	d_4	l_2
	крупный	мелкий					не менее	не более			
2	0,4	—	2	4	1,4	4,4	0,10	0,30	—	—	—
2,5	0,45	—	2,5	5	1,7	5,5	0,10	0,30	—	—	—
3	0,5	—	3	5,5	2	6,0	0,10	0,30	—	—	—
4	0,7	—	4	7	2,8	7,7	0,20	0,35	1	1	1,4
5	0,8	—	5	8	3,5	8,8	0,20	0,35	1,2	1,2	1,8
6	1	—	6	10	4	11,0	0,25	0,40	1,6	2	2
8	1,25	1	8	13	5,5	14,4	0,40	0,60	2	2,5	2,8
10	1,5	1,25	10	17	7	18,9	0,40	0,60	2,5	2,5	3,5
12	1,75	1,25	12	19	8	21,1	0,60	1,10	3,2	3,2	4
(14)	2	1,5	14	22	9	24,5	0,60	1,10	3,2	3,2	4,5
16	2	1,5	16	24	10	26,8	0,60	1,10	4	4	5
(18)	2,5	1,5	18	27	12	30,2	0,60	1,10	4	4	6
20	2,5	1,5	20	30	13	33,6	0,80	1,20	4	4	6,5
(22)	2,5	1,5	22	32	14	35,8	0,80	1,20	5	4	7
24	3	2	24	36	15	40,3	0,80	1,20	5	4	7,5
(27)	3	2	27	41	17	45,9	1,00	1,70	5	4	8,5
30	3,5	2	30	46	19	51,6	1,00	1,70	6,3	4	9,5
36	4	3	36	55	23	61,7	1,00	1,70	6,3	5	11,5
42	4,5	3	42	65	26	73,0	1,20	1,80	8	5	13
48	5	3	48	75	30	84,3	1,60	2,30	8	5	15

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

2. Размеры d_1 , S , H , d_3 , d_4 , h - номинальные

3. Принятые обозначения см. на рис. 2.2 и в примечании к табл. 2.1.

Таблица 2.4. Длина болтов с шестигранной головкой (повышенной точности) по ГОСТ 7805-70, мм

Номи- каль- ная длина болта l	Длина резьбы l_0 и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d (знаком \times отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)																			
	1,6		2		2,5		3		4		5		6		8		10		12	
	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1
2	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	x	x	x	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
8	x	x	x	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
10	x	x	x	x	7,5	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
12	8	x	x	x	9,5	x	9,5	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
14	8	10	10	12	11,5	x	11,5	x	10	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
16	-	10	10	12	13,5	14	13,5	x	12	x	12	x	-	x	-	x	-	x	-	x
(18)	-	10	10	12	15,5	14	15,5	16	14	x	14	x	14	x	14	x	-	x	-	x
20	-	-	10	12	17,5	14	17,5	16	16	x	16	x	16	x	16	x	15	x	-	x
(22)	-	-	10	12	19,5	14	19,5	16	18	18	18	x	18	x	18	x	17	x	-	x
25	-	-	10	12	22,5	14	22,5	16	21	18	21	x	21	x	21	x	20	x	-	x
(28)	-	-	-	12	25,5	14	25,5	16	24	18	24	22	24	x	24	x	23	x	-	x
30	-	-	-	12	27,5	14	27,5	16	26	18	26	22	26	x	26	x	25	x	-	x
(32)	-	-	-	-	29,5	14	29,5	16	28	18	28	22	28	26	27	x	-	-	-	-
35	-	-	-	-	32,5	14	32,5	16	31	18	31	22	31	26	30	30	-	-	-	-
(38)	-	-	-	-	35,5	14	35,5	16	34	18	34	22	34	26	33	30	-	-	-	-
40	-	-	-	-	37,5	14	37,5	16	36	18	36	22	36	26	35	30	-	-	-	-
45	-	-	-	-	42,5	14	42,5	16	41	18	41	22	41	26	40	30	-	-	-	-
50	-	-	-	-	47,5	14	47,5	16	46	18	46	22	46	26	45	30	-	-	-	-
55	-	-	-	-	52,5	14	52,5	16	51	18	51	22	51	26	50	30	-	-	-	-
60	-	-	-	-	57,5	14	57,5	16	56	18	56	22	56	26	55	30	-	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	62,5	16	61	18	61	22	61	26	60	30	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	67,5	16	66	18	66	22	66	26	65	30	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	72,5	16	71	18	71	22	71	26	70	30	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	77,5	16	76	18	76	22	76	26	75	30	-	-	-	-
(85)	-	-	-	-	-	-	-	-	81	18	81	22	81	26	80	30	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	86	18	86	22	86	26	85	30	-	-	-	-
(95)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	22	91	26	90	30	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	22	96	26	95	30	-	-	-	-
(105)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101	26	100	30	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	26	105	30	-	-	-
(115)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111	26	110	30	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	26	115	30	-	-	-

Номи- нальная длина болта l	Длина резьбы l_0 и расстояние от опорной поверхности головки до оси отверстия в стержне l_1 при номинальном диаметре резьбы d (знаком \times отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)																					
	(14)		16		(18)		20		(22)		24		(27)		30		36		42		48	
	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0	l_1	l_0
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(18)	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(22)	17	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	20	\times	19	\times	—	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(28)	23	\times	22	\times	22	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	25	\times	24	\times	24	\times	24	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(32)	27	\times	26	\times	26	\times	26	\times	25	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	30	\times	29	\times	29	\times	29	\times	28	\times	28	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—
(38)	33	\times	32	\times	32	\times	32	\times	31	\times	31	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—	—	—
40	35	34	34	\times	34	\times	34	\times	33	\times	33	\times	32	\times	—	\times	—	—	—	—	—	—
45	40	34	39	38	39	\times	39	\times	38	\times	38	\times	37	\times	36	\times	—	—	—	—	—	—
50	45	34	44	38	44	42	44	\times	43	\times	43	\times	42	\times	41	\times	40	\times	—	—	—	—
55	50	34	49	38	49	42	49	46	48	\times	48	\times	47	\times	46	\times	45	\times	—	\times	—	—
60	55	34	54	38	54	42	54	46	53	50	53	\times	52	\times	51	\times	50	\times	48	\times	—	—
65	60	34	59	38	59	42	59	46	58	50	58	54	57	\times	56	\times	55	\times	53	\times	—	\times
70	65	34	64	38	64	42	64	46	63	50	63	54	62	60	61	\times	60	\times	58	\times	58	\times
75	70	34	69	38	69	42	69	46	68	50	68	54	67	60	66	66	65	\times	63	\times	63	\times
80	75	34	74	38	74	42	74	46	73	50	73	54	72	60	71	66	70	\times	68	\times	68	\times
(85)	80	34	79	38	79	42	79	46	78	50	78	54	77	60	76	66	75	\times	73	\times	73	\times
90	85	34	84	38	84	42	84	46	83	50	83	54	82	60	81	66	80	78	78	\times	78	\times
(95)	90	34	89	38	89	42	89	46	88	50	88	54	87	60	86	66	85	78	83	\times	83	\times
100	95	34	94	38	94	42	94	46	93	50	93	54	92	60	91	66	90	78	88	\times	88	\times
(105)	100	34	99	38	99	42	99	46	98	50	98	54	97	60	96	66	95	78	93	90	93	\times
110	105	34	104	38	104	42	104	46	103	50	103	54	102	60	101	66	100	78	98	90	98	\times
(115)	110	34	109	38	109	42	109	46	108	50	108	54	107	60	106	66	105	78	103	90	103	102
120	115	34	114	38	114	42	114	46	113	50	113	54	112	60	111	66	110	78	108	90	108	102

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

Т а б л и ц а 2.5. Винты с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491-80), мм

Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Диаметр стержня d_1	Диаметр головки D	Высота головки H	Ширина шлица b	Глубина шлица h	Радиус под го- ловкой r	Длина винта l	Длина резьбы l_0 в зависимости от l	
	крупный	мелкий								l^*	l_0
1	0,25	—	—	2,0	0,7	0,32	0,3	0,2	От (1,5) до 5	По всей длине	
1,2	0,25	—	—	2,3	0,8	0,32	0,4	0,2	» 2 » 7	» » »	
(1,4)	0,3	—	1,4	2,6	1,0	0,32	0,5	0,2	» 2 » 11	10; 11	8
1,6	0,35	—	1,6	3,0	1,2	0,5	0,6	0,2	» 2 » 14	14	9
2	0,4	—	2	3,8	1,4	0,5	0,7	0,3	» 2,5 » 18	14—18	10

Винты с цилиндрической головкой (ГОСТ 1491-80), мм

Окончание табл. 2.5

2,5	0,45	—	2,5	4,5	1,7	0,5	0,9	0,3	» 3	» 25	14—25	11
3	0,5	—	3	5,5	2,0	0,8	1,0	0,3	» 3	» 70	16—70	12
4	0,7	—	4	7,0	2,8	1,0	1,4	0,35	» 4	» 70	18—70	14
5	0,8	—	5	8,5	3,5	1,2	1,7	0,5	» 5	» 70	20—70	16
6	1	—	6	10,0	4,0	1,6	2,0	0,6	» 6	» 70	22—70	18
8	1,25	1	8	13,0	5,0	2,0	2,5	1,1	» 12	» 70	28—70	22
10	1,5	1,25	10	16,0	6,0	2,5	3,0	1,1	» 18	» 70	32—70	26
12	1,75	1,25	12	18,0	7,0	3,0	3,5	1,6	» 22	» 85	35—85	30
(14)	2	1,5	14	21,0	8,0	3,0	3,5	1,6	» 25	» 90	40—90	34
16	2	1,5	16	24,0	9,0	4,0	4,0	1,6	» 30	» 95	45—95	38
(18)	2,5	1,5	18	27,0	10,0	4,0	4,5	1,6	» 35	» 110	50—110	42
20	2,5	1,5	20	30,0	11,0	4,0	4,5	2,2	» 40	» 120	55—120	46

Примечание: Длины винтов берутся из рядов: (1,5); 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.

Примеры условного обозначения:

1) винт исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

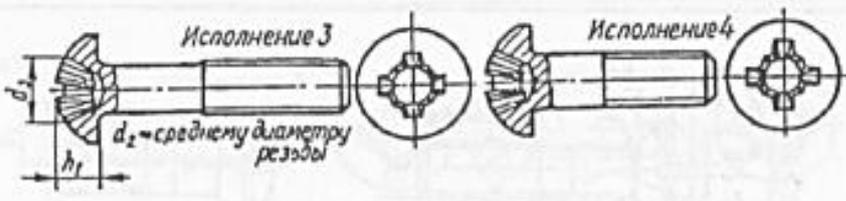
Винт M12 x 50.58 ГОСТ 1491-80;

2) винт исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт 2M12 x 1.25. 6g.109.40X.019 ГОСТ 1491-80;

Т а б л и ц а 2.6. Винты с полукруглой головкой (ГОСТ 17473-80), мм

Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Диаметр стержня d_1	Диаметр головки D	Высота головки H	Радиус под голов- кой r	Радиус сферы головки	
	круп- ный	мел- кий					r_1 ≈	r_2 ≈
1	0,25	—	—	2	0,7	0,2	1,6	0,8
1,2	0,25	—	—	2,3	0,8	0,2	1,9	0,95
(1,4)	0,3	—	1,4	2,6	0,95	0,2	2,2	1,1
1,6	0,35	—	1,6	3	1,1	0,2	2,6	1,3
2	0,4	—	2	3,8	1,4	0,3	3,2	1,6
2,5	0,45	—	2,5	4,5	1,7	0,3	4	2
3	0,5	—	3	5,5	2,1	0,3	4,8	2,4
4	0,7	—	4	7	2,8	0,35	6,4	3,2
5	0,8	—	5	8,5	3,5	0,5	8	4
6	1	—	6	10	4,2	0,6	9,6	4,8
8	1,25	1	8	13	5,6	1,1	12,8	6,4
10	1,5	1,25	10	16	7	1,1	16	8
12	1,75	1,25	12	18	8	1,6	19	9,5
(14)	2	1,5	14	21	9,5	1,6	25	11
16	2	1,5	16	24	11	1,6	26	13
(18)	2,5	1,5	18	27	12	1,6	28	14,5
20	2,5	1,5	20	30	14	2,2	32	16



Номинальный диаметр резьбы d	Исполнения 1 и 2		Исполнения 3 и 4			Длина резьбы l_0 в зависимости от l	
	Ширина шлица b	Глубина шлица h	Номер крестообразного шлица	Глубина крестообразного шлица h_1	Диаметр крестообразного шлица d_1 (справ.)		l^*
1	0,32	0,4	—	—	—	От 1,5 до 5	По всей длине
1,2	0,32	0,4	—	—	—	» 2 » 7	
(1,4)	0,32	0,5	—	—	—	» 2 » 11	10; 11
1,6	0,5	0,6	—	—	—	» 2 » 14	14
2	0,5	0,9	0	1,2	2	» 3 » 18	14—18
2,5	0,5	1,1	1	1,3	2,6	» 3 » 25	14—25
3	0,8	1,2	1	1,7	3	» 3 » 70	16—70
4	1,0	1,8	2	2,2	4,6	» 4 » 70	18—70
5	1,2	2,3	2	2,8	5,2	» 6 » 70	20—70
6	1,6	2,5	3	3,2	7	» 7 » 70	22—70
8	2	3,5	3	4,6	8,2	» 12 » 70	28—70
10	2,5	4	4	5,6	10,6	» 18 » 70	32—70
12	3	4,2	4	6,8	11,8	» 22 » 85	35—85
(14)	3	4,5	—	—	—	» 25 » 90	40—90
16	4	5	—	—	—	» 30 » 95	45—95
(18)	4	5,5	—	—	—	» 35 » 110	50—110
20	4	6	—	—	—	» 40 » 120	55—120

Примечание. Ряд длин винтов - см. таблицу винтов по ГОСТ 1491-80.

Примеры условного обозначения:

1) винт исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт M12 x 50.58 ГОСТ 17473-80;

2) винт исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт 2M12 x 1,25. 6g x 50.109.40X.019 ГОСТ 17473-80.

*При меньших значениях l резьба нарезана по всей длине.

