

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева**

А. Н. Клокова, Ю. С. Лукина.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Организация самостоятельной работы студента

Утверждено Редакционным
советом университета
в качестве учебного пособия

Москва
2018

УДК
ББК 22.151.3
К50

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
Российского химико-технологического университета
имени Д. И. Менделеева
В. М. Аристов

Кандидат технических наук, доцент Московского государственного
университета технологий и управления
Е. Б. Бусыгина

Клокова А. Н.

Инженерная графика. Организация самостоятельной работы студента: учеб. пособие / А. Н. Клокова, Ю. С. Лукина. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2018. - 68с.
ISBN 978-5-7237-1659-9

Представлен необходимый теоретический материал по теме: «Разъемные соединения». Приведены задания к расчетно-графическим работам и методические указания по их выполнению. Даны необходимые рекомендации на конкретных примерах.

Содержание и объем расчетно-графических работ, приведенных в данной работе, соответствует рабочей программе по инженерной графике на основании действующих образовательных стандартов и учебных программ для указанного контингента студентов.

Издание предназначено в помощь для студентов 1 курса всех факультетов РХТУ им. Д. И. Менделеева при изучении ими дисциплины «Инженерная графика».

УДК
ББК22.151.3

ISBN 978-5-7237-1659-9

© Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2018
© Клокова А. Н., Лукина Ю. С., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика является первой инженерной дисциплиной, изучаемой студентами технических вузов. Цель курса инженерной графики – дать студентам знания, умения и навыки, которые понадобятся инженеру любой специальности для изложения технических мыслей с помощью чертежа, а также для понимания по чертежу конструкций и принципа действия изображенного технического изделия.

РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Разъемными называют соединения, разборка которых происходит без нарушения целостности составных частей изделия. Разъемные соединения могут быть как подвижными, так и не подвижными. Наиболее распространенные виды разъемных соединений являются: резьбовые, шпоночные, шлицевые, клиновые, штифтовые, профильные и клемовые.

1. Токарное и ручное нанесение резьбы

Резьбовые соединения широко применяются в машиностроении для получения неподвижных соединений, таких как болтовое и шпилечное. Нарезание резьбы – это обширная тема в металлообработке.

Способов нанесения резьб много. Токарные станки используются в 40%. Рассмотрим нанесение резьбы с использованием станков.

Формирование резьбы на металлических заготовках в виде тел вращения – одна из самых распространенных и в то же время сложных операций токарной обработки. Сложность заключается и в проведении базовых настроек оборудования и инструмента.

В качестве инструмента используют резец. Процесс происходит следующим образом: инструмент, перемещается вдоль оси вращающейся детали (движение подачи), своей заостренной вершиной врезается в заготовку и создает винтовую поверхность, которую и принято называть резьбой. Важной особенностью рассматриваемого приспособления является то, что передний угол резцов зависит от обрабатываемого

материала (рис. 1). Он изменяется в пределах от 0 до 25 градусов. Для заготовок из стали передний угол равняется 0 градусов. Высоколегированные стали отличаются повышенным противодействием высоким температурам, поэтому угол резца может изменяться от 5 до 10 градусов. Стальные изделия обрабатываются на токарных станках инструментом с твердосплавными пластинами, такими как Т15К6, Т14К8 и Т30К4.

Вершина токарного резца должна иметь форму, идентичную профилю резьбы. Для нарезания резьбы в отверстиях используют метчик, который представляет собой винт с несколькими продольными канавками, которые формируют режущие кромки и способствуют отводу стружки.

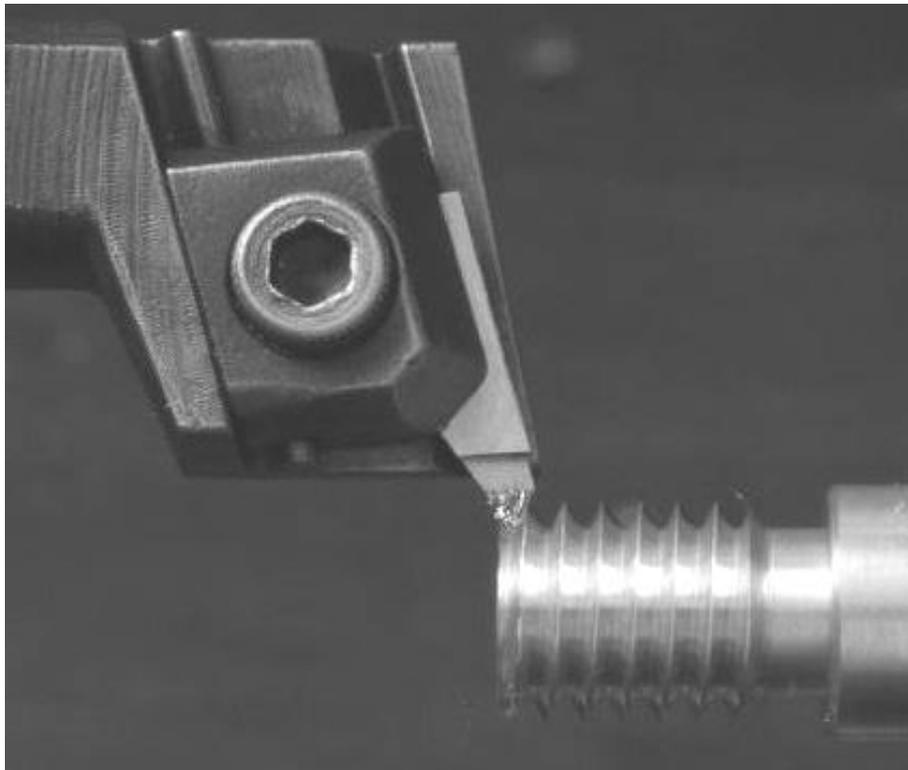


Рис. 1

На токарных станках обычно используют машинные метчики, позволяющие выполнить операцию за один проход. Машинные метчики отличаются от обычных тем, что они состоят из двух частей – заборной и калибровочной (рис.2).



Рис. 2

Если для нарезания резьбы с помощью токарного станка используется обыкновенный метчик, то технология выполнения этого процесса предполагает применение набора инструментов. Набор для нарезания внутренней резьбы включает в себя три типа метчиков: черновой, который выполняет 60% работы, получистовой – 30% и чистовой – 10%. Иногда может быть два инструмента: черновой 75% и чистовой, на который приходится 25%.

Создание резьб на токарном станке требует использования качественного инструмента резки и внимательности самого оператора. Меньше всего хлопот для оператора вызывает подготовка ЧПУ – станков с программным управлением. Они сами подгоняют и позиционируют оснастку в соответствии с конкретными данными, которые вводятся через специальную панель ввода. Риск допущения ошибки в работе гораздо ниже, чем с обычными токарными станками.

На токарном станке нарезают преимущественно метрические резьбы в отверстиях небольшого диаметра (не более 50мм). Обычно используют машинные метчики, позволяющие выполнить операцию за один проход.

Другой инструмент, которым можно нарезать наружную резьбу, является плашка (рис.3). Она представляет собой кольцо с внутренней резьбой и несколькими стружечными канавками. Плашкой нарезают наружную резьбу на винтах, болтах и шпильках. Поверхность детали должна быть обточена на величину требуемого диаметра, который обязательно должен учитывать допуск:



Рис. 3. Плашка



Рис. 4. Нарезание резьбы плашкой

- 0,14 – 0,28 мм – для резьбы диаметр которой 20 – 30мм
- 0,12 – 0,24мм – для резьбы с диаметром 11 – 18мм.
- 0,1 – 0,2мм – для резьбы, имеющей диаметр 6 – 10мм.

Плашки, которыми нарезаются наружная резьба, закрепляются в специальном патроне (плашкодержателе), расположенном в пиноле задней бабки токарного станка. Деталь, на которой нарезают резьбу, должна иметь фаску, чтобы плашка беспрепятственно зашла. Фаска по высоте совпадает с высотой профиля резьбы. Круглой плашкой также можно нарезать резьбу вручную, для этого используют слесарный плашкодержатель. Характерной погрешностью является то, что трудно вручную совместить ось плашки с осью заготовки.

Качество резьбы напрямую зависит от станка, инструмента и материала заготовки. Прочность резьбовых соединений и разъемных конструкций, особенно, которые подвержены частой разборке, должны иметь резьбу высокого класса точности и надежности. Поэтому кроме перечисленных способов обработки резьбовых соединений нужно уделить внимание такой технологической операции, как накатывание резьбы. Этот вид обработки производится с помощью специальных роликов. Данный профиль резьбы нанесен на цилиндрическую поверхность ролика. Операция осуществляется следующим образом: тот профиль резьбы, который имеется на ролике, вдавливается в заготовку. В процессе прокатывания металл не нарезается, а пластически деформируется. Резьба имеет не только чистую и ровную поверхность, но еще уплотняется. Это одно из основных преимуществ, поэтому используется в массовом и крупносерийном производстве, так как отличается высокой производительностью.

Резьбовые технологические операции не заканчиваются на стадии выхода заготовки из станка, последняя стадия в цеху – это контроль резьбы. Перед контролем проверяемые детали необходимо очистить от стружки и грязи. Шаг резьбы измеряют резьбовым шаблоном, он представляет собой пластину, на которой нанесены зубцы с шагом для данной резьбы. Все пластины вставлены в кассету, таким образом, делается набор шаблонов, например для метрической резьбы. Еще один из контрольных инструментов – резьбовой калибр. Резьбовые калибры делятся на проходные и непроходные. Проходной калибр имеет полный профиль резьбы и служит как бы аналогом детали с резьбой. Непроходной

калибр осуществляет контроль только по среднему диаметру резьбы и имеет укороченный профиль. В процессе контроля следует осторожно обращаться с калибром, чтобы на его рабочей поверхности не было царапин и заусенцев.

Крепежные детали часто работают в агрессивных средах, которые вызывают коррозию, или в условиях высоких температур, а иногда при одновременном воздействии обоих факторов. Такой крепеж имеет следующие характеристики:

1. Прочность болтов, гаек и шайб в момент затяжки гаек.
2. Стойкость против хрупкого разрушения в процессе эксплуатации.
3. Долговременная защита крепежа от коррозии.
4. Стойкость покрытия при многократной сборке и разборке резьбового соединения, что очень важно в машиностроении.
5. Совместимость покрытия с основным покрытием конструкции.

Для обеспечения повышенной устойчивости к коррозии применяют несколько видов покрытия: гальваническое цинкование, термодиффузионное и горячие цинкование. В экстремальных условиях, таких как космос – алюминиевые покрытия. Срок службы покрытия обычно оценивают его толщиной. Выбор вида покрытия для определенного материала выполняется по ГОСТу. Толщина покрытия выбирается в зависимости от шага резьбы. Параметры покрытия в обозначение крепежа можно определить следующим образом:

Болт М20х90 019 ГОСТ7798-70 – болт с покрытием 01 (цинковое, самое распространенное) толщиной 9 мкм. Срок службы крепежа около 15 лет. В более ответственных конструкциях применяют метод термодиффузионных покрытий. Они имеют более высокую коррозионную стойкость и служат до 50 лет. При горячем цинковании коррозионная устойчивость повышается в семь раз, приближаясь к нержавеющей стали. Покрытие устраняет поверхностные дефекты, приводящие к разрушению резьбы.

2. Соединения стандартными крепежными изделиями

2.1. Соединение болтом

Соединения болтовые – это сборно-разборное соединение, применяемое для скрепления двух и более деталей относительно небольшой толщины, имеющих места для гайки, шайбы и головки болта.

Болтовое соединение можно осуществить двумя способами. Первый: в отверстия деталей, которые нужно соединить, вставляется болт с зазором. Далее осуществляется затягивание гайки, которая создает давление между деталями – это препятствует их расхождению и сдвигу под действием осевых и поперечных сил, за счет возникшего трения. Второй способ используется реже, и заключается в плотном вхождении болта в отверстие деталей соединения, что не дает происходить сдвигу под воздействием поперечных сил. В этом случае отверстие детали и стержень болта обрабатываются с высокой точностью, а болт получается тоньше при той же поперечной силе.

Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом (рис. 5.)

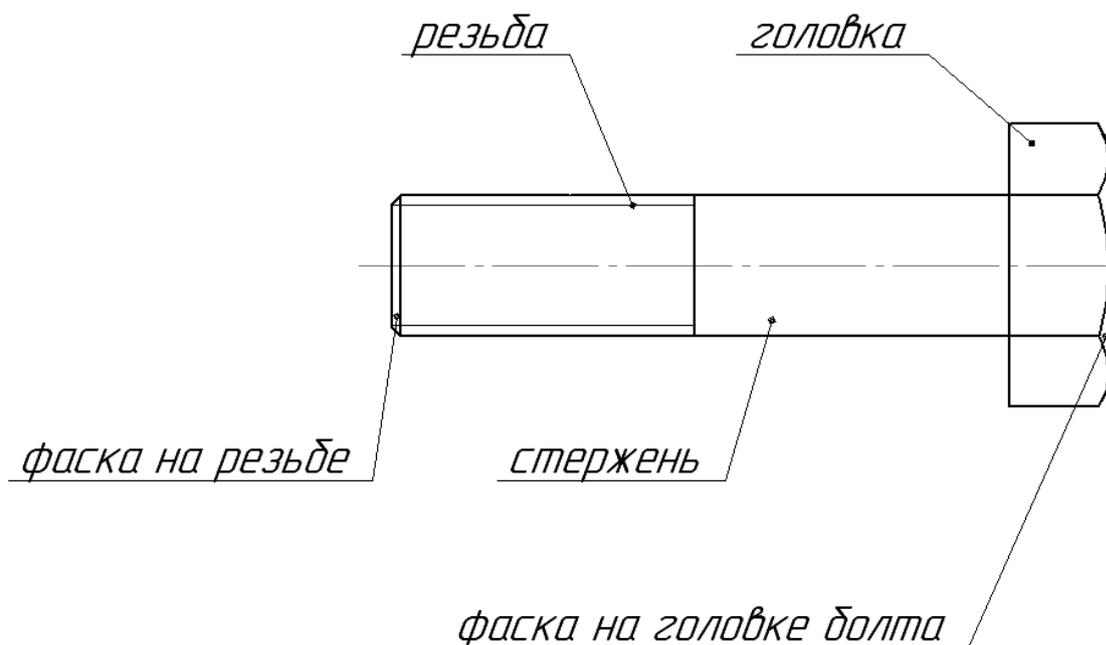


Рис. 5

Существуют многие виды болтов (рис. 6). Но основная классификация состоит из следующих изделий:

Анкерные болты, которые крепятся в основном к несущим основаниям и предназначены для поддержания целостности конструкции. Часто такие изделия используются в качестве распорных дюбелей.

Рым-болты используются в качестве основного или дополнительного средства для подъема груза. Довольно часто подобные изделия можно увидеть на габаритных станочных приспособлениях (рис. 6, а).

Болты с приварными фланцами, которые применяются для соединения конструкций, подвергающихся вибрации. Например, некоторые автомобильные или станочные механизмы соединяются именно этими видами крепежей (рис.6, б).

Болт лемешный с потайной головкой и квадратным подголовником используются для крепления навесного оборудования, соединения металлических и деревянных элементов в сельскохозяйственных машинах. Кроме того, их также широко применяют в машиностроении (рис. 6, в).

Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798-70 (рис. 6, г).

Болт «мебельный» – некоторые из них широко применяются при производстве мебели. При этом усы и подголовки препятствуют проворачиванию изделия при сборке (рис. 6, д, е).



а) Рым-болт ГОСТ 4751-73



б) Болт с фланцем DIN6921



в) Болт лемешный с потайной головкой и квадратным подголовником ГОСТ 7786-81



г) Болт 7798-70



д) Болт с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовником ГОСТ 7802-81



е) Болт мебельный с круглой головкой и усиком ГОСТ 7801-81

Рис. 6. Виды болтов

Болт мебельный с круглой головкой и усиком ГОСТ 7801-81

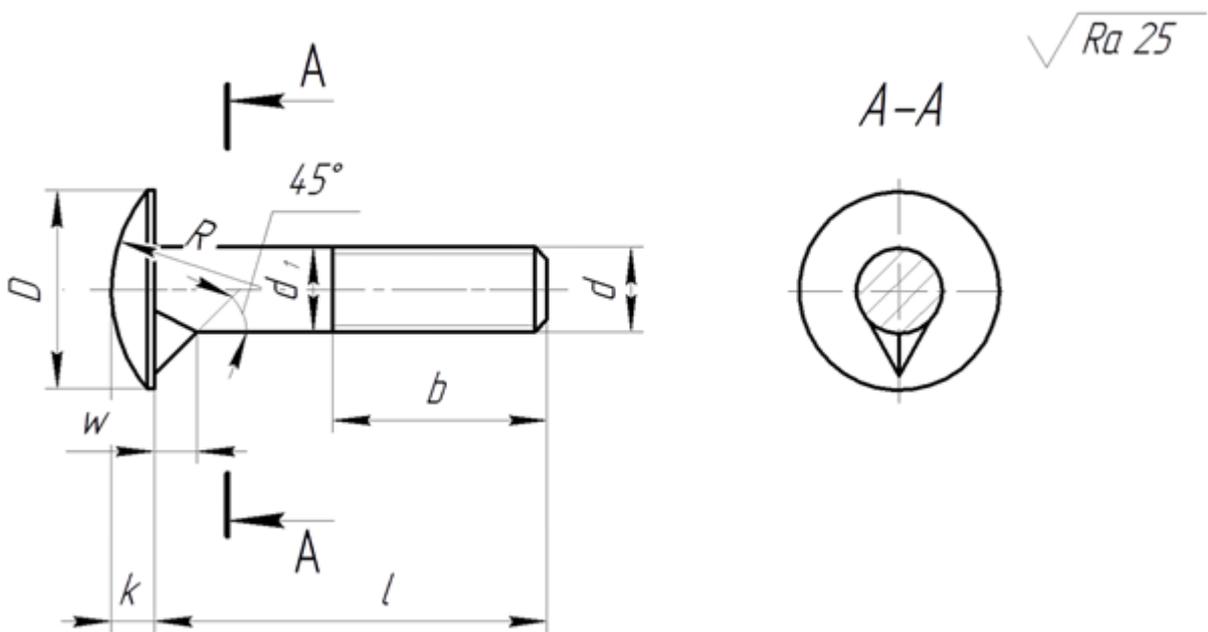


Рис. 7. Конструктивное изображение

Таблица 1

Номинальный диаметр резьбы, d	6	8	10	12	16	20	
Диаметр головки, D	14	18	23	28	35	44	
Высота головки, k	3	4	5	6	8	10	
Радиус сферы, R	11	14	18	22	26	32	
Высота уса, W (не менее)	3	3.5	5	6	8	9	
Длина резьбы, b	l ≤ 120	18	22	26	30	38	46
	l > 120	-	-	32	36	44	52

Болт с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовником ГОСТ 7802-81

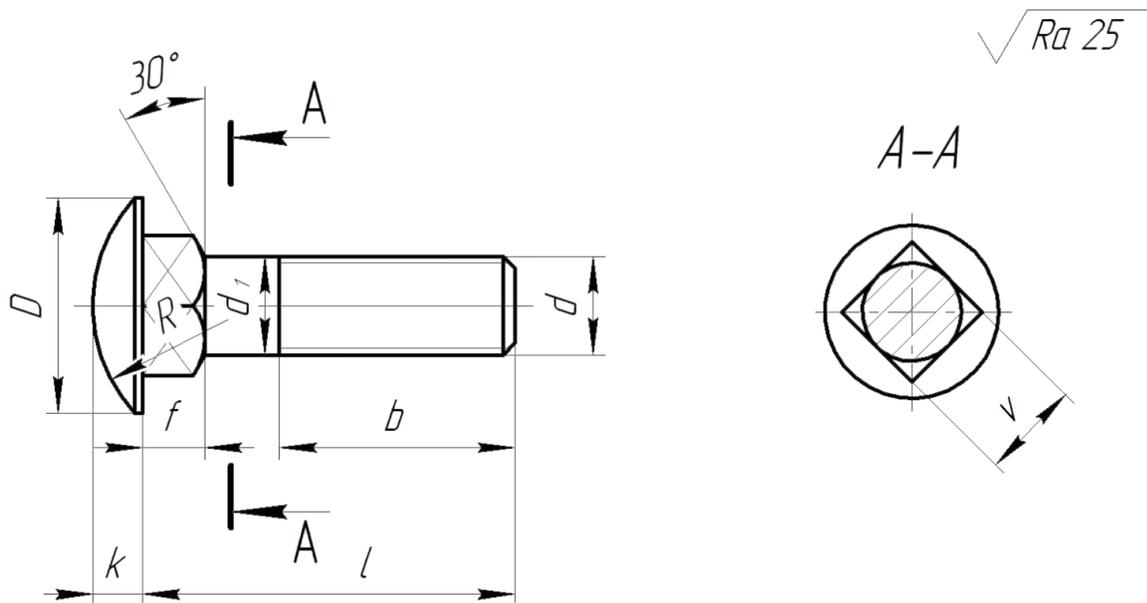
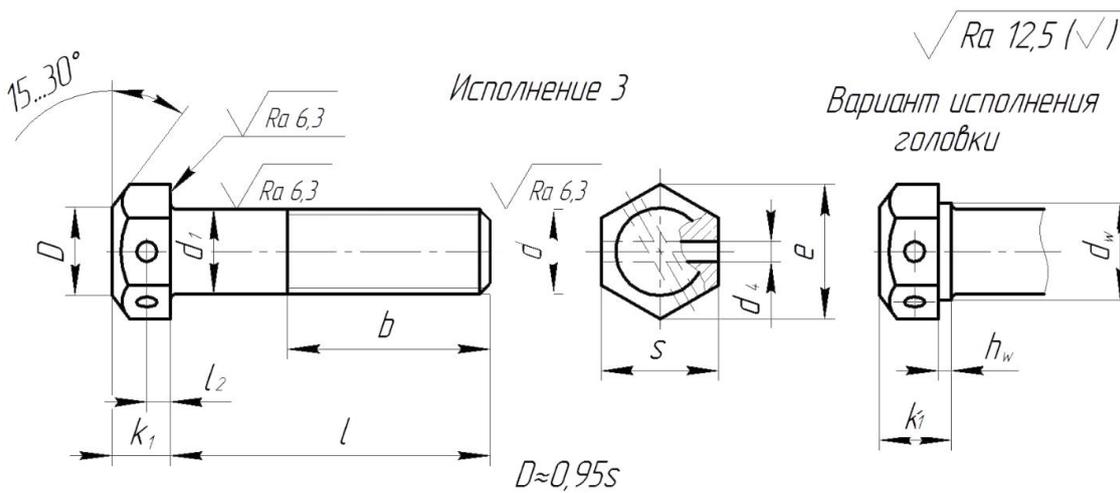
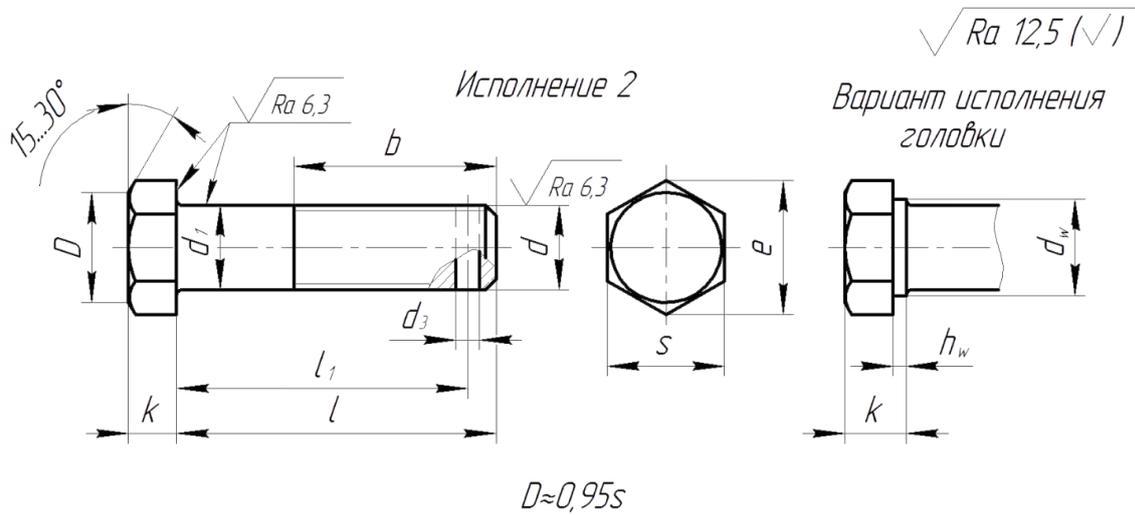
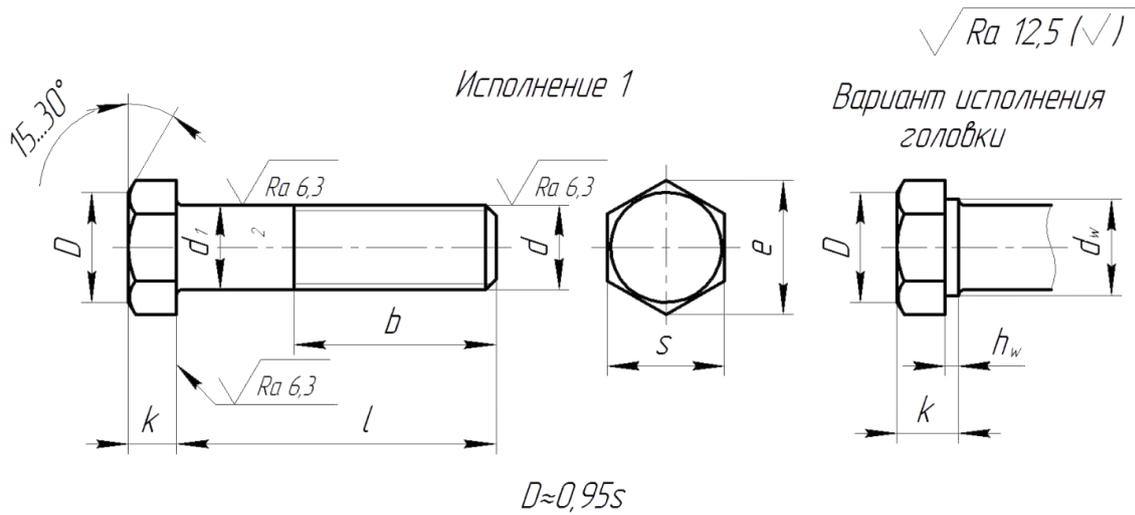
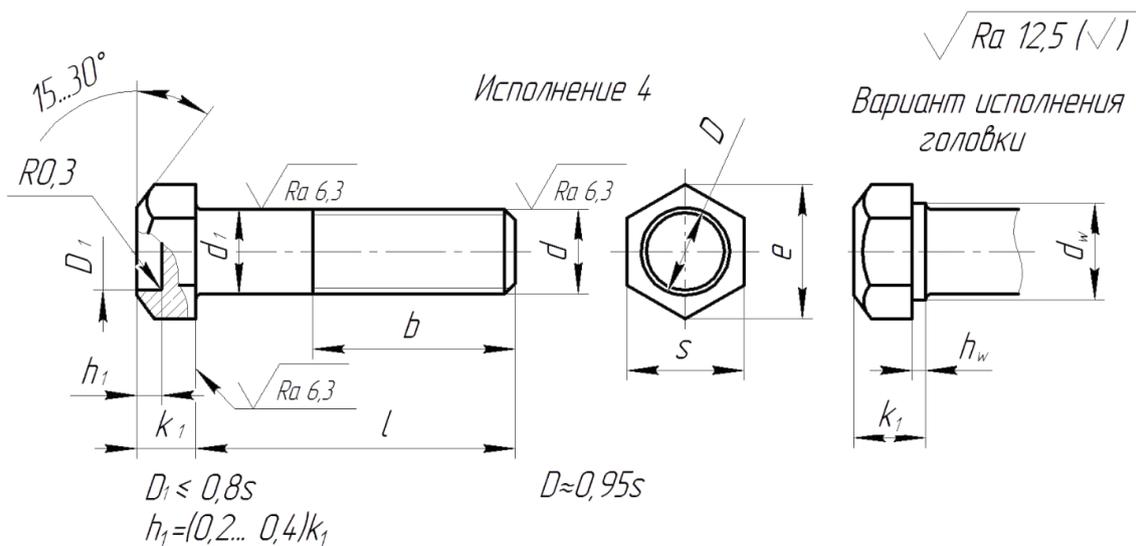