Т а б л и ц а 2.7. Винты с полупотайной головкой (ГОСТ 17474—80), мм

Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Диаметр стержня d_1	Диаметр головки D	Высота головки H , не более	Высота сферы H_1	Радиус под голов- кой r	Радиус сферы головки r_1
	круп- ный	мел- кий						
1	0,25	—	—	1,9	0,85	0,35	0,2	1,6
1,2	0,25	—	—	2,3	1,0	0,4	0,2	1,9
(1,4)	0,3	—	—	2,6	1,15	0,45	0,2	2,2
1,6	0,35	—	1,6	3,0	1,3	0,5	0,2	2,6
2	0,4	—	2	3,8	1,7	0,7	0,3	3,2
2,5	0,45	—	2,5	4,7	2,15	0,9	0,3	4,0
3	0,5	—	3	5,6	2,5	1	0,3	4,5
4	0,7	—	4	7,4	3,4	1,4	0,35	6,0
5	0,8	—	5	9,2	4,3	1,8	0,5	7,0
6	1	—	6	11,0	5,1	2,1	0,6	8,5
8	1,25	1	8	14,5	6,8	2,8	1,1	11,5
10	1,5	1,25	10	18,0	8,5	3,5	1,1	14,0
12	1,75	1,25	12	21,5	9,5	4	1,6	19,0
(14)	2	1,5	14	25,0	11	4,5	1,6	22,0
16	2	1,5	16	28,5	12	5	1,6	26,0
(18)	2,5	1,5	18	32,5	13,5	5,5	1,6	28,0
20	2,5	1,5	20	36,0	15	6	2,2	32,0



Номинальный диаметр резьбы d	Исполнения 1 и 2		Исполнения 3 и 4			Длина винта l	Длина резьбы l_0 в зависимости от l	
	Ширина шлица b	Глубина шлица h	Номер крестообразного шлица	Глубина крестообразного шлица h_1	Диаметр крестообразного шлица d_1 (справ.)		l^*	l_0
1	0,32	0,4	—	—	—	От 2 до 5	По всей длине	
1,2	0,32	0,4	—	—	—	» 2,5 » 7	То же	
(1,4)	0,32	0,5	—	—	—	» 3 » 11		
1,6	0,35	0,6	—	—	—	» 3 » 14	14	9
2	0,5	0,7	0	1,4	2,2	» 3 » 18	14—18	10
2,5	0,5	0,9	1	1,7	3	» 4 » 25	16—25	11
3	0,8	1,1	1	2	3,4	» 4 » 30	18—30	12
4	1,0	1,4	2	2,7	5	» 7 » 35	20—35	14
5	1,2	1,8	2	3,2	5,5	» 8 » 45	22—45	16
6	1,6	2,2	3	4	7,8	» 8 » 55	25—55	18
8	2	2,8	3	5,6	9,4	» 12 » 65	32—65	22
10	2,5	3,5	4	6,8	11,9	» 18 » 65	38—65	26
12	3	4	4	8,8	14,9	» 22 » 85	42—85	30
(14)	3	4,5	—	—	—	» 25 » 90	48—90	34
16	4	4,5	—	—	—	» 30 » 95	60—95	38
(18)	4	5,5	—	—	—	» 35 » 110	60—110	42
20	4	6	—	—	—	» 40 » 120	65—120	46

Примечание: Ряд длин винтов - см. таблицу винтов по ГОСТ 1491-80.

Примеры условного обозначения:

1) винт исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 8g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт M 12 x 50.58 ГОСТ 17474-80;

2) винт исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40 X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт M 12 x 50.58 ГОСТ 17474-80;

*При меньших значениях l резьба нарезана по всей длине.

Т а б л и ц а 2.8. Винты с потайной головкой (ГОСТ 17475-80), мм

Номи- нальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Диаметр стержня d_1	Диаметр головки D	Высота головки H , не более	Радиус под го- ловкой r
	крупный	мелкий				
1	0,25	—	—	1,9	0,5	0,2
1,2	0,25	—	—	2,3	0,6	0,2
(1,4)	0,3	—	—	2,6	0,7	0,2
1,6	0,35	—	1,6	3,0	0,8	0,2
2	0,4	—	2	3,8	1	0,3
2,5	0,45	—	2,5	4,7	1,25	0,3
3	0,5	—	3	5,6	1,5	0,3
4	0,7	—	4	7,4	2	0,35
5	0,8	—	5	9,2	2,5	0,5
6	1	—	6	11,0	3	0,6
8	1,25	1	8	14,5	4	1,1
10	1,5	1,25	10	18,0	5	1,1
12	1,75	1,25	12	21,5	5,5	1,6
(14)	2	1,5	14	25,0	6,5	1,6
16	2	1,5	16	28,5	7	1,6
(18)	2,5	1,5	18	32,5	8	1,6
20	2,5	1,5	20	36,0	9	2,2



Номинальный диаметр резьбы d	Исполнения 1 и 2		Исполнения 3 и 4			Длина винта l	Длина резьбы l_0 в зависимости от l	
	Ширина шлица b	Глубина шлица h	Номер крестообразного шлица	Глубина крестообразного шлица h_1	Диаметр крестообразного шлица d_2 (справ.)		l^*	l_0
1	0,32	0,3	—	—	—	От 2 до 5	По всей длине	
1,2	0,32	0,3	—	—	—	» 3 » 7	То же	
(1,4)	0,32	0,4	—	—	—	» 3 » 11		
1,6	0,5	0,4	—	—	—	» 3 » 14	14	9
2	0,5	0,5	0	0,95	1,75	» 3 » 18	14—18	10
2,5	0,5	0,7	1	1,2	2,45	» 3,5 » 25	16—25	11
3	0,8	0,9	1	1,4	2,7	» 3,5 » 70	18—70	12
4	1,0	1,1	2	1,8	4,1	» 7 » 70	20—70	14
5	1,2	1,2	2	2,3	4,6	» 8 » 70	22—70	16
6	1,6	1,5	3	2,7	6,5	» 8 » 70	25—70	18
8	2	2	3	3,7	7,5	» 12 » 70	32—70	22
10	2,5	2,5	4	4,6	9,7	» 20 » 70	38—85	26
12	3	2,5	4	5,1	10,2	» 22 » 85	42—85	30
(14)	3	3	—	—	—	» 25 » 90	48—90	34
16	4	3,5	—	—	—	» 30 » 95	55—95	38
(18)	4	4	—	—	—	» 35 » 120	60—110	42
20	4	4	—	—	—	» 38 » 120	65—120	46

Примечание: Ряд длин винтов - см. таблицу винтов по ГОСТ 1491-80.

Примеры условного обозначения:

1) винт исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 8g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт M 12 x 50.58 ГОСТ 17475-80;

2) винт исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 50$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40 X, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Винт M 12 x 50.58 ГОСТ 17475-80;

*При меньших значениях l резьба нарезана по всей длине.

Шпильки общего применения
(извлечение из ГОСТ 22032-76 - ГОСТ 22043-76)

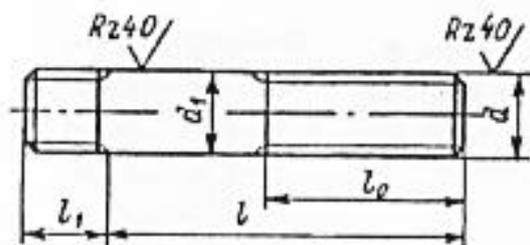


Рис. 2.3. Шпильки общего применения нормальной точности для деталей с резьбовыми отверстиями

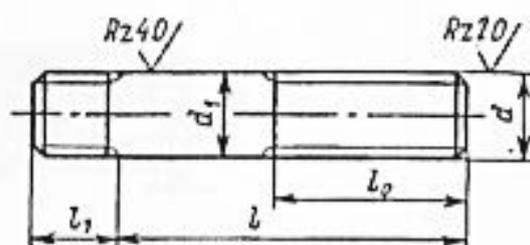


Рис. 2.4. Шпильки общего применения повышенной точности для деталей с резьбовыми отверстиями

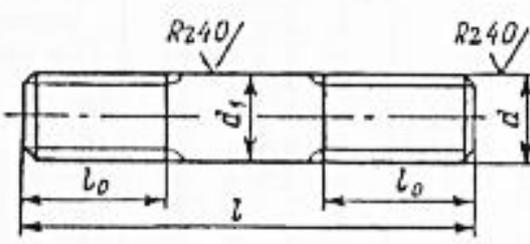


Рис. 2.5. Шпильки нормальной точности для деталей с гладкими отверстиями

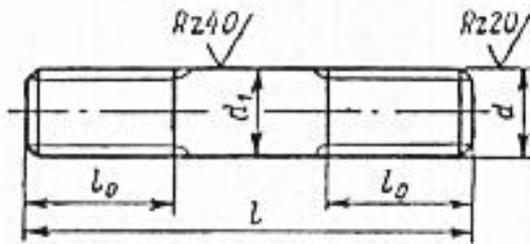


Рис. 2.6. Шпильки повышенной точности для деталей с гладкими отверстиями

Примеры условного обозначения шпильки для детали с резьбовым отверстием:

1) шпилька с диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом $P = 2$ мм, с полем допуска 6g, длиной $l = 120$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька M16.6g x 120.58 ГОСТ 22032-76;

2) то же, с мелким шагом $P = 1,5$ мм, класса прочности 10.9, из стали марки 40X, с покрытием 02 толщиной 6 мкм:

Шпилька M16 x 1,5.6g x 120.109.40X.026 ГОСТ 22033-76;

3) то же, с мелким шагом $P = 1,5$ мм на ввинчиваемом конце и крупным шагом $P = 2$ мм на гаечном конце, класса прочности 6.6, с покрытием 05:

Шпилька M16 x 1,5 / 2.6 g x 120.66.05 ГОСТ 22034-76.

Примеры условного обозначения шпильки для детали с гладким отверстием:

1) шпилька с диаметром резьбы $d = 10$ мм, с полем допуска 6g, длиной $l = 200$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька M10.6g x 220.58 ГОСТ 22042-76;

2) то же, с мелким шагом $P = 1,25$ мм, класса прочности 8.8, из стали марки 35X, с покрытием 02 толщиной 6 мкм:

Шпилька M10 x 1,25.6g x 200.88.35X.026 ГОСТ 22043-76.

Т а б л и ц а 2.9. Основные размеры шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76; ГОСТ 22033-76), мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P		Диаметр стержня d_1	Длина винтичного резьбового конца d_2	Номинальный диаметр резьбы d'	Шаг резьбы P		Диаметр стержня d_1	Длина винтичного резьбового конца d_2
	крупный	мелкий				крупный	мелкий		
2	0,4	—	2	3	16	2	1,5	16	16
2,5	0,45	—	2,5	3	(18)	2,5	1,5	18	18
3	0,5	—	3	3	20	2,5	1,5	20	20
4	0,7	—	4	4	(22)	2,5	1,5	22	22
5	0,8	—	5	5	24	3	2	24	24
6	1	—	6	6	(27)	3	2	27	27
8	1,25	1	8	8	30	3,5	2	30	30
10	1,5	1,25	10	10	36	4	3	36	36
12	1,75	1,25	12	12	42	4,5	3	42	42
(14)	2	1,5	14	14	48	5	3	48	48

Примечание. Размеры шпилек, заключенные в скобки, по возможности не применять.

Т а б л и ц а 2.10. Длина шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76; ГОСТ 22033-76), мм

Номинальная длина шпильки l (без резьбового выступающего конца l_1)	Длина резьбового конца l_2 (без сбега резьбы) при d																			
	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
10	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	11	12	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10	11	12	14	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	10	11	12	14	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	10	11	12	14	16	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	10	11	12	14	16	18	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	10	11	12	14	16	18	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(28)	10	11	12	14	16	18	22	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	10	11	12	14	16	18	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(32)	10	11	12	14	16	18	22	26	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	10	11	12	14	16	18	22	26	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
(38)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
40	10	11	12	14	16	18	22	26	30	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
(42)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
45	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
(48)	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	x	x	x	x	-	-	-	-	-
50	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	x	x	x	x	-	-	-	-	-
55	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	x	x	x	x	-	-	-	-
60	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	x	x	x	x	-	-	-
65	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	x	x	x	x	-	-
70	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	x	x	x	-	-
75	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	x	x	-	-

Длина шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76; ГОСТ 22033-76), мм

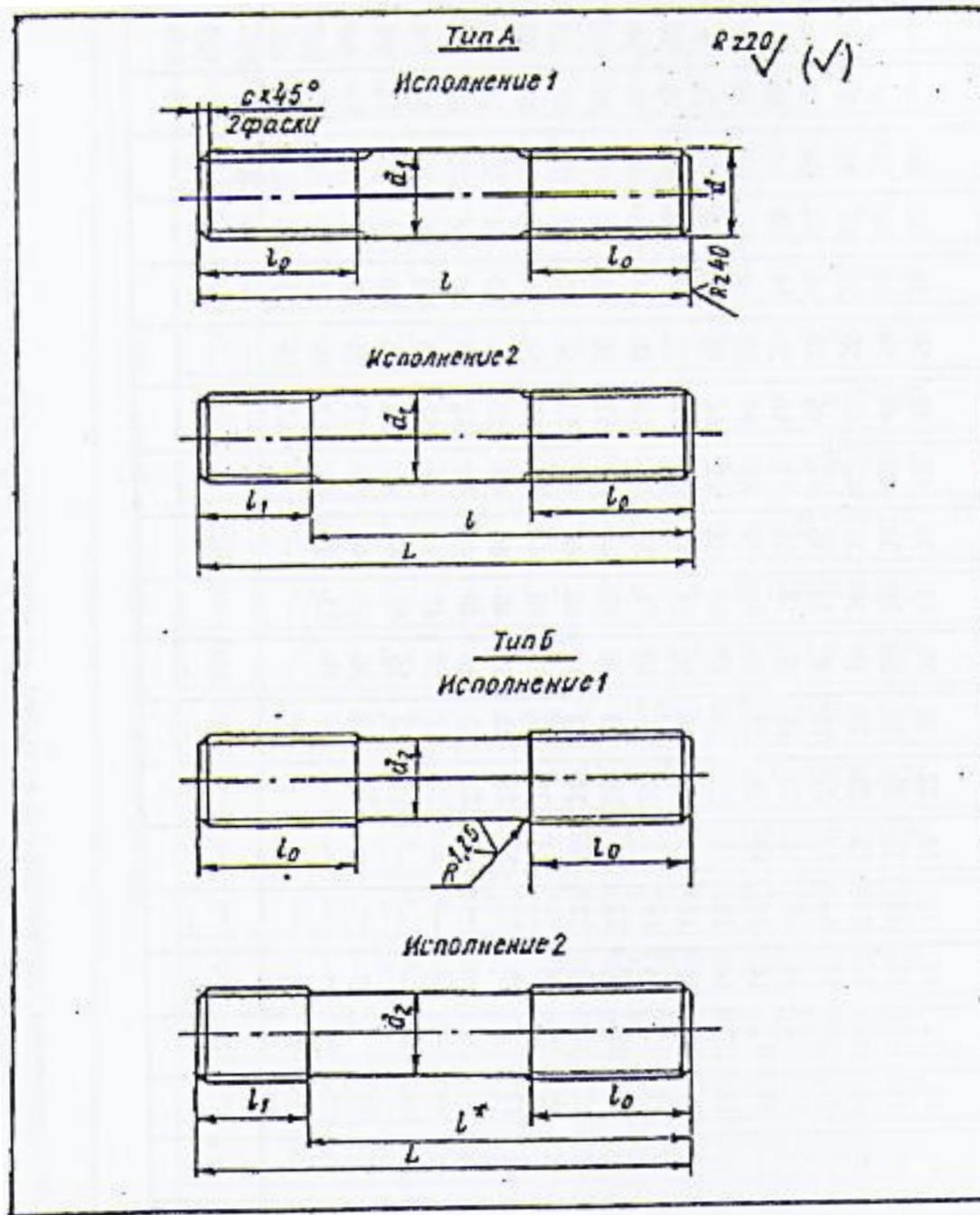
Окончание табл. 2.10

80	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
(85)	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
90	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	×	×	×
(95)	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
100	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
(105)	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
110	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	×	×
(115)	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×
120	—	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	×
130	—	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	×
140	—	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
150	—	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
160	—	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
170	—	—	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
180	—	—	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
190	—	—	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
200	—	—	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	96	108
220	—	—	—	—	—	—	—	—	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97	109	121
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	69	73	79	85	97	109	121
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	85	97	109	121	
280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	109	121	
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	109	121	

Примечания:

1. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.
2. Знаком «х» отмечены шпильки с длиной гаечного конца $l_0 = l \cdot 0,5d$.

Таблица 2.11. Основные размеры шпилек для фланцевых соединений (извлечение из ГОСТ 22032-76; ГОСТ 9066-75), мм



Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Диаметр гладкой части		Длина ввинчиваемого резьбового конца l_1		Радиус перехода R для шпилек типа Б	
	крупный	мелкий	d_1 для типа А	d_2 для типа Б		Номинальный размер		Предельное отклонение
				с крупным шагом	с мелким шагом			
10	1,5	1,25	По ГОСТ 19258-73 и ГОСТ 19256-73	7,8	8	15	+1,8	6
12	1,75	1,25		9,5	10	18	+2,1	
16	2	1,5		13	14	22	+2,1	
20	2,5	1,5		16	18	28	+2,5	
(22)	2,5	1,5		18	20	30	+2,5	8
24	3	2		20	21	35	+2,5	
(27)	3	2		22	24	48	+2,5	
30	3,5	2		24	27	42	+3,0	
36	4	3		30	33	50	+3,0	12
42	4,5	3		35	35	58	+3,0	
48	5	3		40	40	65	+3,0	
(52)	5	3		44	44	70	+3,0	
56	5,5	4		48	50	75	+4,0	
(60)	5,5	4		52	54	80	+4,0	
64	6	4		54	58	90	+4,0	
(68)	6	4		56	62	95	+4,0	16

Примечание. Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.

Примеры условного обозначения шпилек для фланцевых соединений:

1) шпилька типа А, исполнения 2, с диаметром резьбы $d = 48$ мм, с мелким шагом резьбы 3 мм, с полем допуска 6g, длиной 200 мм, с длиной ввинчиваемого конца $l_1 = 65$ мм, с длиной резьбового конца $l_0 = 90$ мм, вакуумно-дуговой переплава, без покрытия:

Шпилька А2М48 х 3,6g х 20065 / 90ЭП 182-ВД.Ш.2 ГОСТ 9066-75;

2) то же для шпильки типа Б, из стали марки 35, категории Ш1, группы качества 3, с покрытием 02 толщиной 9 мкм:

Шпилька Б2М48 х 3,6g х 20065 / 90 35.Ш.3.029 ГОСТ 9066-75.

Т а б л и ц а 2.12. Длина шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76; ГОСТ 22033-76), мм

Длина шпильки L	Номинальный диаметр резьбы															
	10	12	16	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48	(52)	56	(60)	64	68
	Длина резьбового конца l_0															
45	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	22	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	22	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	22	25	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	22	25	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	22	25	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	22	25	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	22	25	32	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	22	25	32	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	22	25	32	40	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	28	30	32	40	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	28	30	32	40	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	28	30	32	40	45	—	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	28	30	40	40	45	—	55	60	—	—	—	—	—	—	—	—
140	28	30	40	40	45	—	55	60	—	—	—	—	—	—	—	—

Окончание таблицы 2.12.

150	28	30	40	40	45	48	55	60	70	—	—	—	—	—	—	—
160	—	30	40	40	45	48	55	60	70	75	—	—	—	—	—	—
170	—	30	40	48	45	48	55	60	70	75	—	—	—	—	—	—
180	—	30	40	48	45	48	55	60	70	75	—	—	—	—	—	—
190	—	30	40	48	52	48	55	60	70	75	—	—	—	—	—	—
200	—	30	40	48	52	48	55	60	70	75	90	—	—	—	—	—
210	—	—	40	48	52	58	55	60	70	75	90	—	—	—	—	—
220	—	—	40	48	52	58	55	60	70	75	90	95	—	—	—	—
230	—	—	40	48	52	58	65	60	70	75	90	95	—	—	—	—
240	—	—	—	—	—	58	65	60	70	75	90	95	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	58	65	70	70	75	90	95	105	115	120	—
260	—	—	—	—	—	—	65	70	70	75	90	95	105	115	120	—
270	—	—	—	—	—	—	65	70	80	75	90	95	105	115	120	—
280	—	—	—	—	—	—	—	70	80	75	90	95	105	115	120	—
290	—	—	—	—	—	—	—	70	80	75	90	95	105	115	120	—
300	—	—	—	—	—	—	—	70	80	75	90	95	105	115	120	—
310	—	—	—	—	—	—	—	70	80	90	90	95	105	115	120	—
320	—	—	—	—	—	—	—	70	80	90	90	95	105	115	120	—
330	—	—	—	—	—	—	—	70	80	90	90	95	105	115	120	125
340	—	—	—	—	—	—	—	70	80	90	90	95	105	115	120	125
350	—	—	—	—	—	—	—	—	80	90	95	100	105	115	120	125

Т а б л и ц а 2.13. Гайки шестигранные (нормальной точности)
по ГОСТ 5915-70, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Размер «под ключ» S	Диаметр описанной окружности D , не менее	Высота H
	крупный	мелкий			
6	1	—	10	10,9	5
8	1,25	1	13	14,2	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	8
12	1,75	1,25	19	20,9	10
(14)	2	1,5	22	24,3	11
16	2	1,5	24	26,5	13
(18)	2,5	1,5	27	29,9	15
20	2,5	1,5	30	33,3	16
(22)	2,5	1,5	32	35,0	18
24	3	2	36	39,6	19
(27)	3	2	41	45,2	22
30	3,5	2	46	50,9	24
36	4	3	55	60,8	29
42	4,5	3	65	72,1	34
48	5	3	75	83,4	38

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

2. Размеры S и H - номинальные.

Примеры условного обозначения:

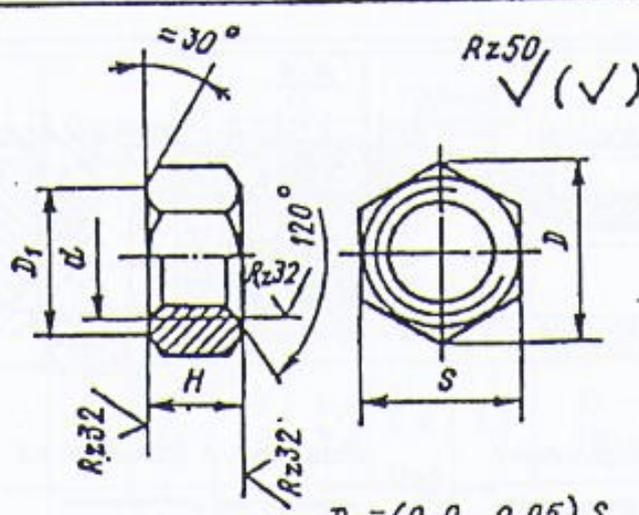
1) гайка исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка MJ 2.S ГОСТ 5915-70;

2) то же исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6Н, класса прочности 12, из стали марки 40Х с покрытием 01 толщиной 6 мкм:

Гайка 2M12 x 1,25.6НЛ 2.40Х.016 ГОСТ 5915-70.

Таблица 2.14. Гайки шестигранные (повышенной точности) по ГОСТ 5927-70, мм



$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		Размер «под ключ» S	Диаметр описанной окружности D , не менее	Высота H
	крупный	мелкий			
(1)	0,25	—	3,2	3,4	1,0
(1,4)	0,30	—	3,2	3,4	1,0
1,6	0,35	—	3,2	3,4	1,3
2	0,40	—	4	4,4	1,6
2,5	0,45	—	5	5,5	2,0
3	0,5	—	5,5	6,0	2,4
4	0,7	—	7	7,7	3,2
5	0,8	—	8	8,8	4
6	1	—	10	11,0	5
8	1,25	1	13	14,4	6,5
10	1,5	1,25	17	18,9	8
12	1,75	1,25	19	21,1	10
(14)	2	1,5	22	24,5	11
16	2	1,5	24	26,8	13
(18)	2,5	1,5	27	30,2	15
20	2,5	1,5	30	33,6	16
(22)	2,5	1,5	32	35,8	18
24	3	2	36	40,3	19
(27)	3	2	41	45,9	22
30	3,5	2	46	51,6	24
36	4	3	55	61,7	29
42	4,5	3	65	73,0	34
48	5	3	75	84,3	38

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

2. Размеры S и H - номинальные.

Т а б л и ц а 2.15. Диаметры и шаги метрической резьбы для диаметров от 1 до 125 мм (извлечение из СТ СЭВ 181-75), мм

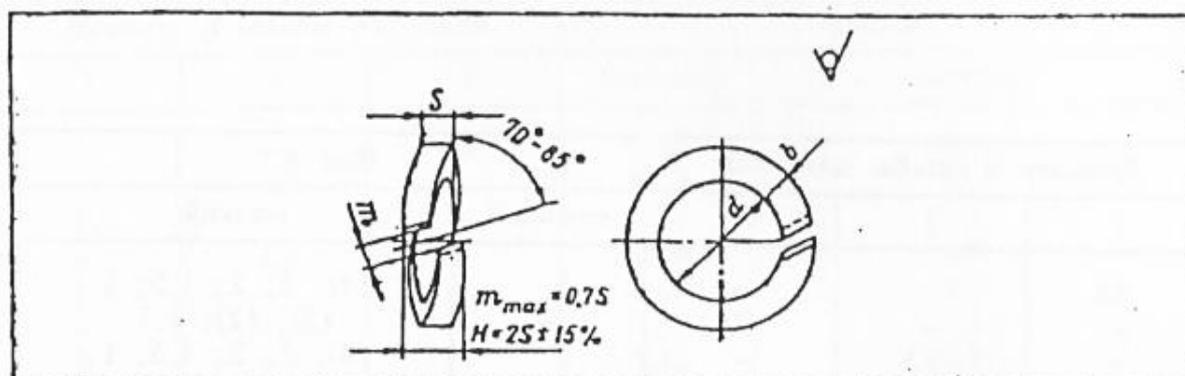
Диаметр d резьбы для ряда			Шаг P	
1	2	3	крупный	мелкий
1	—	—	0,25	0,2
—	1,1	—	0,25	0,2
1,2	—	—	0,25	0,2
—	1,4	—	0,30	0,2
1,6	—	—	0,35	0,2
—	1,8	—	0,35	0,2
2	—	—	0,40	0,25
—	2,2	—	0,45	0,25
2,5	—	—	0,45	0,35
3	—	—	0,50	0,35
—	3,5	—	(0,60)	0,35
4	—	—	0,70	0,5
—	4,5	—	(0,75)	0,5
5	—	—	0,80	0,5
—	—	(5,5)	—	0,5
6	—	—	1	0,75; 0,5
—	—	7	1	0,75; 0,5
8	—	—	1,25	1; 0,75; 0,5
—	—	9	(1,25)	1; 0,75; 0,5
10	—	—	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
—	—	11	(1,5)	1; 0,75; 0,5
12	—	—	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
—	14	—	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
—	—	15	—	1,5; (1)
16	—	—	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
—	—	17	—	1,5; (1)
—	18	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	—	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
—	22	—	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	—	—	3	2; 1,5; 1; 0,75
—	—	25	—	2; 1,5; (1)
—	—	(26)	—	1,5
—	27	—	3	2; 1,5; 1; 0,75
—	—	(28)	—	2; 1,5; 1
30	—	—	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
—	—	(32)	—	2; 1,5
—	33	—	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
—	—	35	—	1,5
36	—	—	4	3; 2; 1,5; 1
—	—	(38)	—	1,5
—	39	—	4	3; 2; 1,5; 1
—	—	40	—	(3); (2); 1,5
42	—	—	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
—	45	—	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1

Диаметр d резьбы для ряда			Шаг P	
1	2	3	крупный	мелкий
48	—	—	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
—	—	50	—	(3); (2); 1,5
—	52	—	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
—	—	55	—	(4); (3); 2; 1,5
56	—	—	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	58	—	(4); (3); 2; 1,5
—	60	—	(5,5)	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	62	—	(4); (3); 2; 1,5
64	—	—	6	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	65	—	(4); (3); 2; 1,5
—	68	—	6	4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	70	—	(6); (4); (3); 2; 1,5
72	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	75	—	(4); (3); 2; 1,5
—	76	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	(73)	—	2
80	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5; 1
—	—	(82)	—	2
—	85	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
90	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
—	95	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
100	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
—	105	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
110	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
—	115	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
—	120	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5
125	—	—	—	6; 4; 3; 2; 1,5

Примечания: 1. Диаметры и шаги резьбы, заключенные в скобки, по возможности не применять.

2. При выборе диаметров резьб следует предпочитать первый ряд второму, а второй-третьему.

Т а б л и ц а 2.16. Шайбы пружинные (ГОСТ 6402-70), мм



Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Номинальный диаметр d	Размеры S и b			
		Легкие шайбы		Нормальные шайбы	Тяжелые шайбы
		S	b	$S=b$	$S=b$
5	5,1	1,2	1,6	1,4	1,6
6	6,1	1,4	2,0	1,6	2,0
8	8,1	1,6	2,5	2,0	2,5
10	10,1	2,0	3,0	2,5	3,0
12	12,1	2,5	3,5	3,0	3,5
14	14,2	3,0	4,0	3,5	4,0
16	16,3	3,2	4,5	4,0	4,5
18	18,3	3,5	5,0	4,5	5,0
20	20,5	4,0	5,5	5,0	5,5
22	22,5	4,5	6,0	5,5	6,0
24	24,5	5,0	7,0	6,0	7,0
27	27,5	5,5	8,0	7,0	8,0
30	30,5	6,0	9,0	8,0	9,0
36	36,5	—	—	9,0	10
42	42,5	—	—	10	12
48	48,5	—	—	12	—

Примеры условного обозначения:

1) шайба пружинная для болта, винта, шпильки с диаметром резьбы 12 мм легкая, из бронзы марки БрКМиЗ-1 ГОСТ 6402-70.

Шайба 12Л.БрКМиЗ-1 ГОСТ 6402-70.

Таблица 2.17. Шайбы нормальные (ГОСТ 11371-78) и шайбы увеличенные (ГОСТ 6958-78), мм

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	Шайбы нормальные					Шайбы увеличенные		
	d_1	d_2	s	e	χ , не менее	d_1	d_2	s
1	1,1	3,5	0,3	0,08 – 0,15	0,15	1,1	4	0,5
1,2	1,3	4	0,3	0,08 – 0,15	0,15	1,3	4	0,5
1,4	1,5	4	0,3	0,08 – 0,15	0,15	1,5	—	0,8
1,6	1,7	4	0,3	0,08 – 0,15	0,15	1,7	5	0,8
2	2,2	5	0,3	0,08 – 0,15	0,15	2,2	6	0,8
2,5	2,7	6,5	0,5	0,13 – 0,25	0,25	2,7	8	0,8
3	3,2	7	0,5	0,13 – 0,25	0,25	3,2	10	0,8
4	4,3	9	0,8	0,20 – 0,40	0,40	4,3	12	1,0
5	5,3	10	1,0	0,25 – 0,50	0,50	5,3	16	1,6
6	6,4	12,5	1,6	0,40 – 0,80	0,80	6,4	18	1,6
8	8,4	17	1,6	0,40 – 0,80	0,80	8,4	24	2,0
10	10,5	21	2,0	0,50 – 1,00	1,00	10,5	30	2,5
12	13	24	2,5	0,60 – 1,25	1,25	13	36	3
14	15	28	2,5	0,60 – 1,25	1,25	15	42	3
16	17	30	3	0,75 – 1,50	1,50	17	48	4
18	19	34	3	0,75 – 1,50	1,50	19	55	4
20	21	37	3	0,75 – 1,50	1,50	21	60	5

Примечания: 1. Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958-78) изготавливаются только исполнения 1.

2. Размеры шайб с номинальным диаметром резьбы крепежной детали от 22 до 48 мм приведены в [2] (табл. VIII.42).

Пример условного обозначения:

1) шайба нормальная исполнения 1 для крепежной детали с диаметром резьбы 12 мм, установленной толщины, из материала группы 01, с покрытием 01 толщиной 9 мкм:

Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371-78.