Таблица 2

Номинальный диаметр резьбы, d	5	6	8	10	12	16	20	24	
Диаметр головки, D	11	14	18	23	28	35	44	52	
Высота головки, k	2,5	3	4	5	6	8	10	12,0	
Радиус сферы, R	8	11	14	18	22	26	32	39	
Размер стороны квадратного подголовка, V	5	6	8	10	12	16	20	24	
Высота, f (не менее)	3	4	5	6	8	10	12	15	
Длина резьбы, b	l ≤ 120	16	18	22	26	30	38	46	54
	l > 120	-	-	-	32	36	44	52	60

Болт 7798-70





Таблица

Номинальный диаметр резьбы, d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
Шаг резьбы	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2		2,5		3		3,5
	мелкий	-	1	1,25		1,5				2		
Диаметр стержня, d1	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Размер «под ключ», S	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
Высота головки, k	4,0	5,3	6,4	7,5	8,8	10,0	12,0	12,5	14,0	15,0	17,0	18,7
Диаметр описанной окружности, e (не менее)	10,9	14,2	17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3	39,6	45,2	50,9
Диаметр под головкой, dw	8,7	11,5	14,5	16,5	19,2	22,0	24,8	27,7	31,4	33,2	38,0	42,7
Высота подголовка, hw	не менее	0,15				0,20						
	не более	0,6				0,8						
Диаметр отверстия в стержне, d3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0			5,0			6,3	
Диаметр отверстия в головке, d4	2,0	2,5		3,2	4,0							
Расстояние от опорной поверхности до оси отверстия в головке, l2	2,0	2,8	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	9,5

Болтовое соединение на чертежах может быть показано упрощенно и условно в зависимости от значимости узла крепления и масштаба. Примером может служить чертеж «Блока направляющего», на котором показано крепление узла к корпусу (рис .б)

Изображение на чертежах бывает:

– конструктивное с прочерчиванием всех конструктивных элементов (фаски, отверстие под проход, недорез и т.д.). При вычерчивании головки болта и гайки необходимо правильно построить проекции кривых линий, которые имеются на боковых гранях. Эти кривые являются результатом пересечения граней с поверхностью конической фаски и представляют собой гиперболы. Проекция этих гипербол также гиперболы. На чертеже (болта, гайки) эти гиперболы заменяются дугами окружностей. Фаски, имеющиеся на концах болтов, гаек делаются для предохранения крайних витков резьбы от повреждений и для удобства завинчивания.

– упрощенное и условное изображение устанавливается стандартом. На сборочных чертежах головки болтов и гайки можно вычерчивать по размерам, которые являются функцией наружного диаметра d резьбы болта. Эти размеры используются только для построения изображений, и на рабочих чертежах крепежных изделий их проставлять нельзя. ГОСТ 2.315-68 устанавливает упрощенные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах.

Конструктивное и упрощенное изображение строится по размерам, определенным по условным соотношениям в зависимости от диаметра резьбы или установленным соответствующим стандартом.

Гайка

При различных условиях эксплуатации, а также при различных величинах и характеров нагрузок, воспринимаемых соединением, применяют следующие гайки: обычные, высокие, низкие, прорезные для стопорения соединений, самоконтрящиеся различного конструктивного исполнения: самоустанавливающиеся, анкерные неподвижные, плавающие, специальные.

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку. По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. (рис. 7). Шестигранные гайки подразделяются на: обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки по ГОСТ 5915-70.

Высокие гайки (высота $0,8 d$) служат для соединений, работающих на растяжение и воспринимающих большие знакопеременные нагрузки. Часто для таких соединений используют «усиленные гайки», имеющие высоту, равную $1,2d$. Это существенно повышает ползучесть соединения, исключает разрушение соединений по срезу витков резьбовой пары болт – гайка, это дает полное использование прочности болта при работе на растяжение.

Низкие гайки используют в соединениях, воспринимающих небольшие растягивающие нагрузки, а также в соединениях работающих на срез.

Прорезные шестигранные гайки применяют в ответственных соединениях, работающих в условиях вибрационных нагрузок. Стопорение их на болте осуществляется: шплинтами и проволокой.

В декоративных целях применяют глухие шестигранные гайки. Гайки глухие для запрессовки используют в разъемных соединениях, где монтажные подходы к гайке затруднены. Круглые сферические гайки применяют для исключения изгибающих нагрузок на болт в соединении. Гайку – барашек используют для быстроразъемных соединений.

Гайки круглые с внутренней и наружной резьбой со шлицами на торце и по периметру широко применяют в соединениях, где требуется значительно уменьшить массу конструкции.

Для исключения самоотвинчивания резьбовых соединений при эксплуатации в большинстве случаев требуется их стопорение. Однако утяжеление конструкций, невысокая надежность стопорения, большая трудоемкость изготовления и монтажно – сборочных работ по выполнению

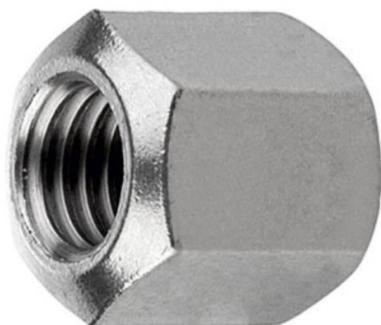
стопорения резьбовых пар обусловили создание и широкое внедрение во всех отраслях машиностроения самоконтрящихся гаек. Основа стопорения самоконтрящимися гайками – создание гарантированного натяга и увеличение трения в резьбовой паре за счет деформирования резьбовой части гайки или использования безрезьбовых упругих вкладышей. В условиях автоматизированной сборки резьбовых соединений применяют самоконтрящиеся гайки с шайбой, завальцованной на опорный буртик.



а) Гайка ГОСТ 5915-70



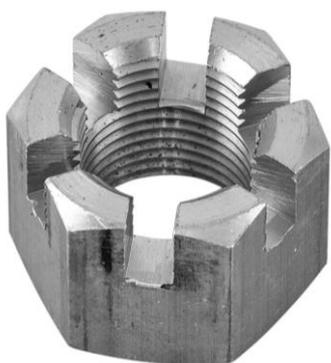
б) Гайка-барашек ГОСТ 3032-76



в) Гайка высокая 15524-70



г) Рым-гайка DIN 582



д) Гайка корончатая прорезная
ГОСТ 5918-73



е) Гайка колпачковая ГОСТ 11860-85



ж) Гайка квадратная DIN562



з) Гайка круглая со шлицем ГОСТ 10657-80

Рис. 7. Виды гаек

Гайка ГОСТ 5915-70

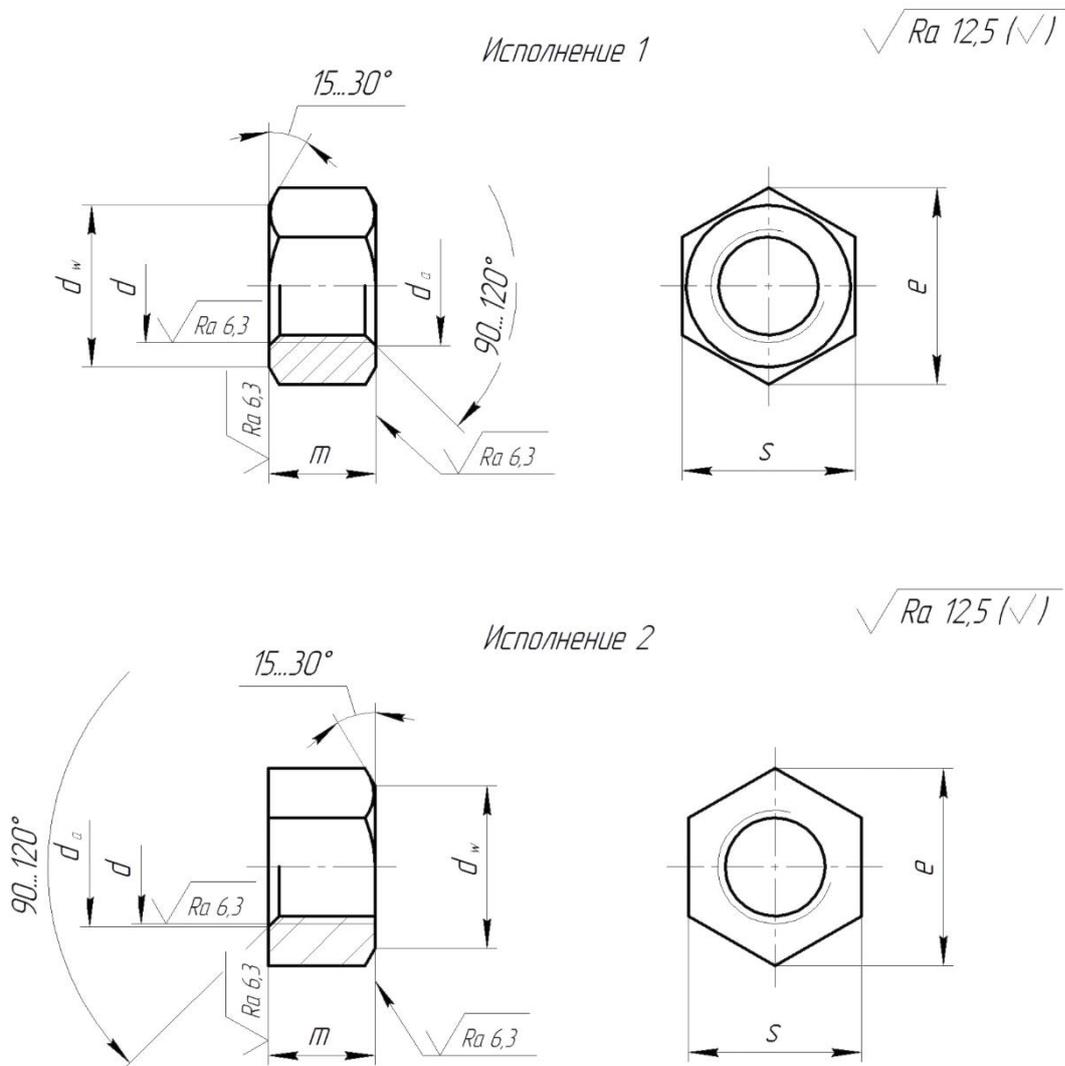


Рис.

Исполнение 3

$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (✓)

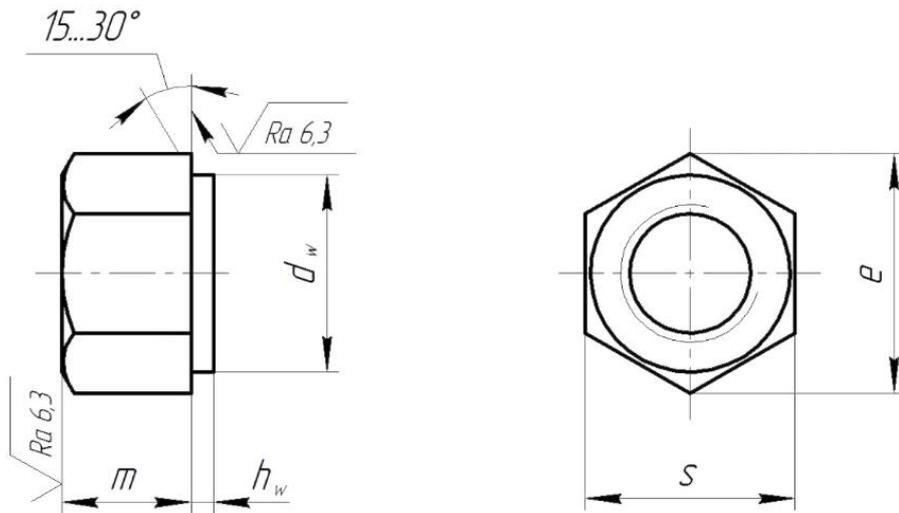
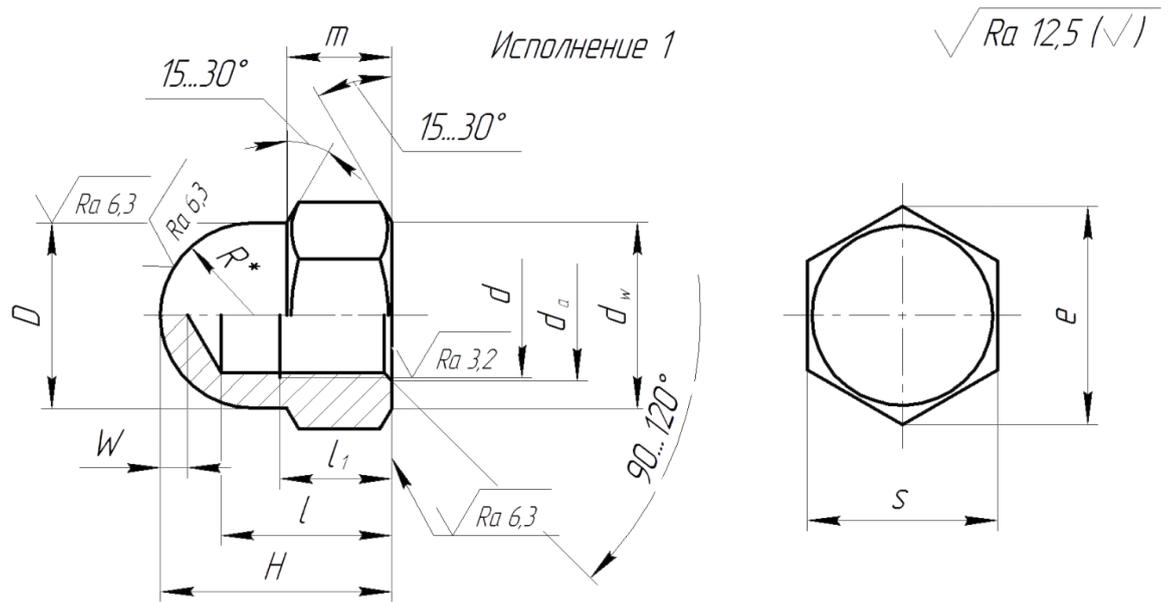


Рис.

Таблица

Номинальный диаметр резьбы	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	22
Шаг резьбы, Р	крупный	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2,5			
	мелкий	-	-	-	-	1	1,25	1,5				
Размер «под ключ», S	5,5	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34
Диаметр описанной окружности e, не менее	5,9	7,5	8,6	10,9	14,2	17,6	19,9	22,8	26,2	29,6	33,0	37,3
da	не менее	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
	не более	3,45	4,6	5,75	6,76	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6
dw, не менее	5,0	6,3	7,2	9,0	11,7	14,5	16,5	19,2	22,0	24,8	27,7	31,4
hw	не менее	0,4		0,5		0,6			0,8			
	не более	0,15							0,2			
Высота, m	2,4	3,2	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18,0	19,8

Гайка колпачковая ГОСТ 11860-85

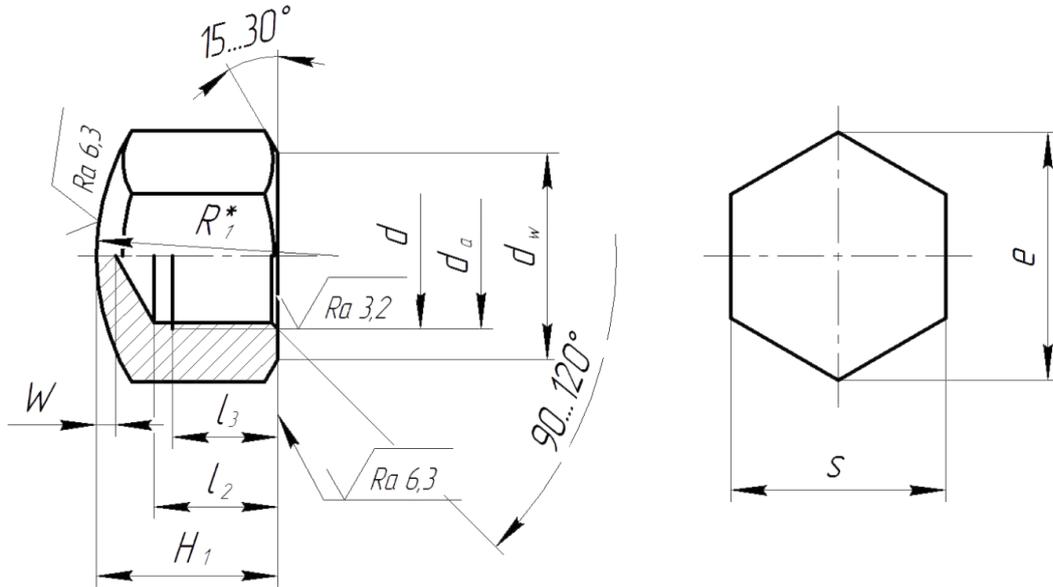


Таблица

Номинальный диаметр резьбы	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	
Шаг резьбы, Р	крупный	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2,5				
	мелкий	-	-	-	-	1	1,25	1,5					
Размер «под ключ», S	5,5	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	
Диаметр описанной окружности e, не менее	6,0	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8	20,0	23,4	26,7	30,1	33,5	37,7	
H, пред. откл. по h 14	7,5	8,0	10,0	12,0	15,0	18,0	22,0	25,0	28,0	32,0	34,0	39,0	
m, пред. откл. по h 14	2,4	3,2	4,0	5,0	6,5	8,0	10,0	11,0	13,0	15,0	16,0	18,0	
D1, пред. откл. по h 14	5,0	6,5	7,5	9,5	12,5	15,0	17,0	20,0	23,0	26,0	28,0	33,0	
da	не более	3,4 5	4,6	5,75	6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8
	не менее	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
R	2,5	3,2	3,7	4,7	6,2	7,5	8,5	10,0	11,5	13,0	14,0	16,5	
l, пред. откл. по js15	5,0	5,5	7,5	8,0	11	13	16	18	21	25	26	29	
l1 не менее	2	3	3,8	4	6	7	9	11	13	14	16	18	
d _w не менее	5,0	5,8	6,8	8,3	11,3	14,3	16,2	19,2	22,2	25,3	28,2	31,4	
w, не менее	2,0						3,0	4,0		5,0			

Исполнение 2

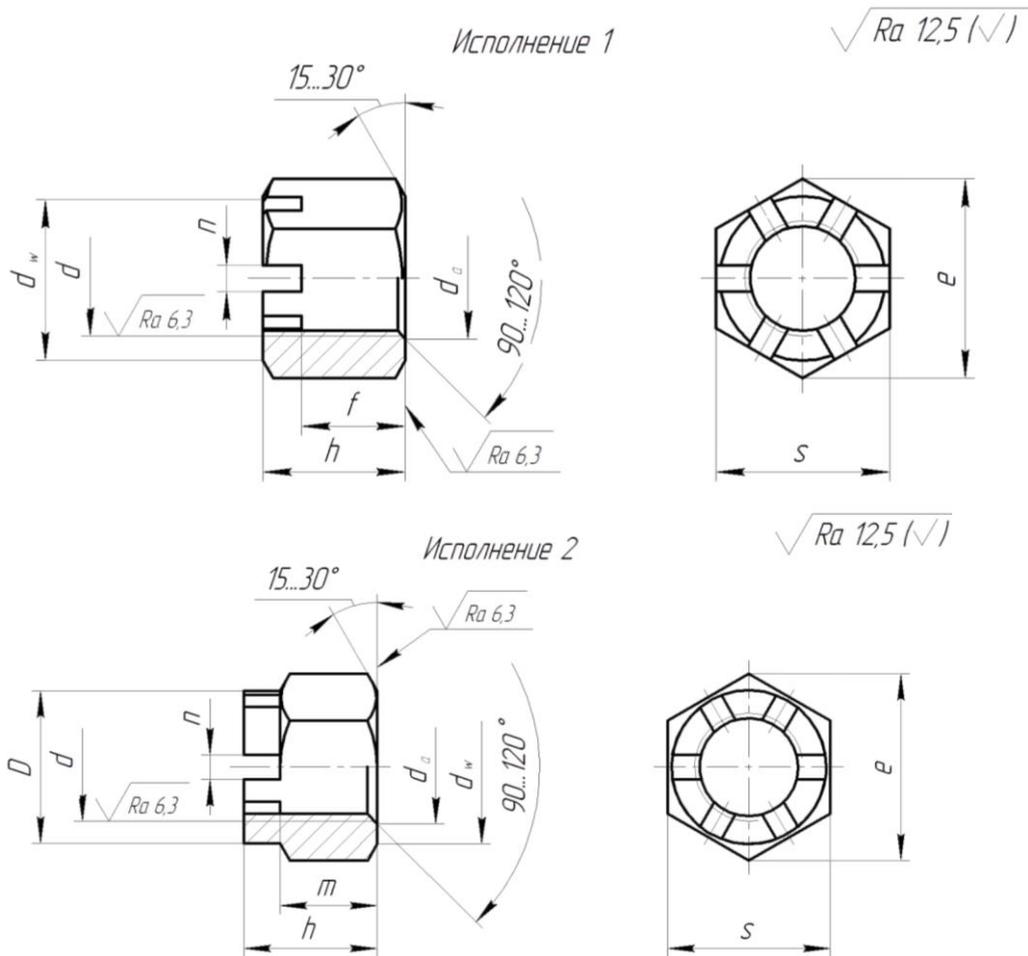
$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$



Таблица

Номинальный диаметр резьбы	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	
Шаг резьбы, P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2		2,5		
	мелкий	-	-	-	1	1,25		1,5				
Размер «под ключ», S	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	
Диаметр описанной окружности e, не менее	7,7	8,8	11,1	14,4	17,8	20,0	23,4	26,7	30,1	33,5	37,7	
H1, пред. откл. по h 14	5,5	7	9	12	14	16	18	20	22	25	28	
m1, пред. откл. по h 14	2,7	3,5	4,5	6	7	8	9	10	11	12,5	14	
da	не более	4,6	5,75	6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8
	не менее	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
R1	8	10	12	15	20	25	28	30	32	35	35	
l2, не менее	4,4	5,2	7	9,5	11	13,5	15	17	19	21	22	
l3, не менее	3	3,8	4	6	7	9	11	13	14	16	18	
dw не менее	6,3	7,2	9,0	11,7	14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	28,2	31,7	
w, не менее	1		1,5	2				2,5		3		