**ЧЕРТЕЖИ СОЕДИНЕНИЙ
СТАНДАРТНЫМИ РЕЗЬБОВЫМИ
ИЗДЕЛИЯМИ
(КМАН.000001.000.СБ- КМАН.000015.000.СБ)**

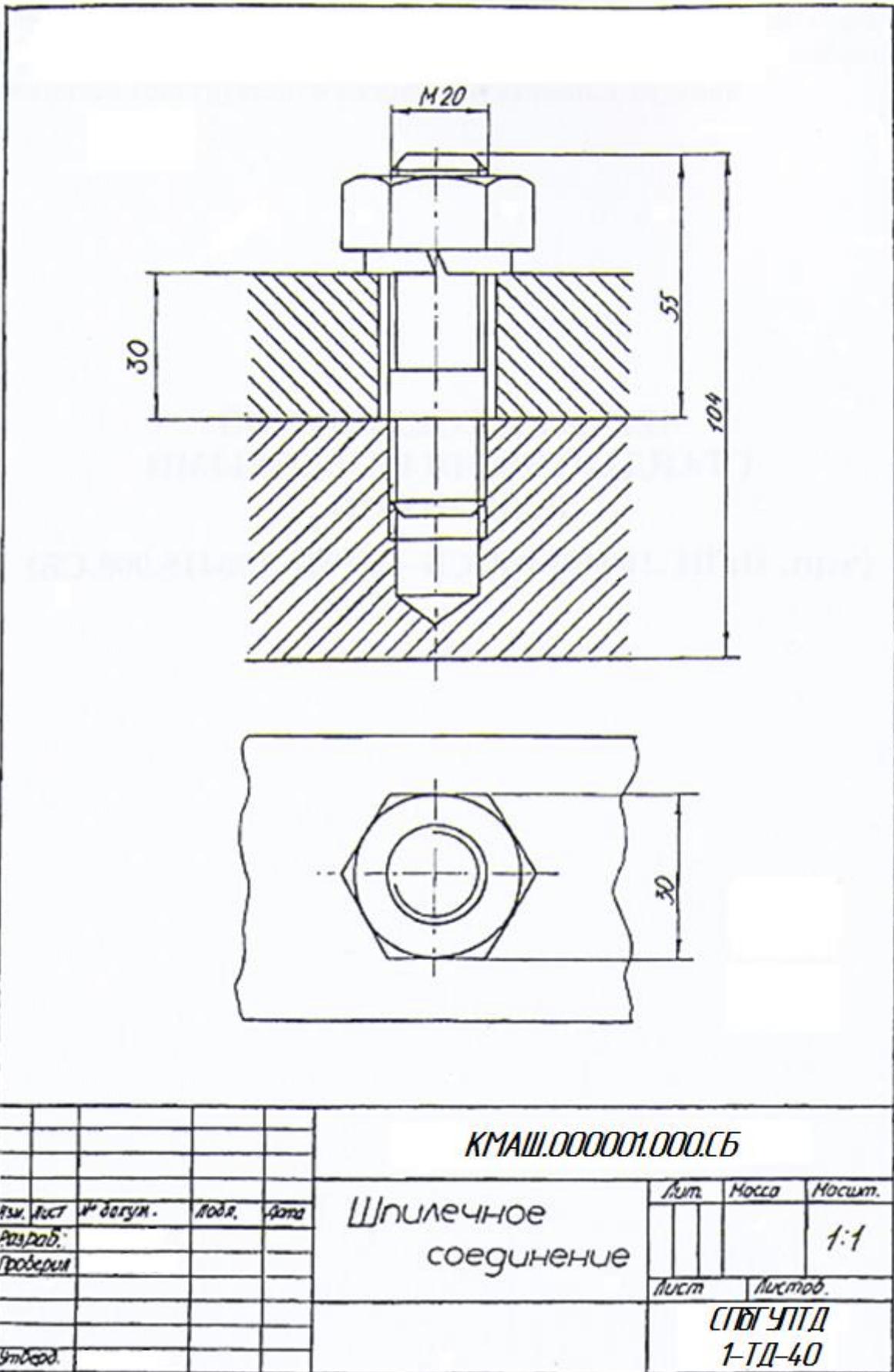
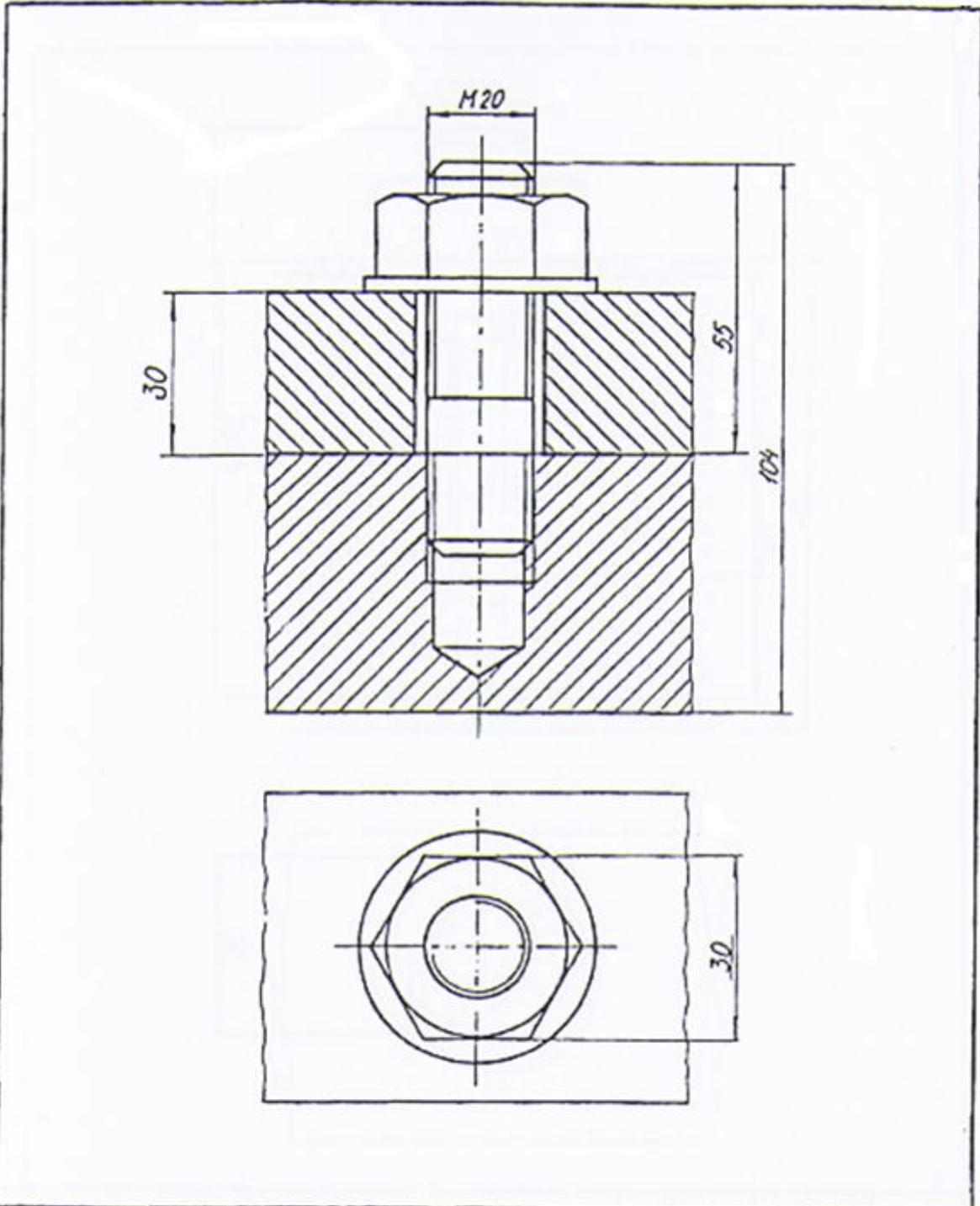
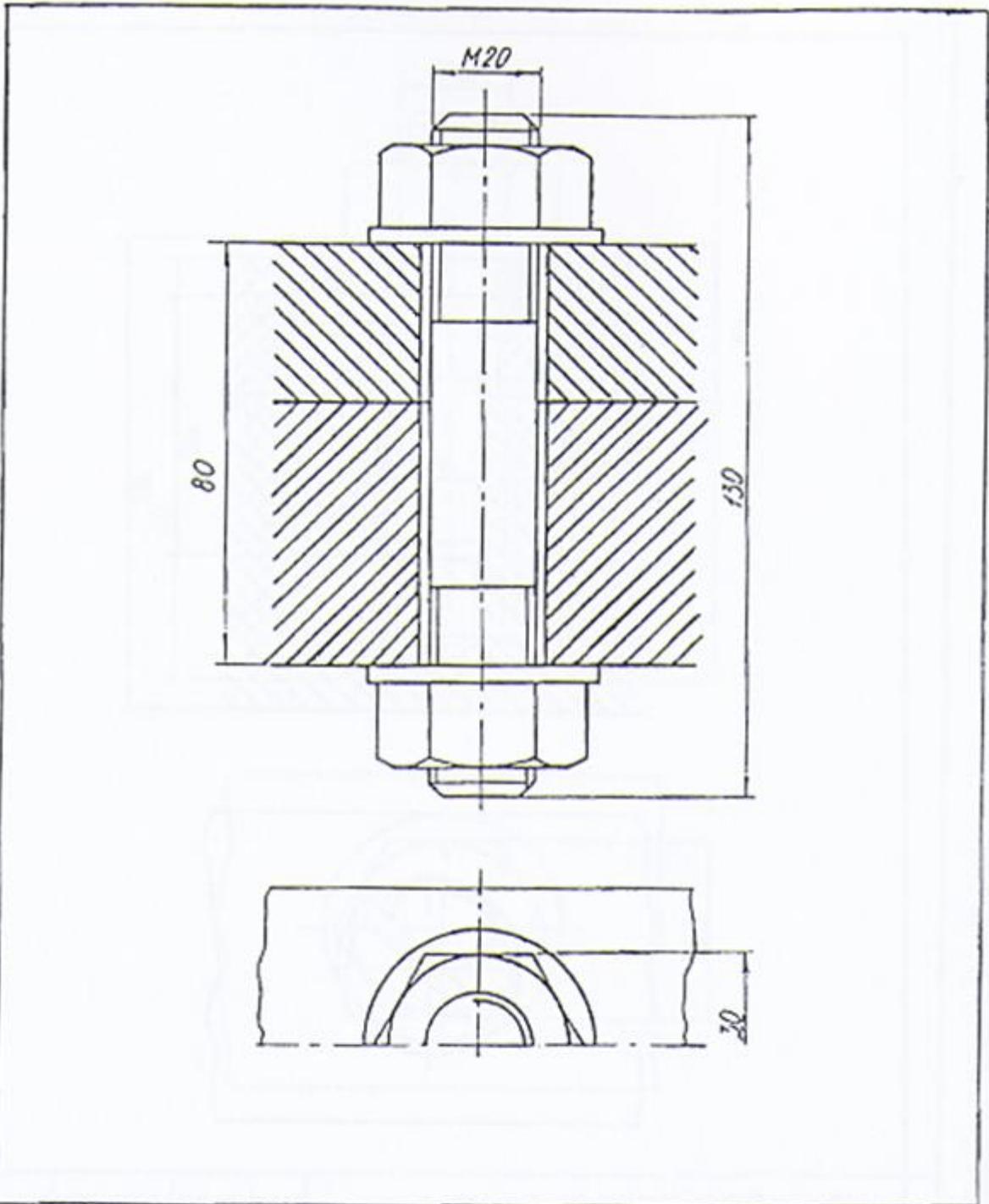


Рис. 3.1.



					<i>КМШ.000004.000.СБ</i>				
					Шпильное соединение				
					лист		масса	масштаб.	
							1:1		
					лист		листов		
					<i>СПБГУПД</i>				
					<i>1-ТД-40</i>				
<i>Синдер.</i>									

Рис. 3.4.



					<i>КМШ.000007.000.СБ</i>			
					Шпильное соединение	Лист	Масса	Масшт.
Экз	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:1
						Лист	Листов	
						СВГУТД 1-ТД-40		
Синдров								

Рис. 3.7.

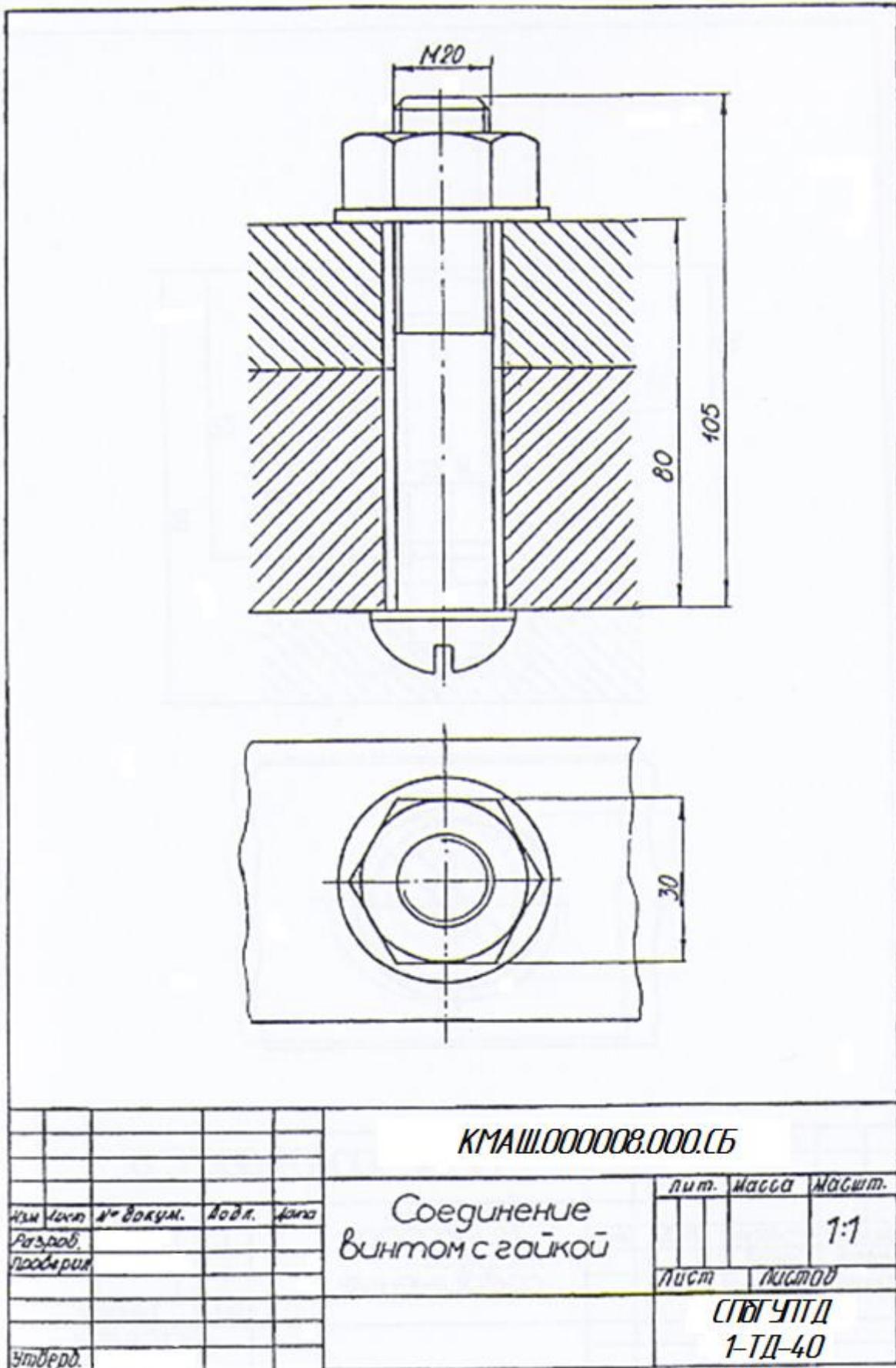


Рис. 3.8.

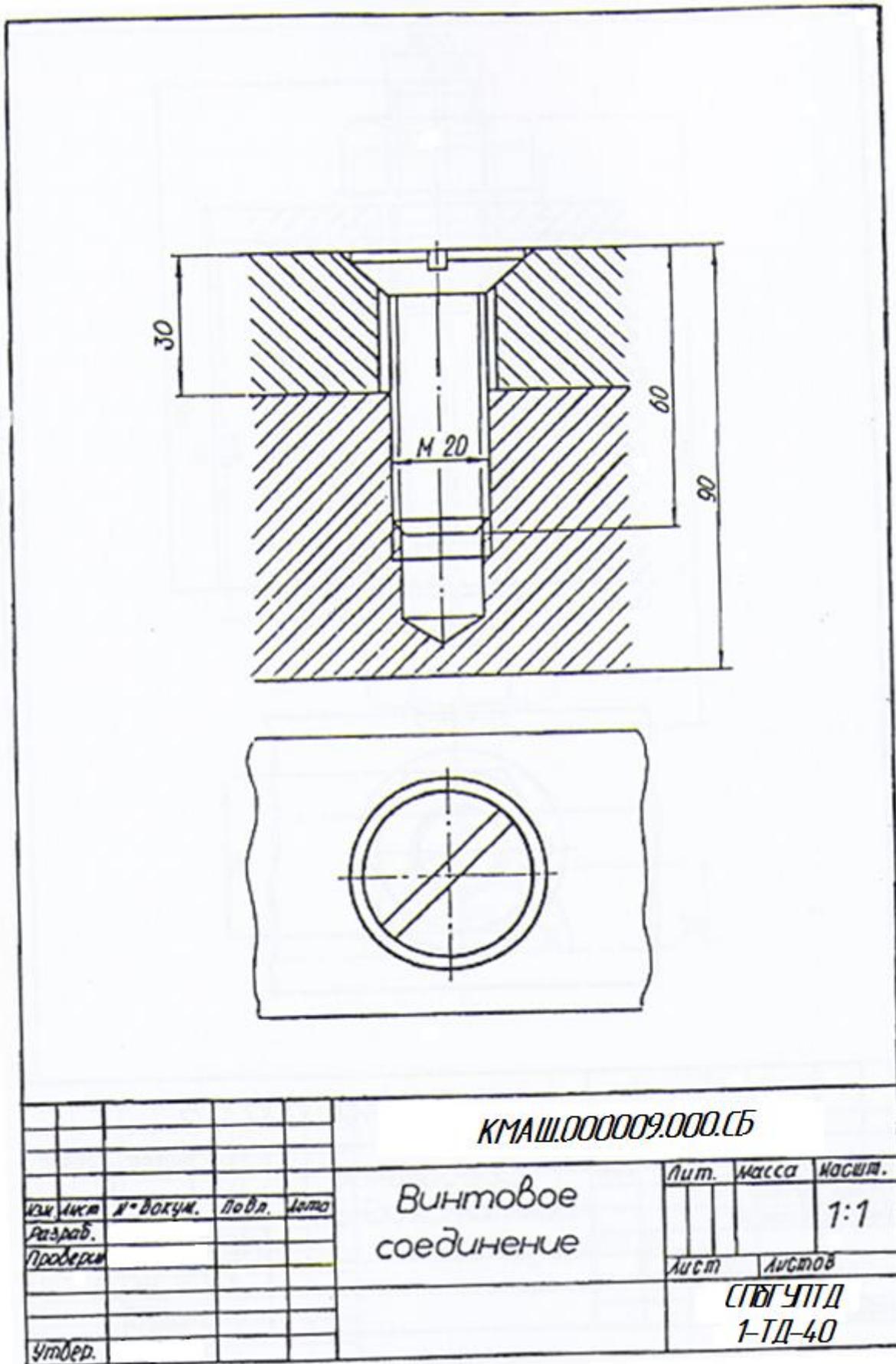
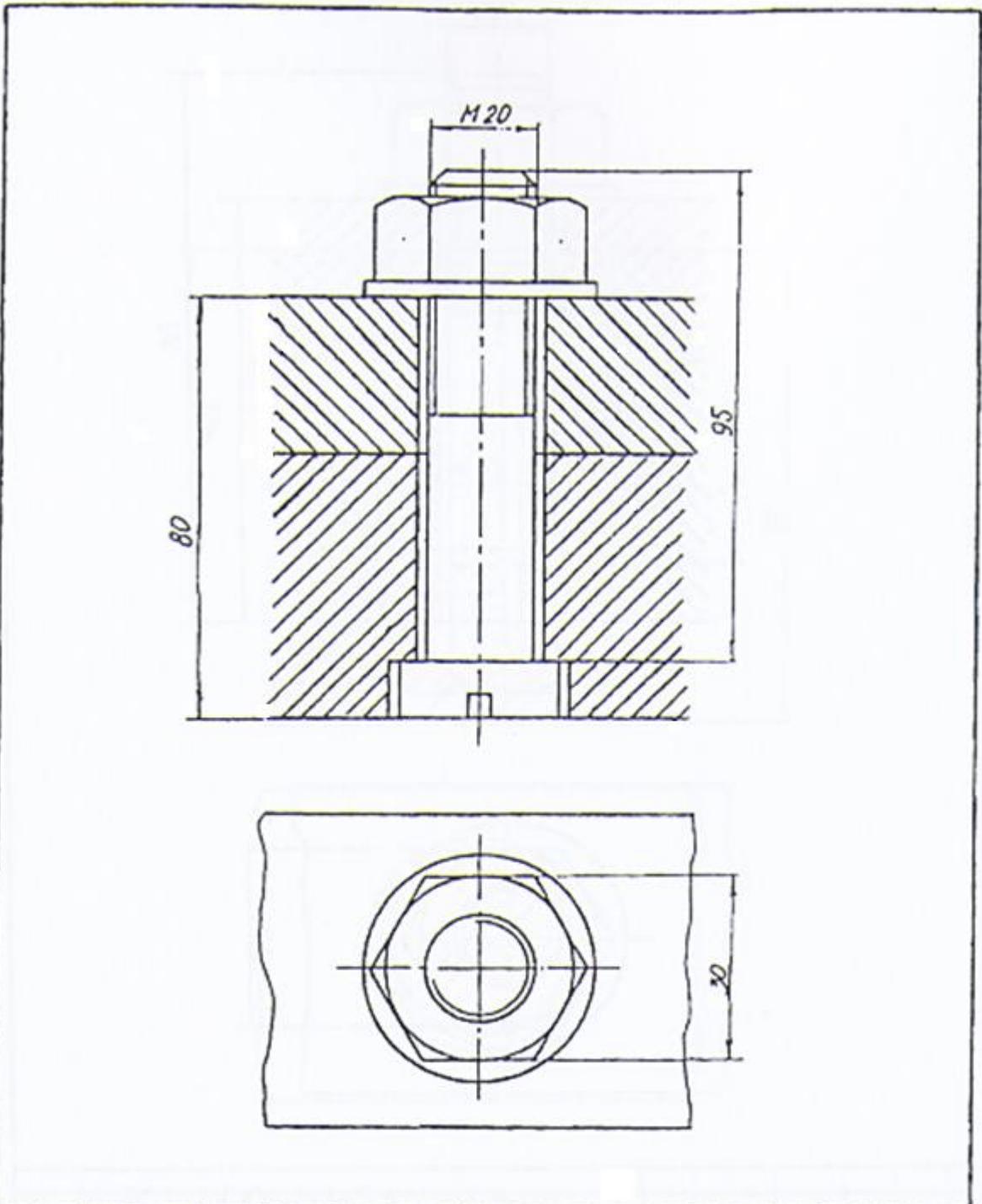
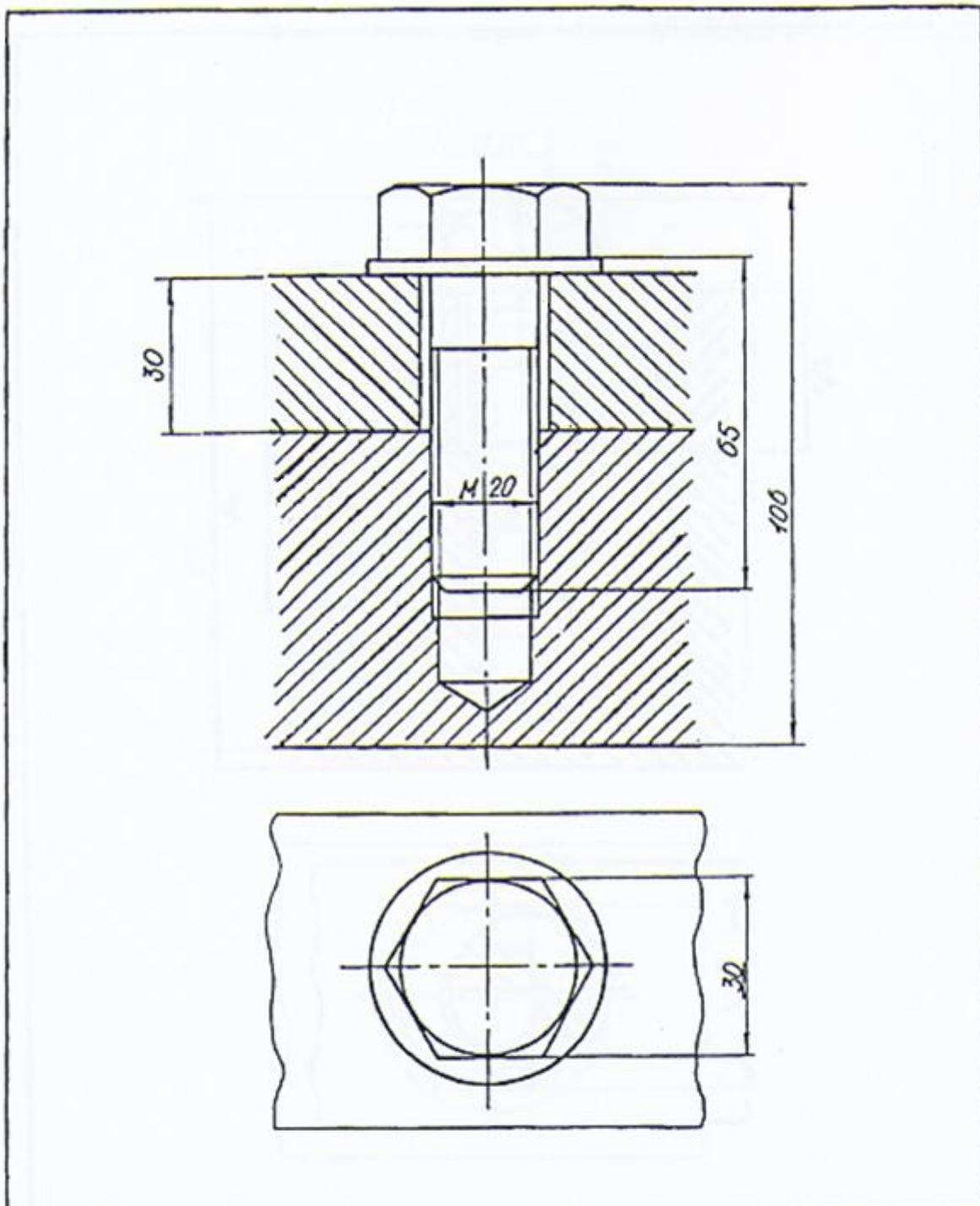


Рис. 3.9.



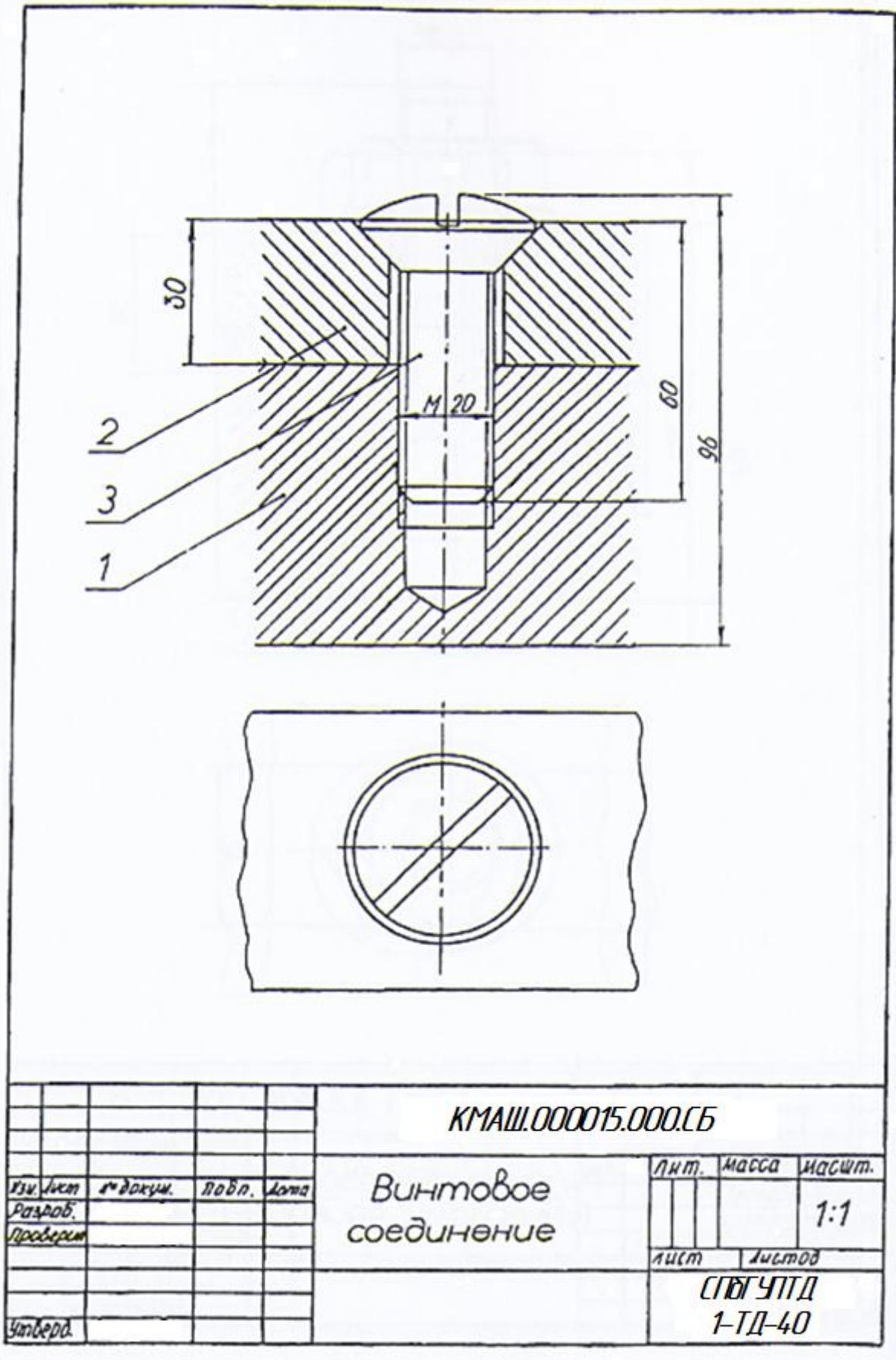
				<i>КМШ.000011.000.СБ</i>		
				Соединение винтом с гайкой		
				Лист	Масса	Мас.шт.
						1:1
				Лист	Листов	
				<i>СПБГУПД</i> <i>1-ТД-40</i>		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.						
Проверил						
Утверд.						

Рис. 3.11.



					<i>КМШ.000013.000.СБ</i>			
					Соединение ввёр- тным болтом	лит.	масса	масшт.
Иж	Ижп	К.Волум.	Подп.	Л.И.В.				1:1
Разреш.						лист	листов	
Проверка						<i>СПВЧПД</i>		
Утверд.						<i>1-ТД-40</i>		

Рис. 3.13.