Гайка корончатая прорезная ГОСТ 5918-73

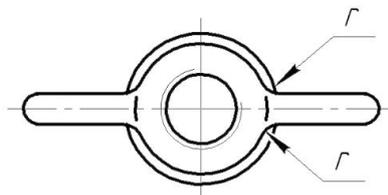
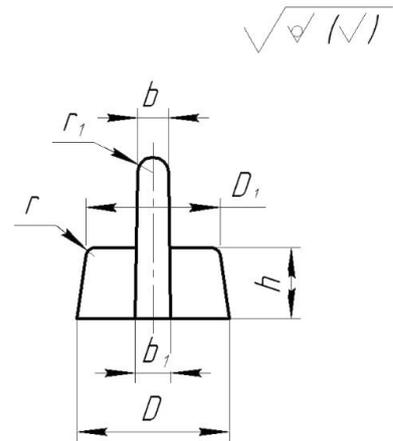
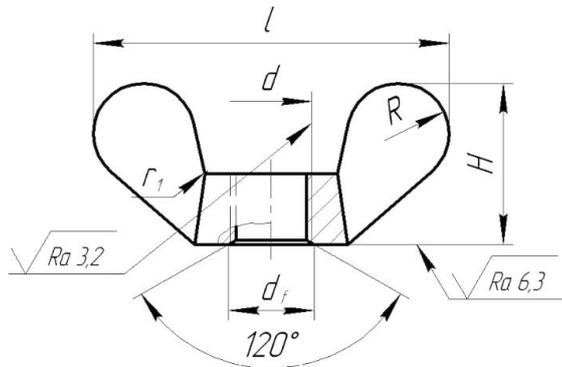


Таблица

Номинальный диаметр резьбы, d		4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24
Шаг резьбы, P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2		2,5		3	
	мелкий	-	-	-	1	1,25		1,5				2	
Размер «под ключ», S		7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36
Высота, h		5,0	6,7	7,7	9,8	12,4	15,8	17,8	20,8	22,4	24,0	27,8	29,5
Диаметр описанной окружности e, не менее		7,5	8,6	10,9	14,2	17,6	19,9	22,8	26,2	39,6	33,0	37,3	39,6
Расстояние от опорной поверхности и до основания прорези, f и коронки, m		3,2	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	12,8	14,8	16,4	18,0	19,8	21,5
d _w , не менее		6,3	7,2	9,0	11,7	14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	27,7	31,7	33,2
Диаметр фаски	не менее	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	не более	4,6	5,7	6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9
Диаметр коронки		-	-	-	-	-	16	19	22	25	28	32	34
Число прорезей		6											
Ширина прорези		1,2	1,4	2,0	2,5	2,8	3,5		4,5		5,5		

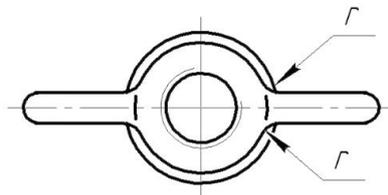
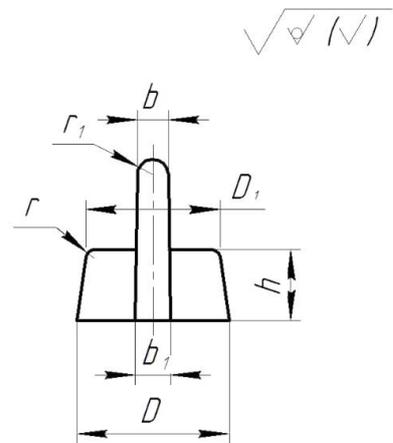
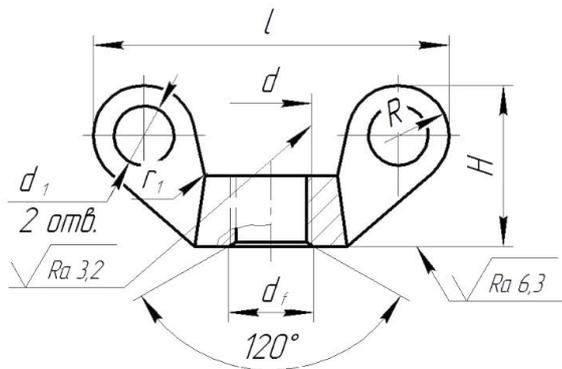
Гайка-барашек ГОСТ 3032-76

Исполнение 1



$$d_f = d + 0,8P$$

Исполнение 2



$$d_f = d + 0,8P$$

Таблица

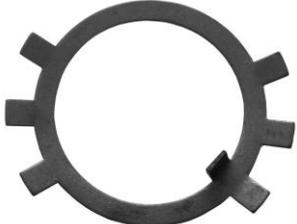
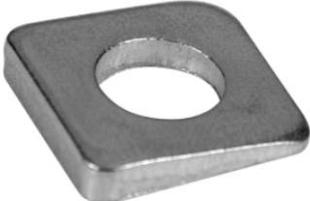
Номинальный диаметр резьбы, d	диаметр	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	24
Шаг резьбы, P	крупный	0.5	0.7	0.8	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0		2.5		3
	мелкий	-	-	-	-	1.0	1.25		1.5				2
D		7	8	10	12	15	18	22	26	30	32	34	45
D1		6	7	8	10	13	15	19	22	26	28	30	38
L		20	24	28	32	40	48	55	60	70	75	85	100
H		8	10	12	14	18	22	26	30	32	34	38	48
h js15		3	4	5	6	8	10	12	14		16		20
b		1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0	5.0	6.0		7.0	9.0
b1		1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0	5.0	6.0	7.0		8.0	11.0
d1 H16		-	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.5	9.0	10.0	11.0	11.5	15.0
R		3.0	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.5	9.0	10.0	11.0	11.5	15.0
r, не более		1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	11,0
r1, не менее		-					1,0				1,5		2,5

Шайба

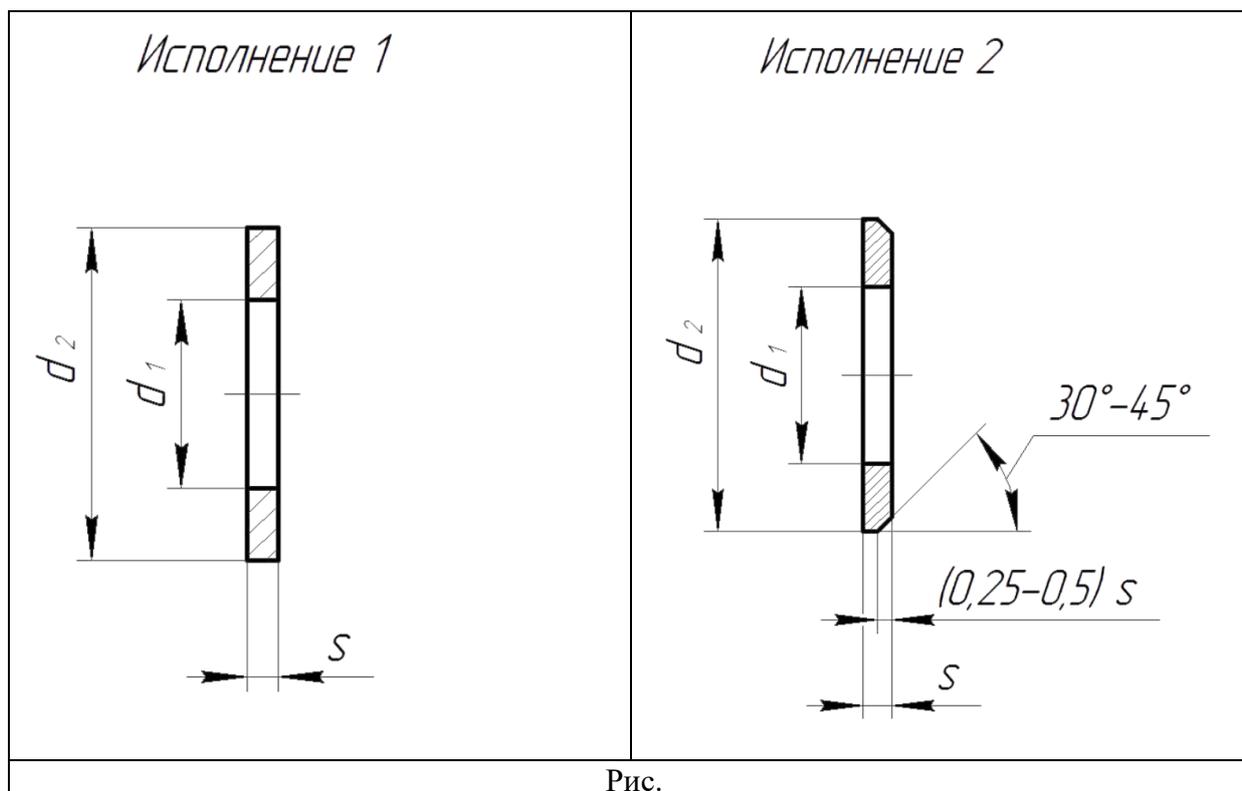
При применении резьбового соединения практически всегда используют деталь, не имеющую резьбу. Это разного вида шайбы (рис. 8).

По назначению и форме шайбы делятся на следующие типы: обычные -ГОСТ 11371-78, пружинные (гровер) ГОСТ 6402-70; стопорные - ГОСТ 13463-77, 13464-77, 11872-73, 13465-77; косые -ГОСТ 10906-78. Шайбы подкладывают под гайки болтов, винтов для предохранения поверхности детали от смятия, а также для предотвращения самоотвинчивания гаек, болтов, винтов. Кроме того, применение шайбы способствует более равномерному распределению давления на соединяемые детали.



	
<p>в) ГОСТ 11872-73</p>	<p>г) косая -ГОСТ 10906-78.</p>
	
<p>д) ГОСТ 13463-77</p>	<p>е) ГОСТ 13464-77</p>
<p>Рис.8. Виды шайб</p>	

Шайба ГОСТ 11371-78

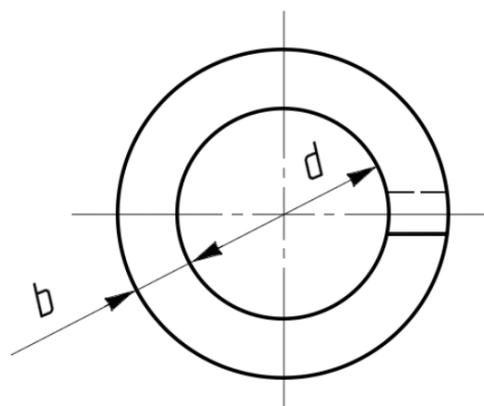
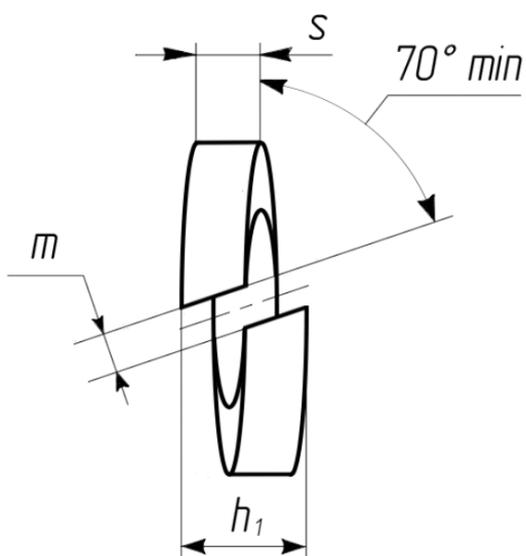


Таблица

Диаметр резьбы крепежной детали	d1		d2	s
	Класс точности			
	A	C		
3.0	3.2	3.4	6.0	0.5
4.0	4.3	4.5	8.0	
5.0	5.3	5.5	9.0	1.0
6.0	6.4	6.6	11.0	1.6
8.0	8.4	9.0	15.0	
10.0	10.5	11.0	18.0	
12.0	13.0	13.5	20.0	2.0
14.0	15.0	15.5	24.0	2.5
16.0	17.0	17.5	28.0	
18.0	19.0	20.0	30.0	3.0
20.0	21.0	22.0	34.0	
22.0	23.0	24.0	37.0	

Шайба пружинная ГОСТ 6402-70

Исполнение 1

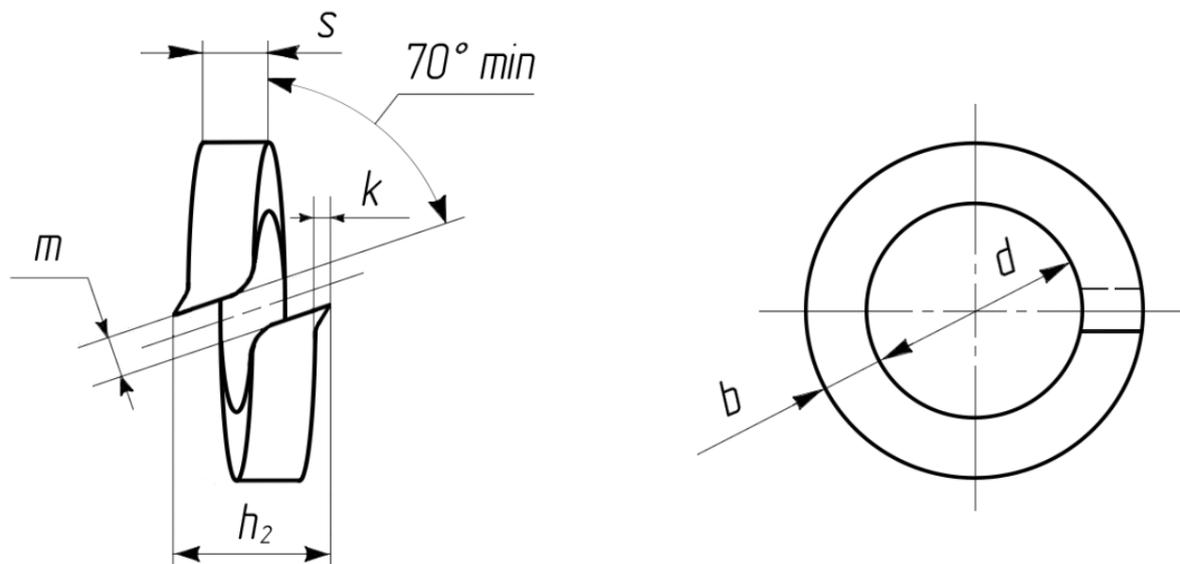


$$m = 0.7s \text{ max}$$

$$h_1 = 2s \pm 15\%$$

Рис.