				<i>КМШ.000015.000.СБ</i>		
				Винтовое соединение		
				Лист	Масса	Масшт.
						1:1
				Лист		Листов
						СПбГУПД
						1-ТД-40
Изм.	Лист	№ докум.	Побл.	Дата		
Разраб.						
Проверка						
Утверд.						

Рис. 3.15.

Кол.	Примеч.	Наименование	Обозначение	Поз.	Этап	Кол.
		<u>Документация</u>				
		Сборочный чертеж			44	
		<u>Детали</u>				
1		Деталь А	КМАЗ.000016.001	1		
1		Деталь В	КМАЗ.000016.002	2		
		<u>Стандартные изделия</u>				
1		Винт М20×60 ГОСТ 17474-80		3		
КМАЗ.000016.000.СБ						
Винтовое соединение			Лит.		Лист	
			Листов			
			СПБГУПД 1-ТД-40			

Рис. 3.16.

Разработанные и представленные чертежи выполнены в соответствии с расчетами для каждого вида соединений и в рекомендованной последовательности.

ПРОГРАММИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ

Порядок проведения программированного контроля

Для контроля знаний студентов при изучении глав 1-3 настоящего пособия разработаны карты-тесты контроля знаний.

Разработано 30 вариантов заданий по каждой теме. В картах содержатся по 5 вопросов, на которые требуется дать правильные ответы, выбрав их из 12-ти чертежей, представленных на каждой карте. Номер выбранного чертежа-ответа необходимо вписать в контрольную карточку, которая выдается каждому студенту перед началом контрольной работы.

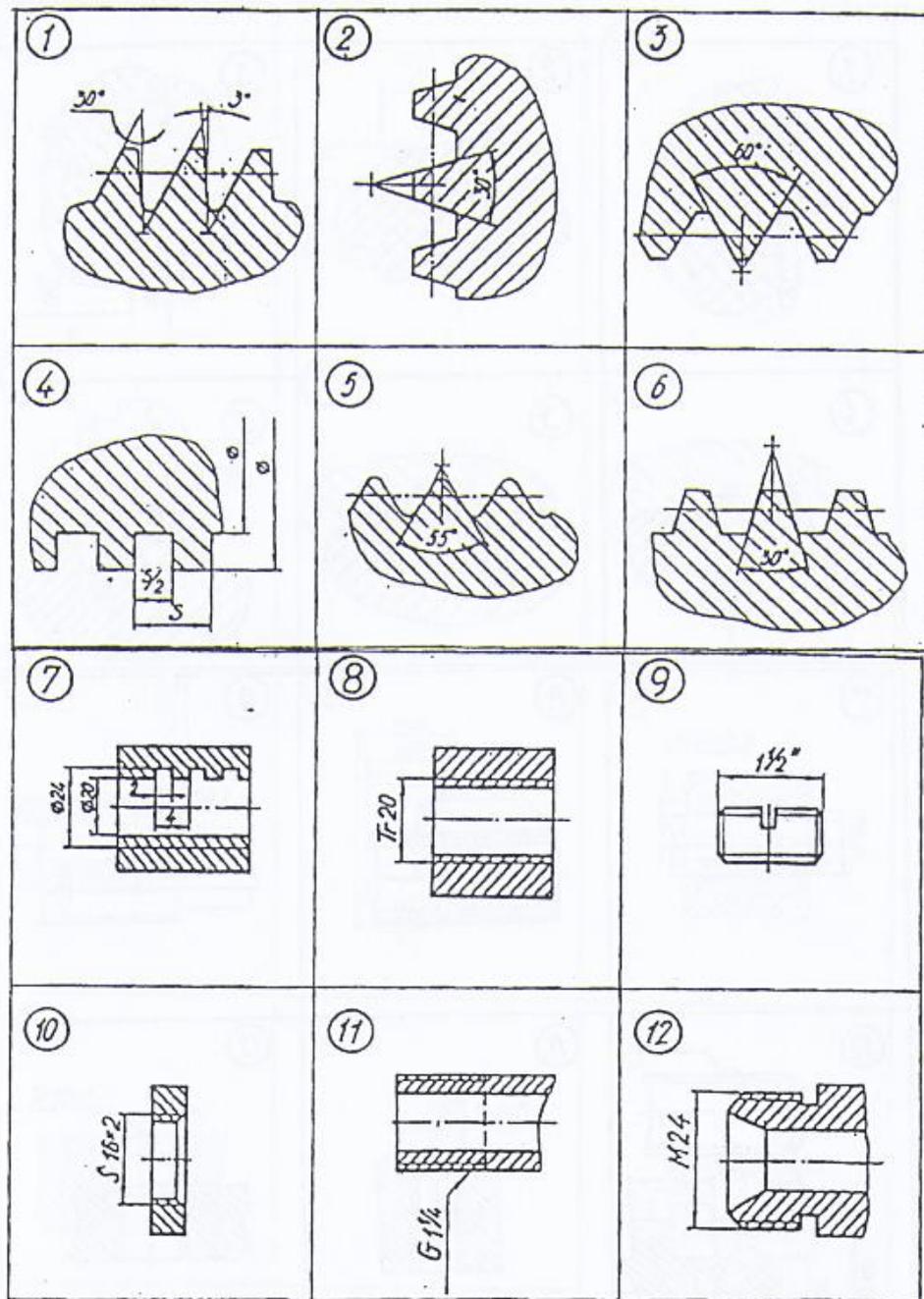
В настоящем приложении приведено несколько вариантов карт программированного контроля, которые авторы пособия рекомендуют студентам использовать при подготовке к занятиям.

P1 Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены:

1. Профиль метрической резьбы. 2. Профиль трубной цилиндрической резьбы.

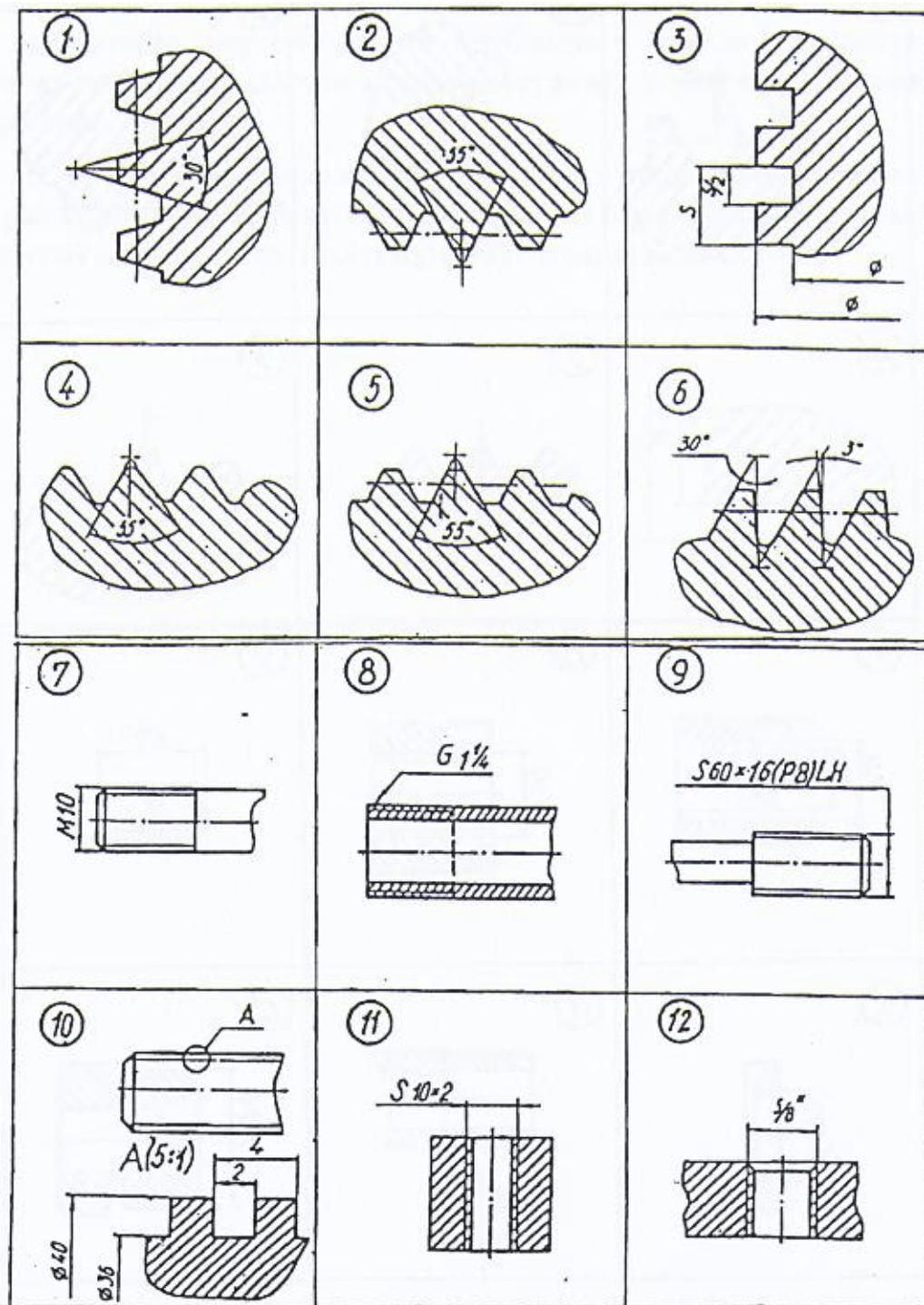
Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба:

3. С профилем равностороннего треугольника с углом при вершине 60° . 4. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° со скругленными вершинами и впадинами. 5. С нестандартным профилем.



P2 Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены: 1. Профиль трапецидальной резьбы. 2. Профиль трубной цилиндрической резьбы.

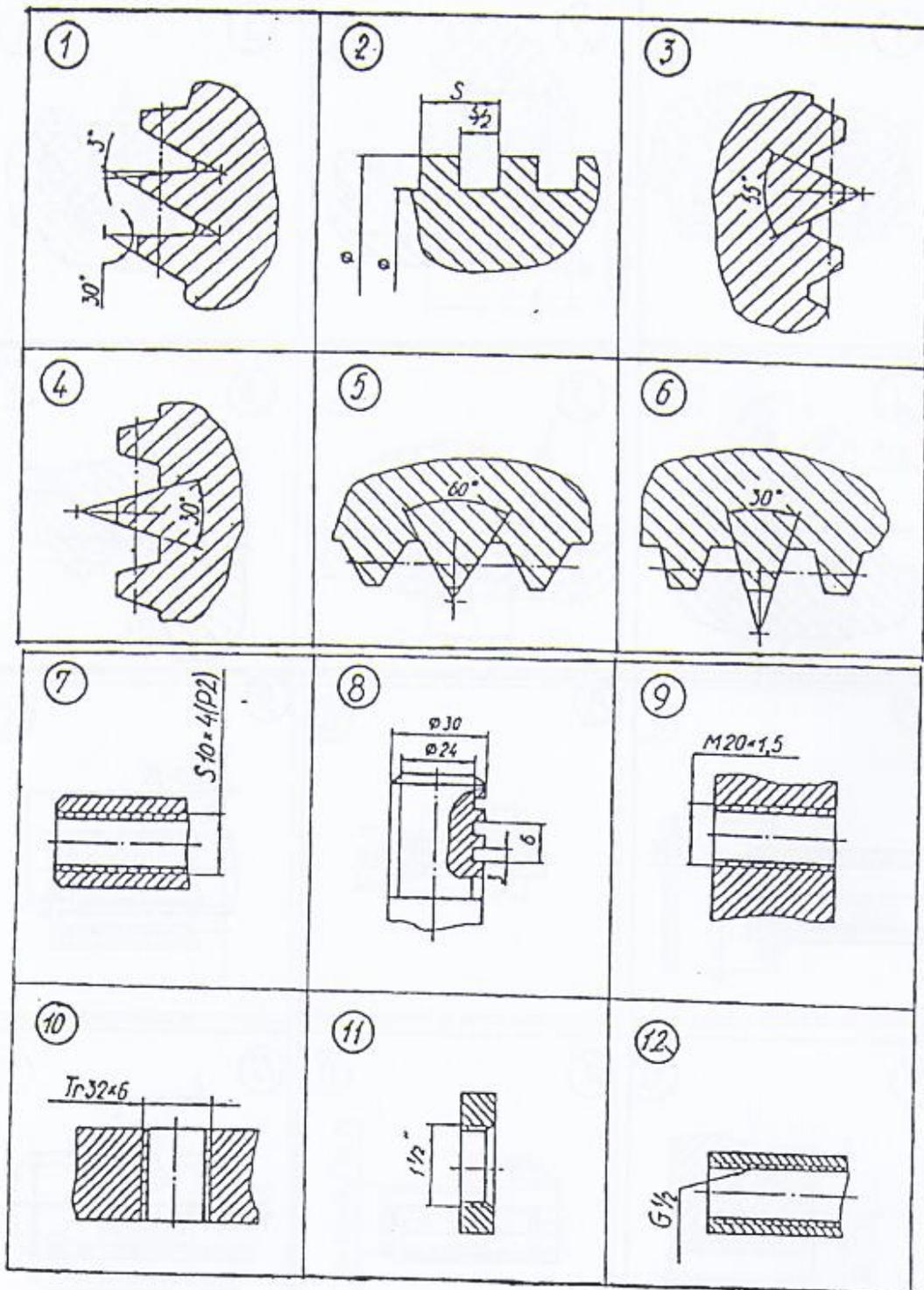
Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба: 3. С профилем неравнобочной трапеции, двухзаходная. 4. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° и со скругленными вершинами и впадинами. 5. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° , со срезанными вершинами.



РЗ Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены:

1. Резьба с нестандартным профилем.

Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба: 2. С профилем равнобочной трапеции. 3. С нестандартным профилем. 4. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° , со срезанными вершинами. 5. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° и со скругленными вершинами и впадинами.