Исполнение 2



$$h_2 = (2s + 2k) \pm 15\%$$

Таблица

Диаметр резьбы болта, винта, шпильки	d	Типы шайб				
		Легкие (Л)		Нормальные (Н)	Тяжелые (Т)	Особо тяжелые (ОТ)
		b	s	b=s	b=s	b=s
3	3,1	1,0	0,8	0,8	1,0	-
4	4,1	1,2	0,8	1,0	1,4	
5	5,1	1,2	1,0	1,2	1,6	
6	6,1	1,6	1,2	1,4	2,0	
7	7,2	2,0	1,6	2,0	-	
8	8,2	2,0	1,6	2,0	2,5	
10	10,2	2,5	2,0	2,5	3,0	3,5
12	12,2	3,5	2,5	3,0	3,5	4,0
14	14,2	4,0	3,0	3,2	4,0	4,5
16	16,3	4,5	3,2	3,5	4,5	5,0
18	18,3	5,0	3,5	4,0	5,0	5,5
20	20,5	5,5	4,0	4,5	5,5	6,0
22	22,5	6,0	4,5	5,0	6,0	7,0

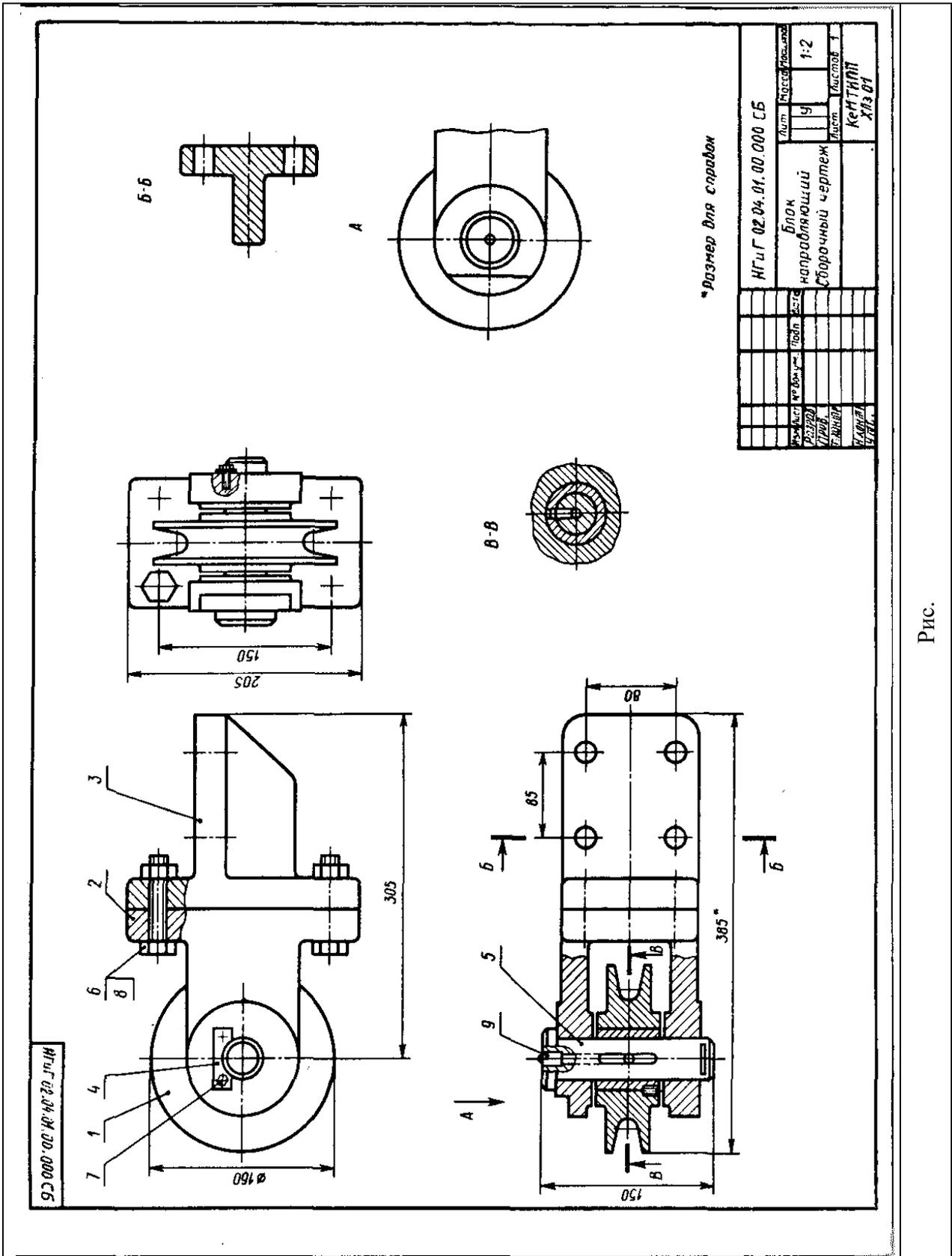


Рис.

Графическая работа 1 «Соединение болтом»

Изображение соединения состоит из изображений болта, гайки, шайбы и частей соединяемых деталей (крышки и корпуса).

Работа выполняется на формате А3 чертежного листа согласно указанным вариантам (Табл.4) чертеж соединения деталей болтом.

1) Конструктивное по относительным параметрам в трех изображениях: фронтальный разрез, вид сверху, вид слева (рис.7).

2) Упрощенное по конструктивным параметрам в двух изображениях: фронтальный разрез, вид сверху (рис.10)

3) Условное изображение (рис.11)

4) Условное обозначение.

Итог работы, выполненный на чертежном листе с условным обозначением (рис.11).

Таблица4

№ варианта	Наружный диаметр резьбы (d)	Толщина соединяемых деталей		Толщина прокладки Sn	Масштаб
		Крышка	Корпус		
		H ₁	H ₂		
1.	M24	20	50	5	1:1
2.	M8x1	5	12	1	4:1
3.	M12	10	25	2	2:1
4.	M27x2	20	50	5	1:1
5.	M48x3	40	100	8	1:2
6.	M22	20	50	4	1:1
7.	M30x2	25	50	4	1:1
8.	M14x1,5	10	25	2	2:1
9.	M42	40	100	8	1:2
10.	M36x3	30	80	6	1:2
11.	M20x1,5	20	50	5	1:1
12.	M12x1,25	10	25	2	2:1
13.	M22x1,5	20	50	5	1:1
14.	M6	5	12	1	4:1
15.	M14	10	25	2	2:1
16.	M42x3	40	100	8	1:2
17.	M18	20	50	5	1:1
18.	M16	20	50	5	1:1
19.	M48	40	100	8	1:2
20.	M10x1,25	10	25	2	2:1
21.	M18x1,5	20	50	5	1:1
22.	M5	5	12	1	4:1
23.	M20	20	50	5	1:1
24.	M27	20	50	5	1:1
25.	M24x2	20	50	5	1:1
26.	M10	10	25	2	2:1
27.	M4	4	10	1	5:1
28.	M30	20	50	5	1:1
29.	M8	10	25	2	2:1
30.	M48x2	40	100	8	1:2

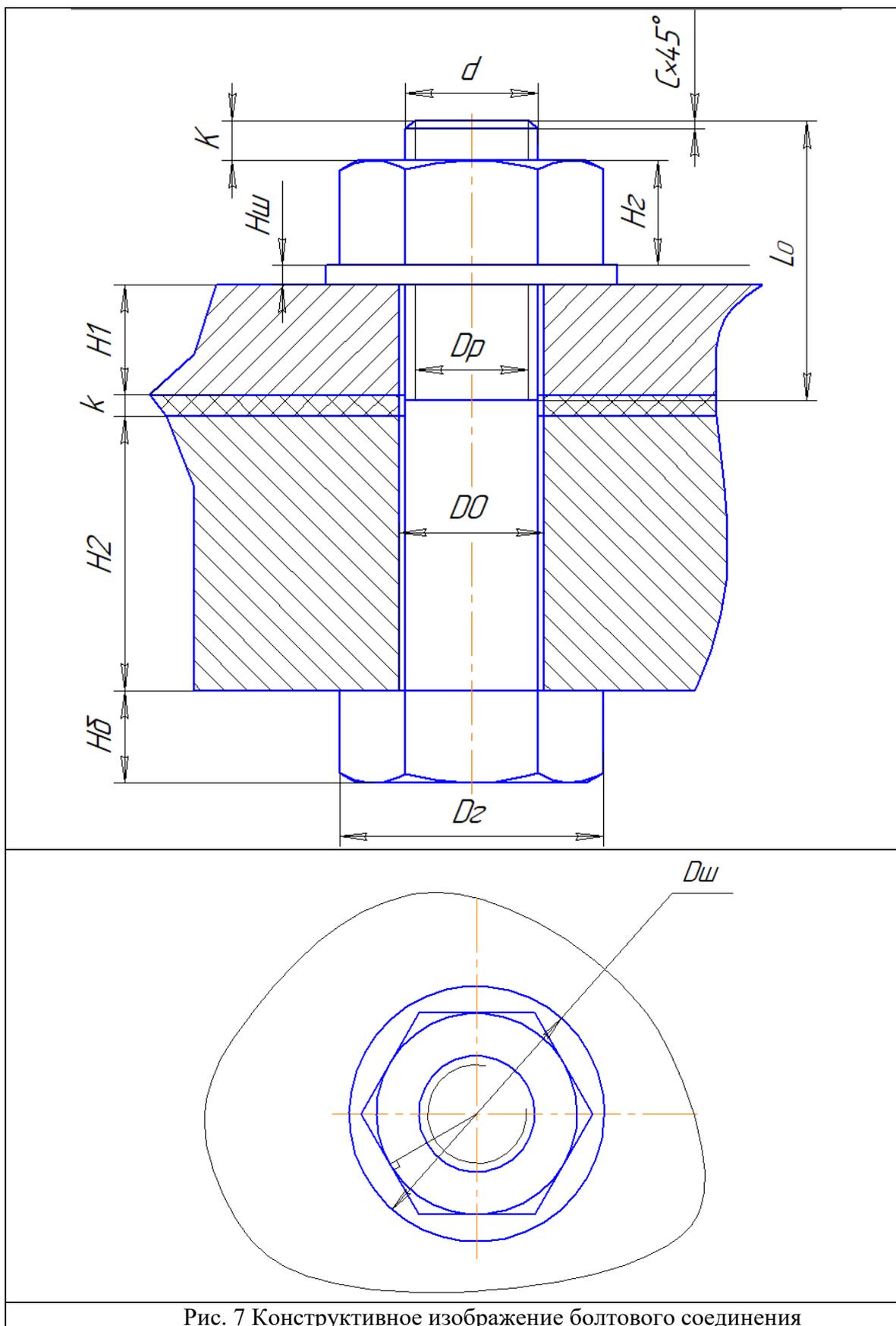


Рис. 7 Конструктивное изображение болтового соединения

d - наружный диаметр резьбы;
D₀ – диаметр отверстия;
D_p - внутренний диаметр резьбы;
H_б – высота головки болта ($0,7d$);
H_г – высота гайки ($0,8d$);
K – высота выступающей над гайкой части болта ($0,3d$);
H_ш – толщина шайбы ($0,15d$);
D_ш – диаметр шайбы ($2,2d$);
D_г, D_б – диаметр описанной окружности для гайки и головки болта ($2d$);
l₀ – длина резьбы на болте ($2d+2P$), где P - шаг резьбы;
l – длина болта;
H1, H2 – толщина соединяемых деталей (по заданию);
S_n – толщина прокладки
C – равен шагу резьбы
Гладкая часть болта должна быть **не менее 0,5d**.

Построение фаски на гайке и головке болта на конструктивном изображении

Этапы построения:

1. Построение фаски на головке болта и на гайке начинается с построения трех видов призмы (рис. 8).
2. Построение вписанной окружности на виде сверху (радиус окружности равен перпендикуляру, проходящему из центра пересечения осей к одной из сторон многоугольника).
3. Полученные точки 1' и 2' на виде сверху переносим на главный вид (1'' 2'').
4. От точек 1' 2' строим углы по 30° до пересечения с ребрами (рис. 9).
5. Проводим через 3'' и 4'' точки пересечения горизонтальную линию и ведем до пересечения с видом слева.

6. Затем строим дуги ($R1$, $R2$, $R3$) упрощая построение - заменяя гиперболы, через три точки на каждой грани, одной лежащей на верхнем основании призмы и двух на его ребрах (рис. 10).

7. Строим дугу $R1$ – радиус дуги равный $1,5d$. Вдоль оси на главном виде от верхнего основания откладываем необходимое значение. От O_1 проводим дугу до пересечения с ребрами.

8. Для построения на соседних гранях необходимо построить вспомогательную вертикальную линию, равноудаленную от двух соседних ребер и горизонтальную равно удаленную от оснований призмы. Из точки O_2 строим дугу равную O_23'' . Вторая дуга строится аналогично.

9. Дуга на виде слева строится радиусом $R3$ – радиус дуги равный $1d$. Построение начинается с проведения вертикальной линии, равноудаленной от соседних ребер. От полученной точки откладываем значение и проводим дугу до пересечения с ребрами.

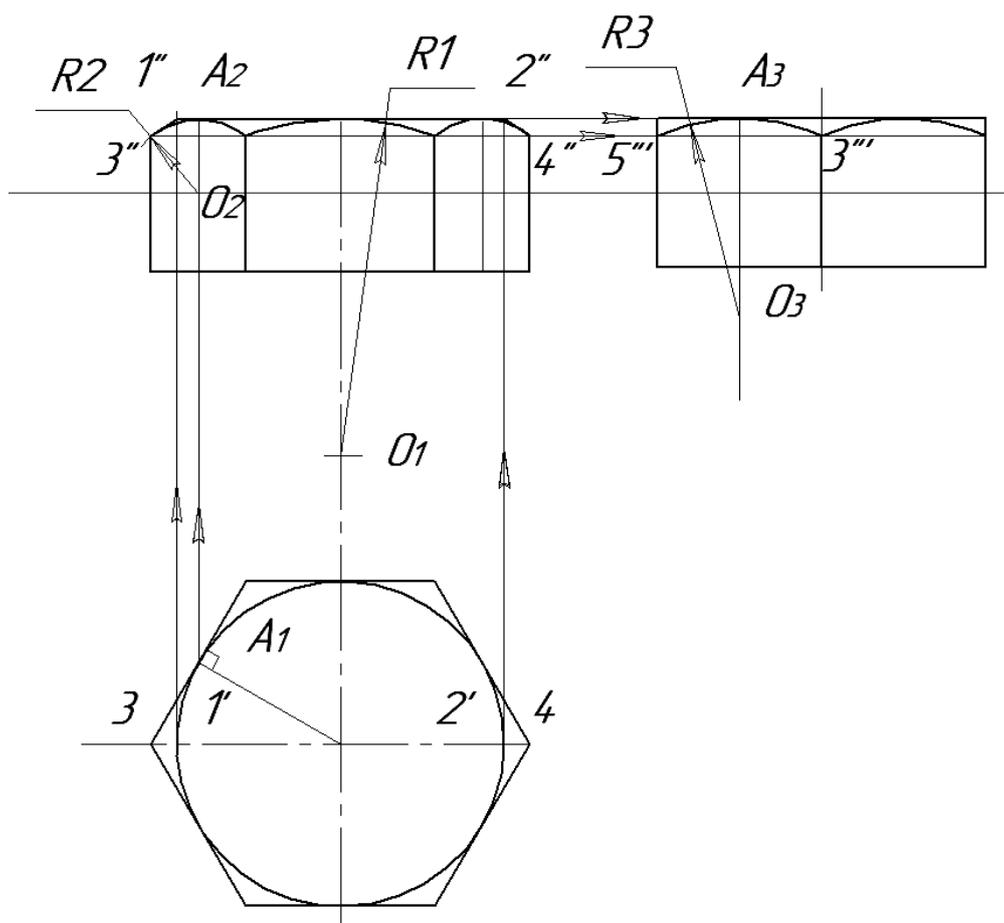


Рис. 32-

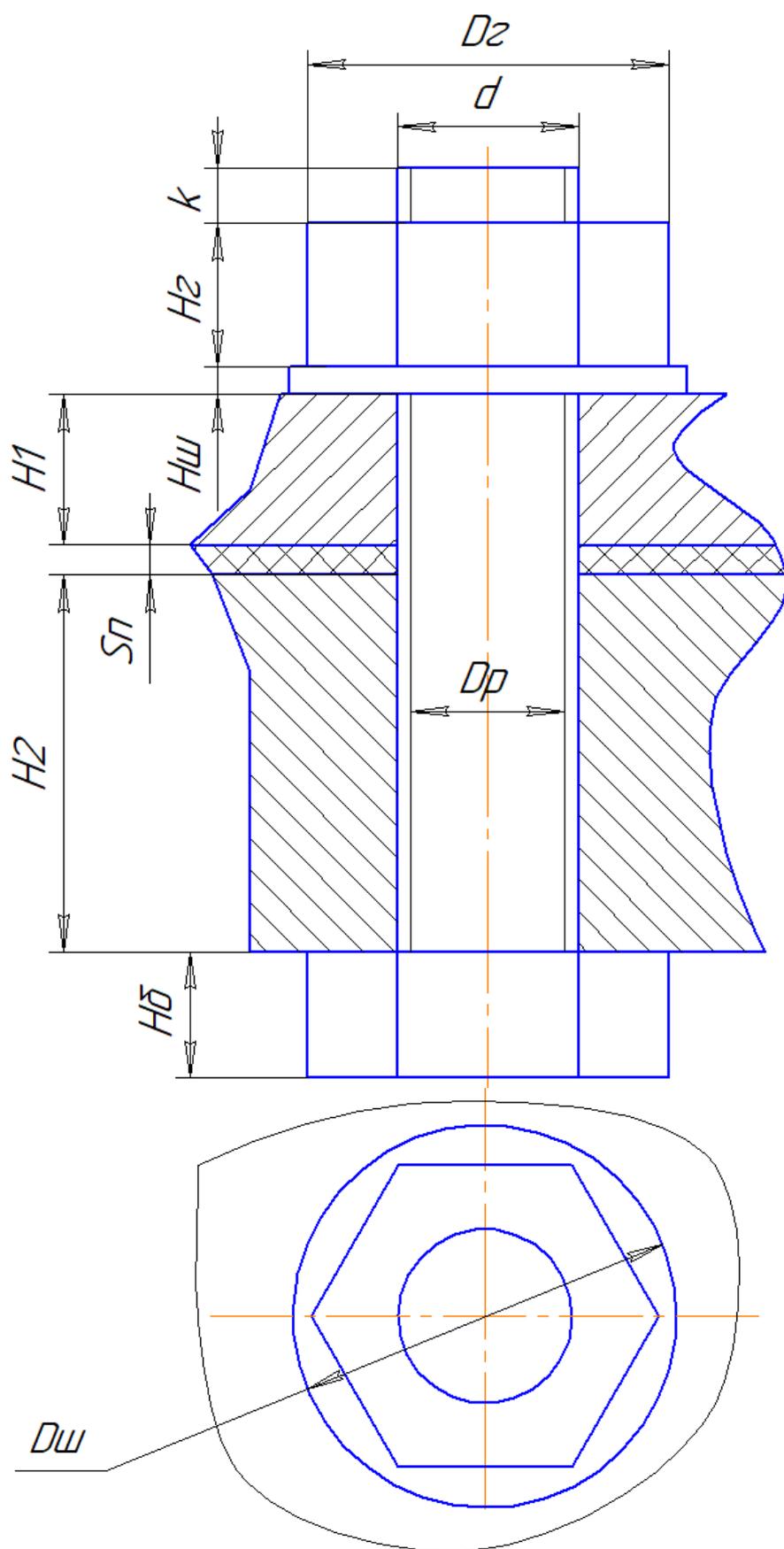


Рис. 10. Упрощенное изображение болтового соединения

2.2. Соединение шпилькой

Шпилька представляет собой крепежное изделие в виде цилиндрического стержня с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается, называется посадочным концом, а часть на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и гайка, называется стяжным концом (рис. 12). Данное соединение используется для создания соединений с помощью гаек (стандартных, плоских, увеличенных), пружинных шайб либо резьбовых отверстий.

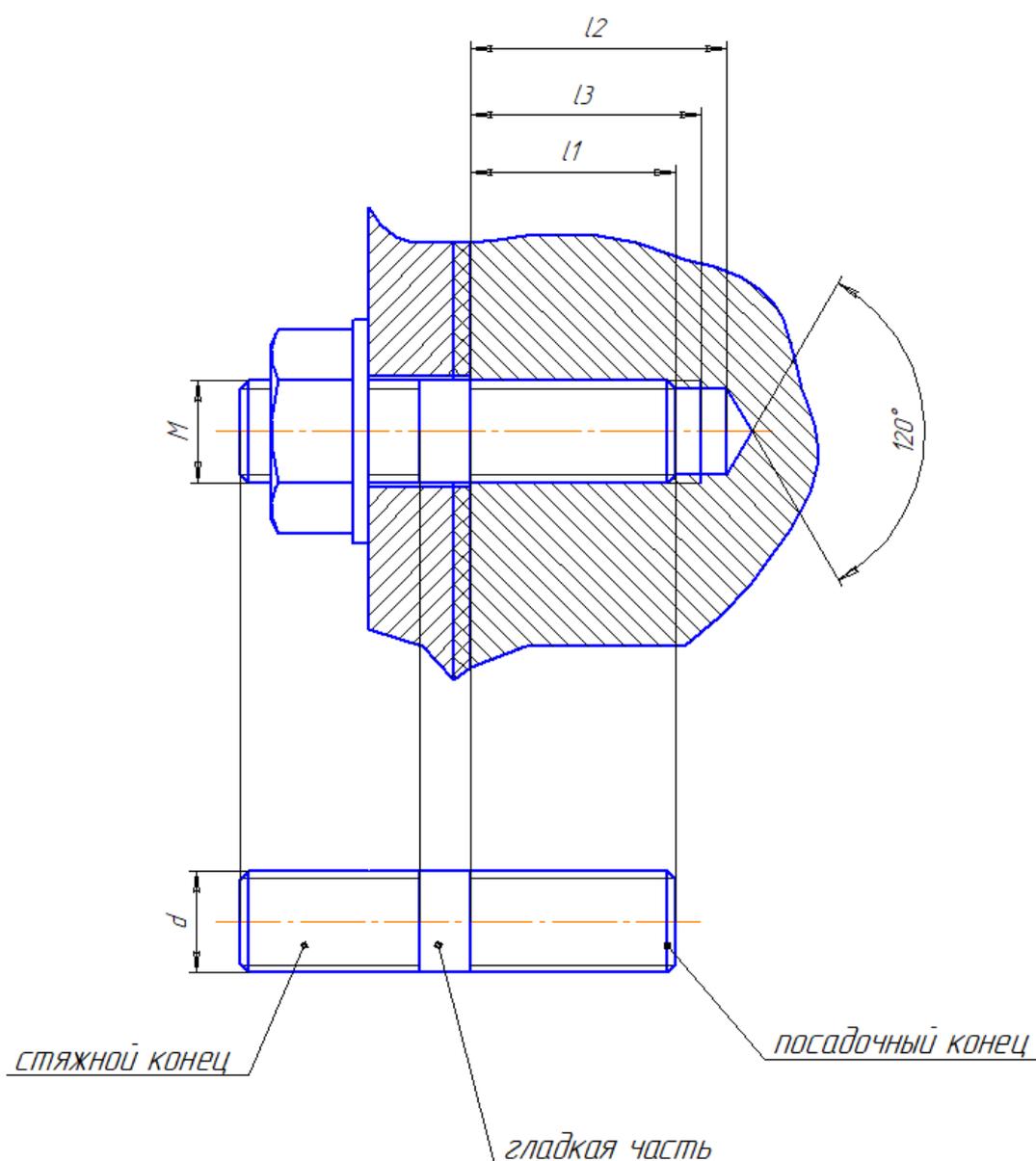


Рис. 12

Данный вид крепежа находит применение в промышленности и строительстве, используется для наращивания крепежных конструкций, монтажа газопроводов, воздухопроводов, вентиляционных систем и потолочных перекрытий.

Шпильки специального назначения применяют для монтажа опалубки, в железнодорожном строительстве, машиностроении и прочих областях, где на соединения действуют высокие нагрузки (Табл.5).