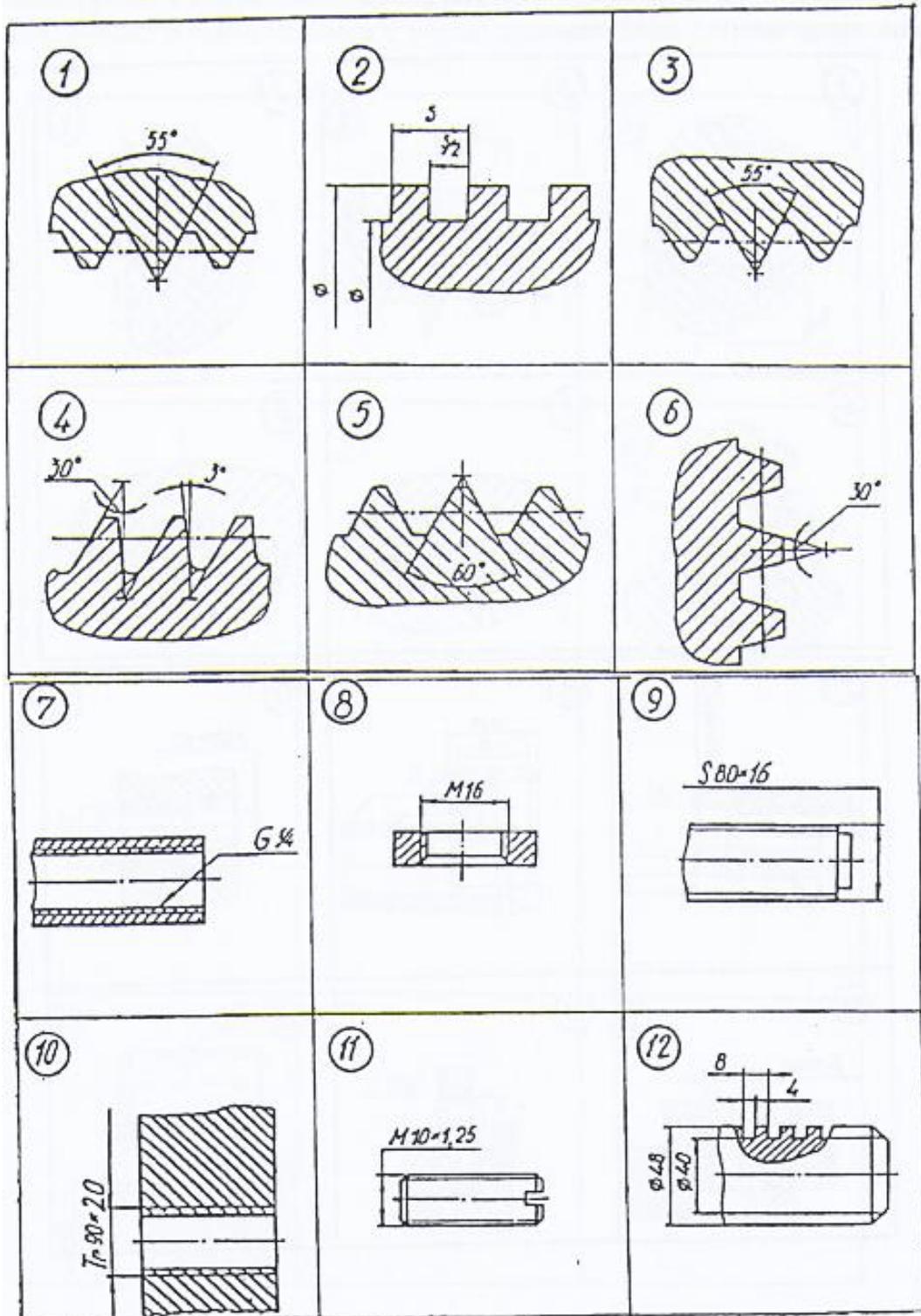


Р4 Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены:

1. Профиль упорной резьбы. 2. Профиль метрической резьбы.

Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба:

3. С профилем равнобочной трапеции. 4. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° и со скругленными вершинами и впадинами. 5. С нестандартным профилем.

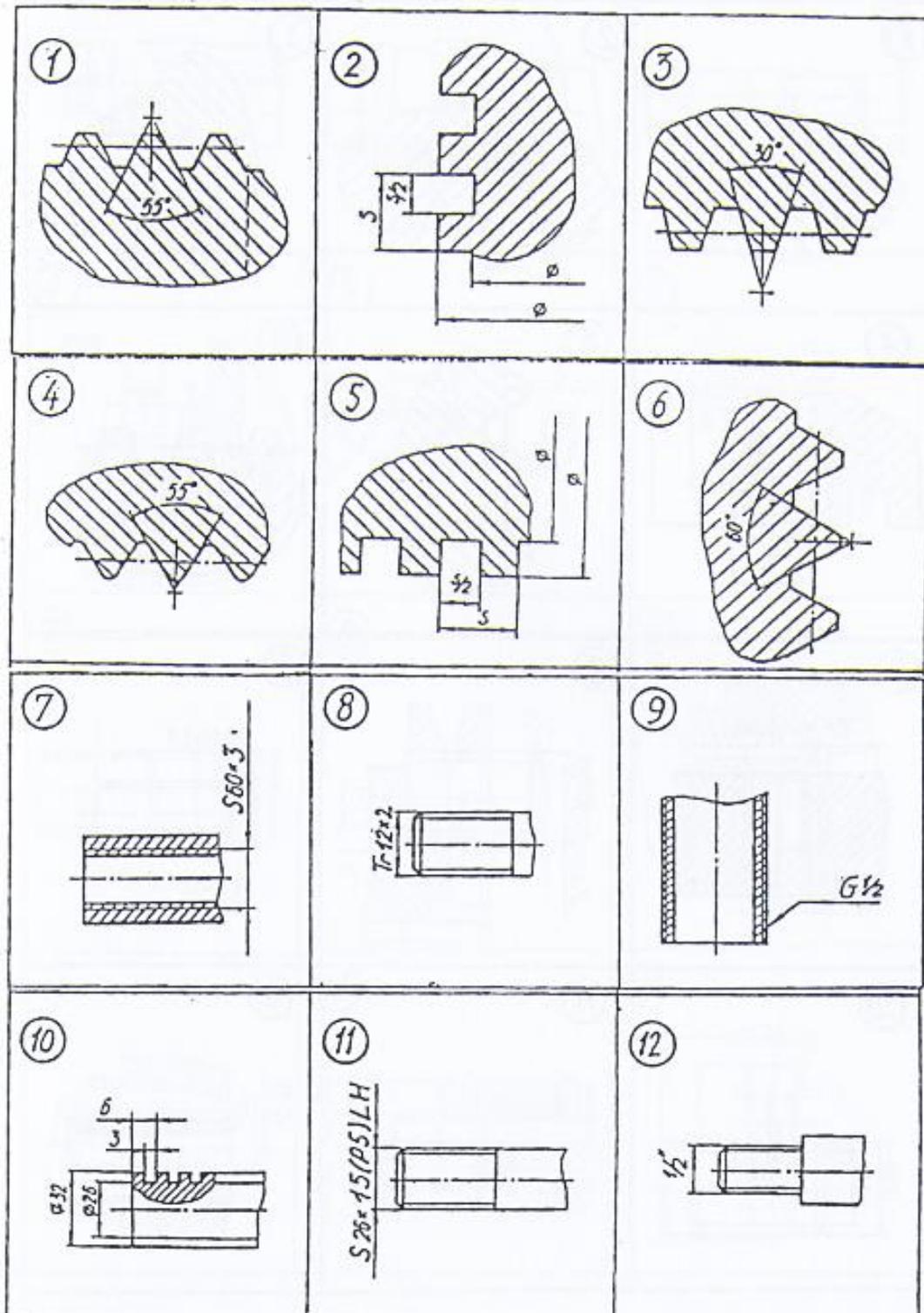


P5 Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены:

1. Профиль трапецидальной резьбы. 2. Профиль дюймовой резьбы.

Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба:

3. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине 55° и со скругленными вершинами и впадинами. 4. С нестандартным профилем. 5. С профилем неравнобочной трапеции, однозаходная.

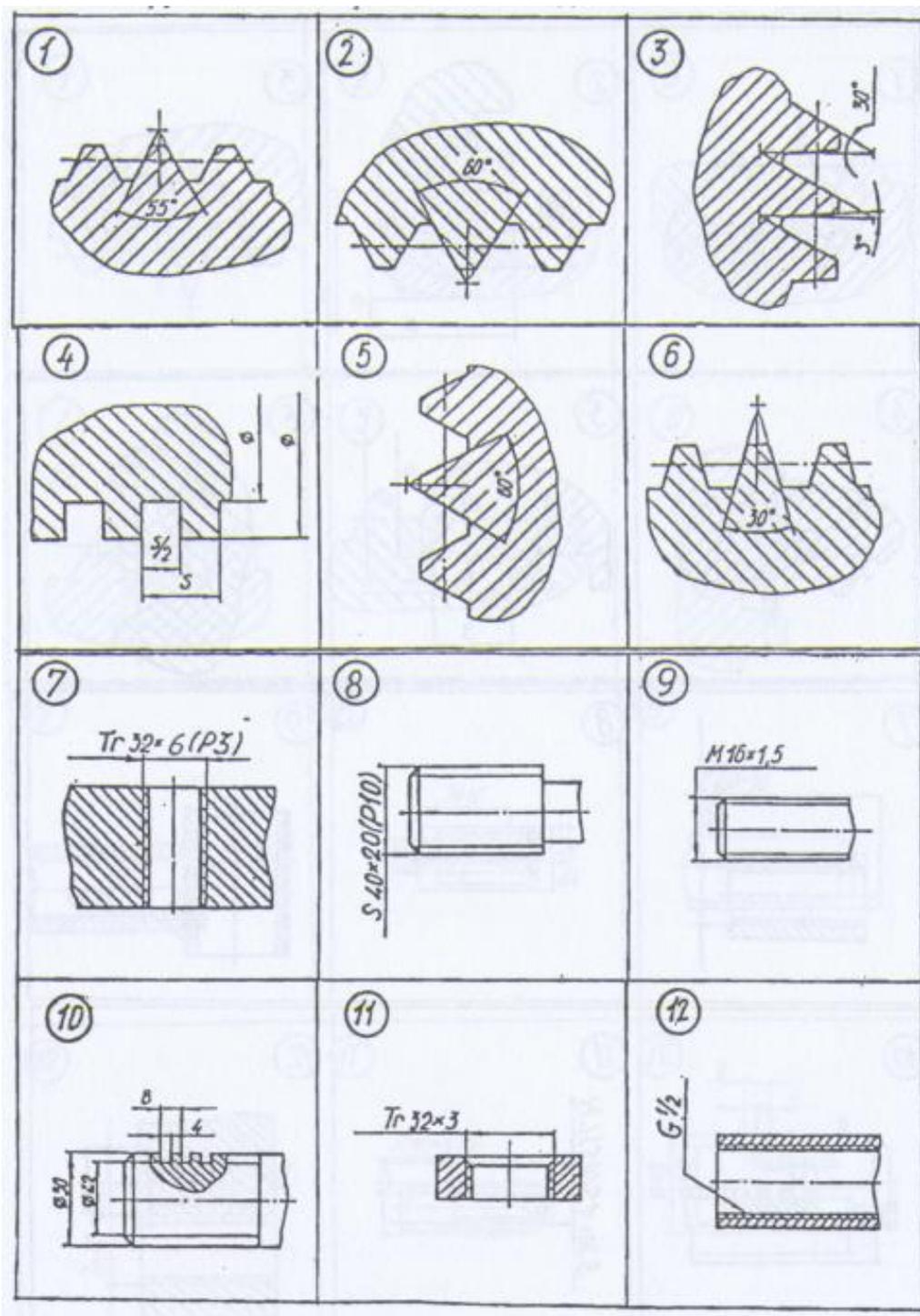


Р6 Из изображений 1-6 укажите те, на которых выполнены:

1. Профиль дюймовой резьбы. 2. Резьба с нестандартным профилем.

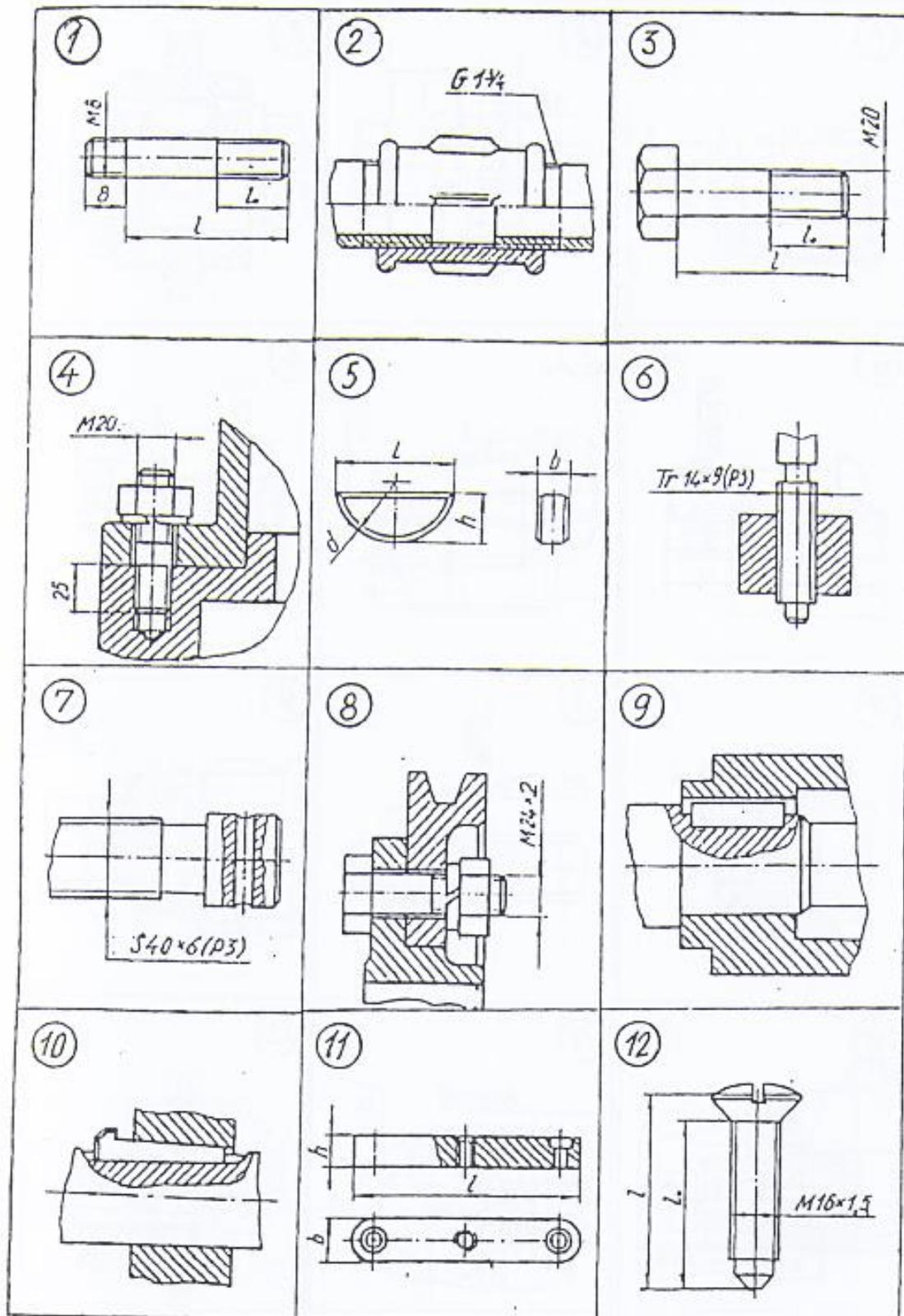
Из изображений 7-12 укажите те, на которых условно показана и обозначена резьба:

3. С профилем равнобочной трапеции, двухзаходная. 4. С профилем равностороннего треугольника с углом при вершине 60° . 5. С профилем равнобедренного треугольника с углом профиля 55° и со скругленными вершинами и впадинами.



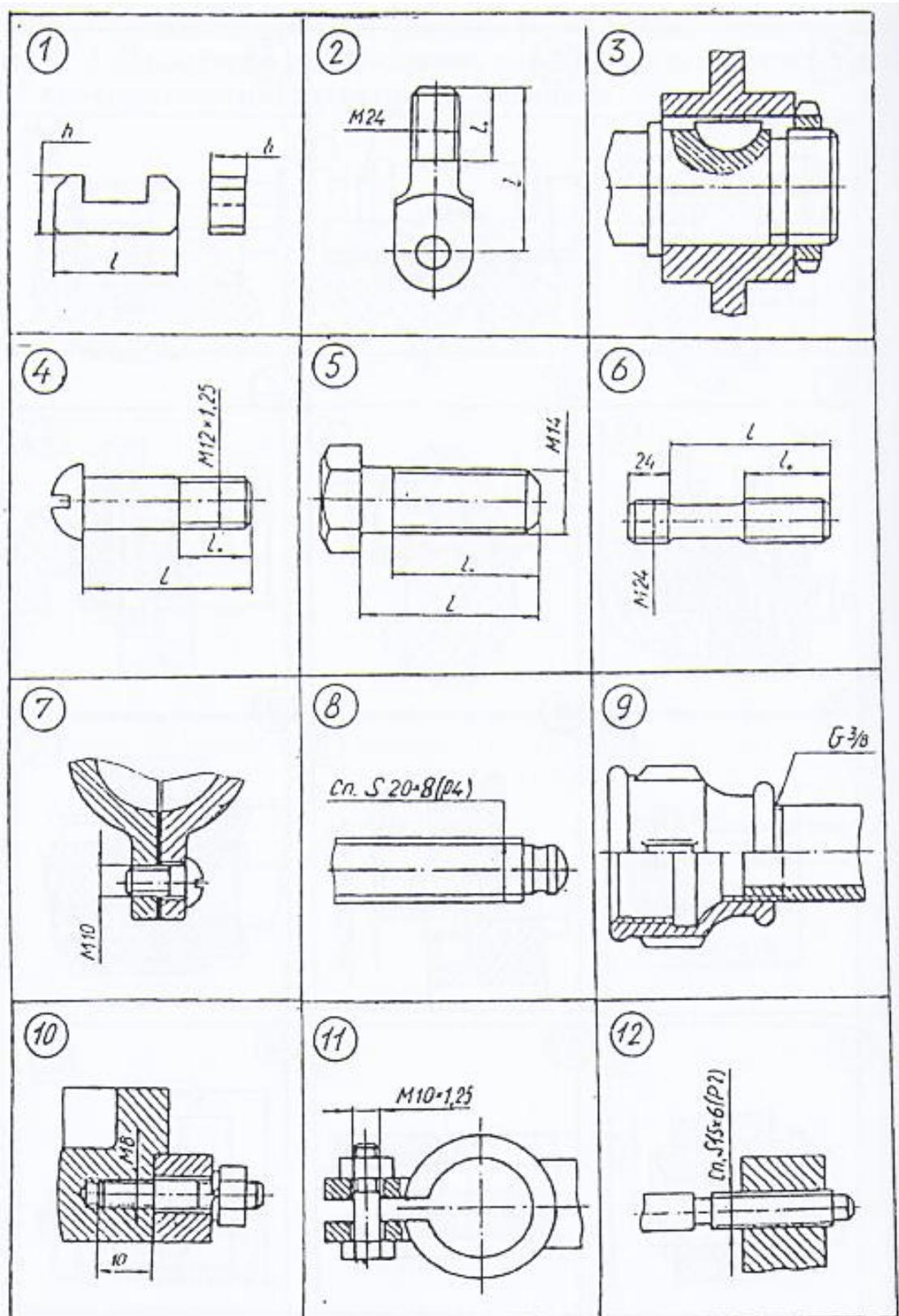
КИ-1 Укажите чертежи, на которых изображены и обозначены:

1. Болт с крупным шагом резьбы.
2. Соединение болтом с мелким шагом резьбы.
3. Шпилька для резьбовых отверстий в деталях из стали.
4. Соединение шпонкой (призматической).
5. Сегментная шпонка.



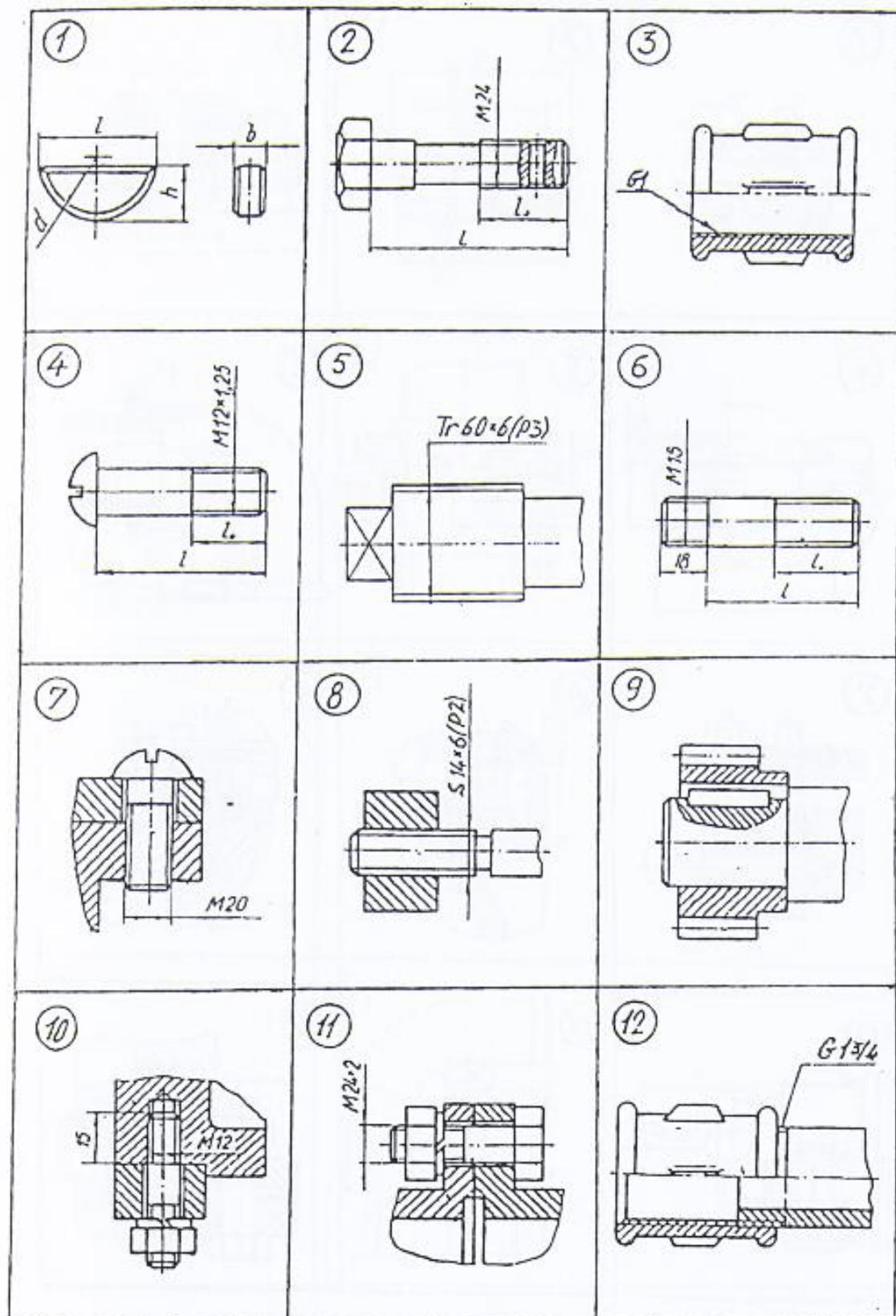
КИ-2 Укажите чертежи, на которых изображены и обозначены:

1. Болт откидной.
2. Соединение винтом с крупным шагом резьбы.
3. Соединение шпонкой.
4. Соединение болтом с мелким шагом резьбы.
5. Шпонка.



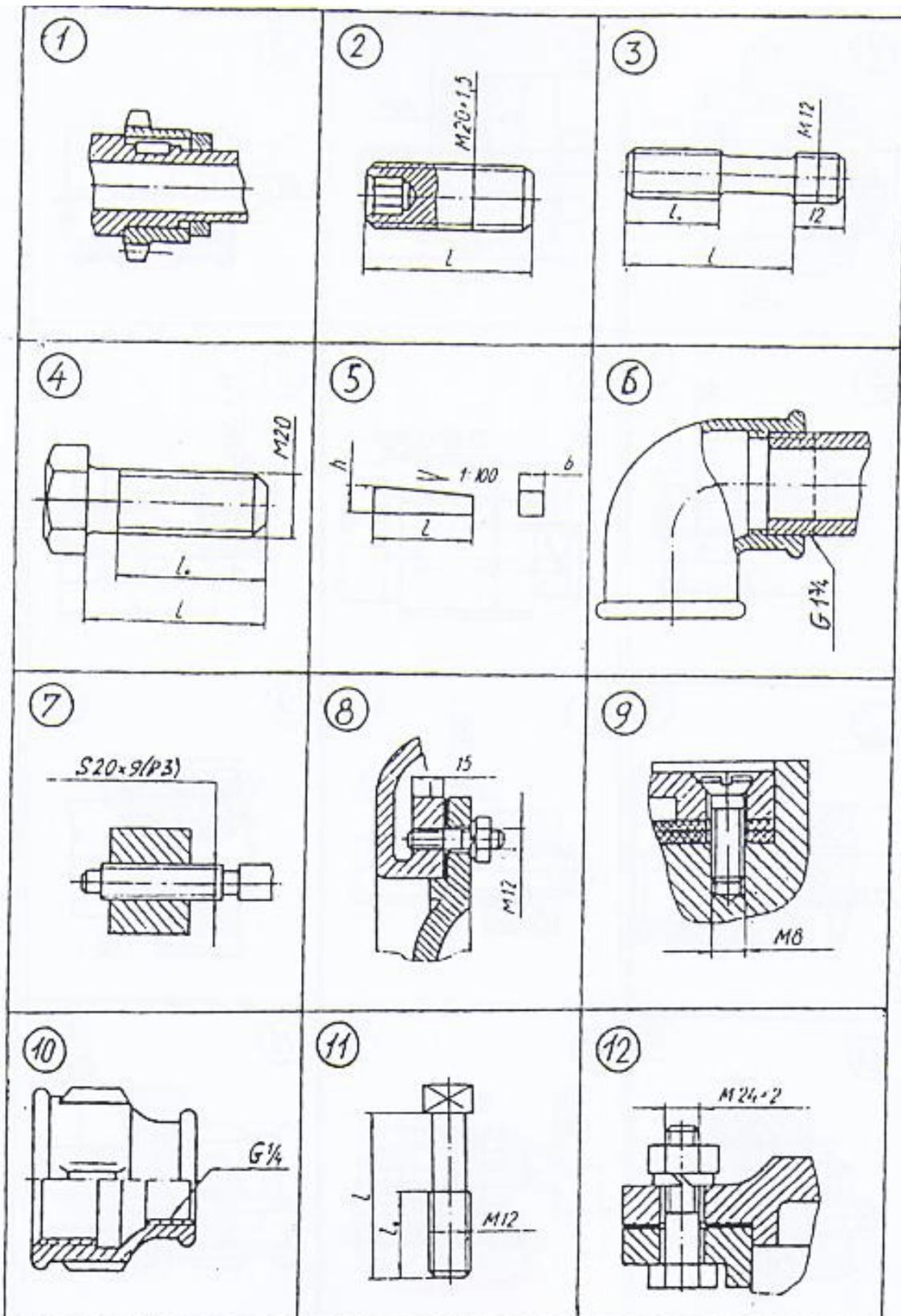
КИ-3 Укажите чертежи, на которых изображены и обозначены:

1. Соединение винтом с крупным шагом резьбы.
2. Винт с мелким шагом резьбы.
3. Соединение шпилькой для резьбовых отверстий из чугуна.
4. Шпонка.
5. Соединение болтом.



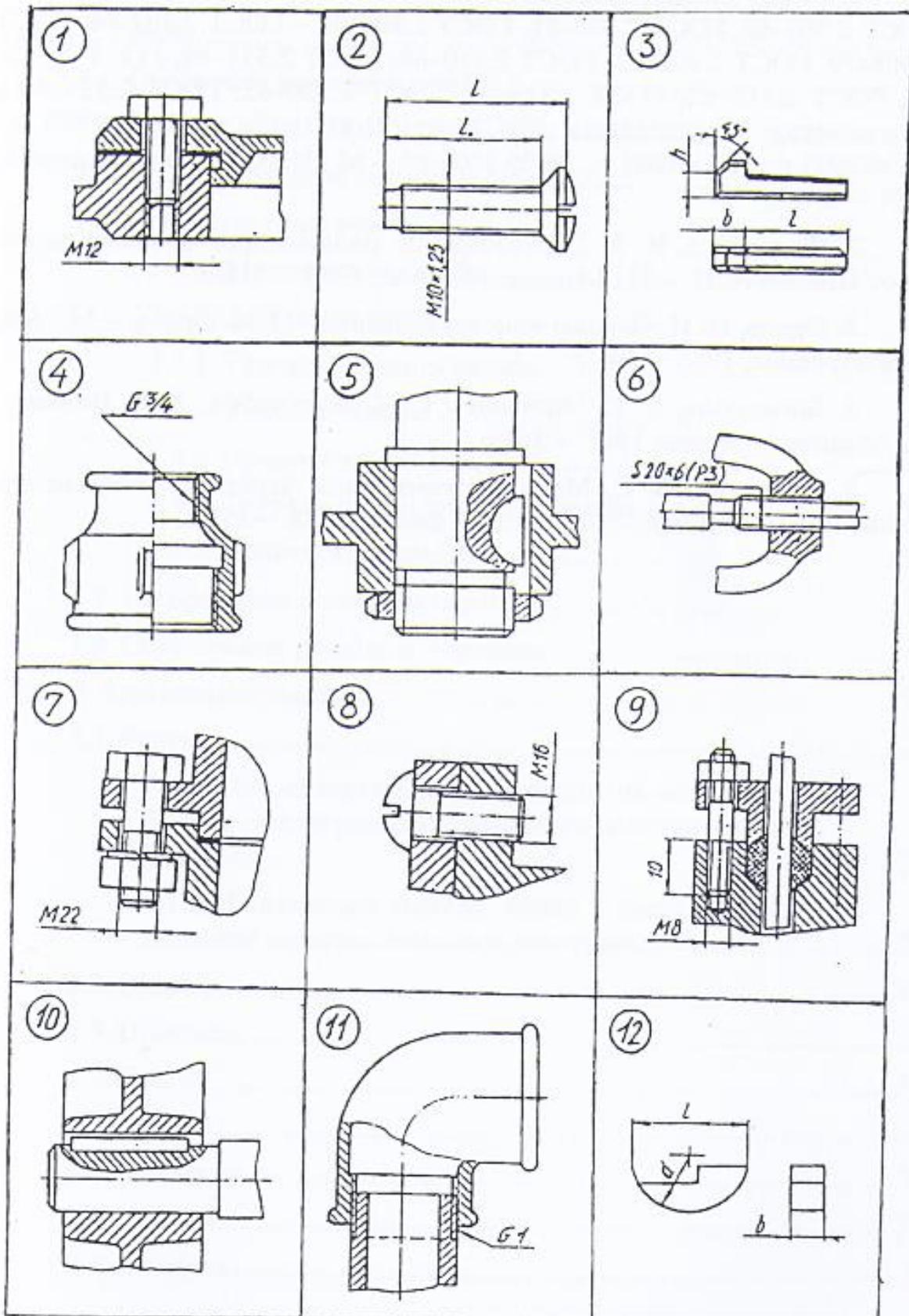
КИ-4 Укажите чертежи, на которых изображены и обозначены:

1. Винт установочный с мелким шагом резьбы.
2. Соединение винтом с крупным шагом резьбы.
3. Соединение болтом с мелким шагом резьбы.
4. Шпонка.
5. Соединение шпилькой для резьбовых отверстий из чугуна.



КИ-5 Укажите чертежи, на которых изображены и обозначены:

1. Клиновая шпонка. 2. Соединение винтом. 3. Соединение болтом. 4. Соединение шпилькой. 5. Соединение шпонкой.



Библиографический список

1. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2.301-2008 - ГОСТ 2.303-2008, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.305-2008- ГОСТ 2.307-2011) - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2012.- 230 с.
2. Чекмарев, А. А. Черчение. Справочник:учеб. Пособие для СПО/ А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 9-изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 359 с. – (Серия: Профессиональное образование)
3. Вышнепольский, И.С. Техническое черчение : учебник для СПО / И.С. Вышнепольский. – 10-е изд. перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 319 с. – Серия : Профессиональное образование.