	
а) Шпилька резьбовая DIN975	б) Шпилька для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 ^{0С}
	
в) Шпилька с ввинчиваемым концом 1d ГОСТ 22032-76 класс точности В	г) Шпилька для деталей с гладкими отверстиями ГОСТ 22042-76
Рис. Виды шпилек	

Шпилечные соединения применяются в тех случаях, когда в конструкции нет места для размещения головок болтов либо когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину и не целесообразно сверлить глубокие отверстия для установки болтов большой длины. Кроме экономии в габаритах шпилечные соединения облегчают вес конструкции.

В таких конструкциях, как гидравлическое приспособление для затяжки гаек на шпильках гаек аппаратов высокого давления затягивают постепенно, крестообразно и тщательно следят за равномерностью затяжки, контролируют зазоры между торцевыми плоскостями крышки и корпуса колонны. Гайки на шпильках затягивают в три-четыре приема, при этом спустя два часа после затяжки их дополнительно подтягивают. Величина зазора между торцами крышки и фланца, а также допускаемые отклонения указываются в рабочих чертежах.

Соединения шпилькой и отдельные его элементы могут быть вычерчены по размерам, взятым из соответствующих стандартов, либо по условным соотношениям.

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

Рассмотрим нарезание резьбы в глухих отверстиях для шпилек. Технологическая последовательность такова: вначале высверливают гнездо, куда в дальнейшем будет завернута шпилька или винт. Диаметр сверла должен быть выбран из таблицы рекомендуемых стандартов ГОСТ 9150-81. В учебных целях рассчитывают по формуле $d_1=0,85d$, согласно представленному рис. 13.

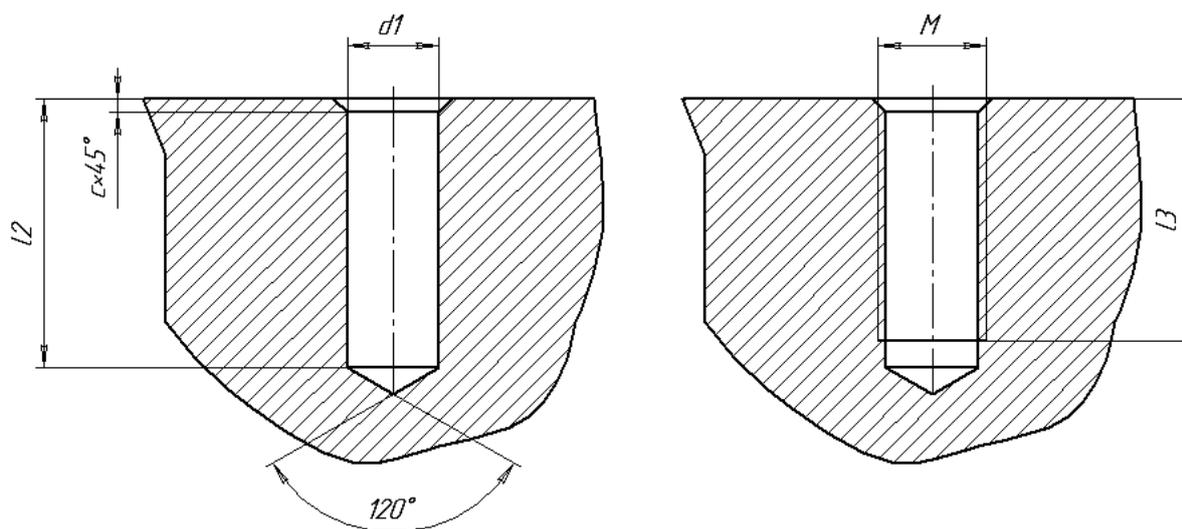


Рис. 13

Зависимость длины посадочного конца шпильки(l_1) от материала Таблица 6

l_1	ГОСТ		Область применения
	Класс точности В	Класс точности А	
d	22032-76	22033-76	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях и титановых сплавах
1,25d	22034-76	22035-76	Для резьбовых отверстий в деталях серого и ковкого чугуна. Допускается применять в стальных и бронзовых деталях
1,6d	22036-76	22037-76	
2d	22038-76	22039-76	Для резьбовых отверстий в деталях легких сплавов.
2,5d	22040-76	22041-76	Допускается применять в стальных деталях
	22042-76	22043-76	Шпильки с двумя одинаковыми по длине резьбовыми концами для деталей с гладкими отверстиями
	9066-75		Шпилька для фланцевых соединений

Графическая работа 2 «Соединение шпилькой»

Выполняется на формате А4 в электронном виде, согласно указанным вариантам (табл. 7) чертеж соединения деталей шпилькой в компьютерной программе «Компас 3d LT V11».

- 1) Упрощенное по конструктивным параметрам в двух изображениях: фронтальный разрез, вид сверху.
- 2) Условное изображение.
- 3) Размеры и номера позиций.
- 4) Спецификация на листе (А4) – отдельным файлом.

Пример исполнения работы рис. 13, 14

Таблица 7

№ варианта	Наружный диаметр резьбы	Материал корпуса	Толщина крышки	Толщина прокладки	Масштаб
1	M8x1	Сталь	5	1	4:1
2	M48	Алюминий	60	12	1:4
3	M27x2	Чугун	20	5	1:1
4	M14x1,5	Бронза	10	2	2:1
5	M22	Латунь	20	5	1:1
6	M6	Сталь	5	1	4:1
7	M12	Алюминий	20	5	1:1
8	M24	Чугун	20	5	1:1
9	M16x1,5	Бронза	10	2	2:1
10	M42	Латунь	40	8	1:2
11	M18x2	Сталь	20	5	1:1
12	M12x1,25	Алюминий	20	5	1:1
13	M6	Чугун	5	1	4:1
14	M48x3	Латунь	40	8	1:2
15	M24x2	Бронза	20	5	1:1
16	M16	Чугун	20	5	1:1
17	M20	Сталь	20	5	1:1
18	M36x2	Бронза	40	8	1:2
19	M27	Алюминий	40	8	1:2
20	M30	Латунь	40	8	1:2
21	M48	Сталь	40	8	1:2
22	M10x1,25	Чугун	10	2	2:1
23	M42x3	Бронза	40	8	1:2
24	M6	Алюминий	10	2	2:1
25	M10	Латунь	10	2	2:1
26	M24	Сталь	20	5	1:1
27	M48x3	Чугун	40	8	1:2
28	M12x1,25	Бронза	10	2	2:1
29	M10x1,25	Алюминий	20	5	1:1
30	M30x1,5	Чугун	40	8	1:1

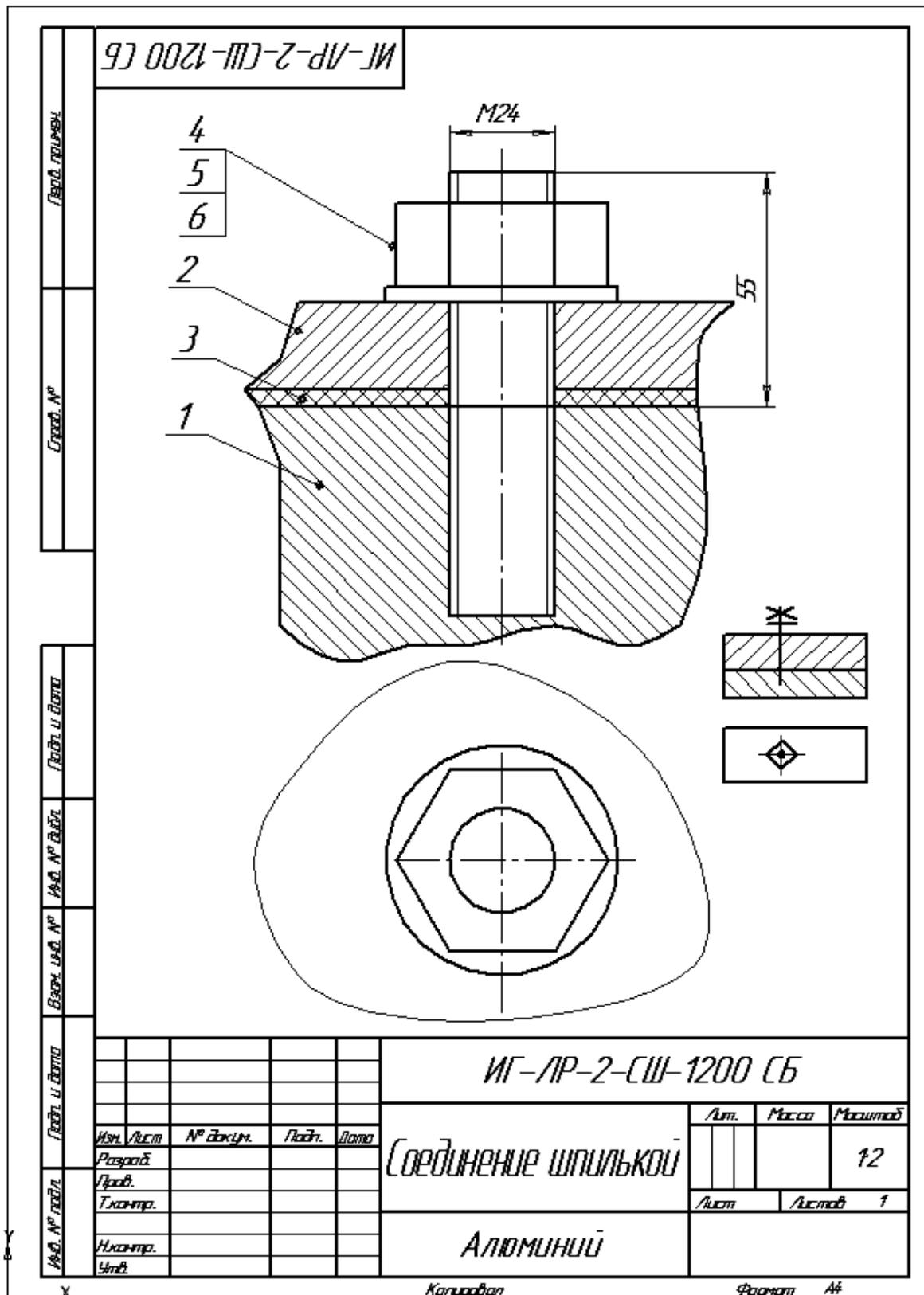


Рис. 13. Пример оформления работы «Соединение шпилькой».

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A4		ИГ-Т4-ЛР-1СШ-3100 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>					
A3	1	ИГ-Т4-ЛР-1СШ-3101	Корпус	1	
A4	2	ИГ-Т4-ЛР-1СШ-3102	Крышка	1	
A4	3	ИГ-Т4-ЛР-1СШ-3103	Прокладка	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	4		Гайка М24ГОСТ 59Б-70	1	
	5		Шайба 24 ГОСТ1Б71-78	1	
	6		Шпилька М24х55 ГОСТ22032-76	1	
ИГ-Т4-ЛР-1СШ-3100					
Изм. / лист		№ докум.	Лист	Дата	
Разраб.					
Проб.					
Н.контр.					
Утв.					
Соединение шпилькой			РХТУ им. Д.И. Менделеева		
Копировал			Формат А4		

Рис. 14. Пример оформления спецификации.

2.3. Соединения деталей винтом

Мы рассмотрели два вида конструктивных схем резьбовых соединений, которые выглядят следующим образом: соединение болтом и гайкой, соединение шпилькой и гайкой, технологический процесс последнего соединения подходит и для винтового. Винт используется в тех случаях, когда в одной из соединяемых деталей невозможно сделать сквозное отверстие.

Все это дает возможность применить винты для различных конструктивных особенностей в соединяемых деталях, например в конструкторской документации на вентиль, где винт используется для крепления маховика к шпинделю или клапана с уплотнительным кольцом. Винт ввинчивается в шпиндель, а в маховик он входит с зазором и прижимается плоскостью головки, при завинчивании стягивает соединяемые детали.

Винт отличается от болта тем, что не имеет шестигранной головки. Головки винтов бывают различной конфигурации и выбираются по ГОСТу (табл.8). С цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80, с полукруглой головкой по ГОСТ 17473-80 и с потайной ГОСТ 17475-80. Наиболее распространен винт с полукруглой головкой. Головка винта имеет шлиц. Стандартная длина винта выбирается из ряда: 2, 2,5, 3, 3,5, 4,5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120. Соединение винтом не применяется в нагруженных конструкциях, так как силовая затяжка винта невозможна. Поэтому в таких случаях применяют болтовое или шпилечное соединение.

В технике применяются различные виды винтов. Все винты делятся на крепежные и установочные.

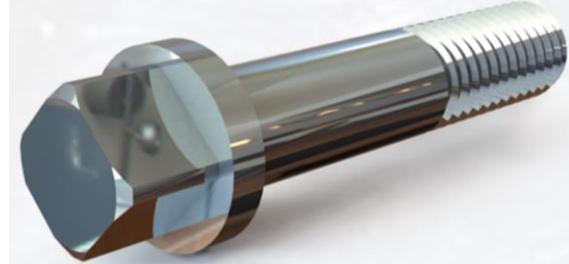
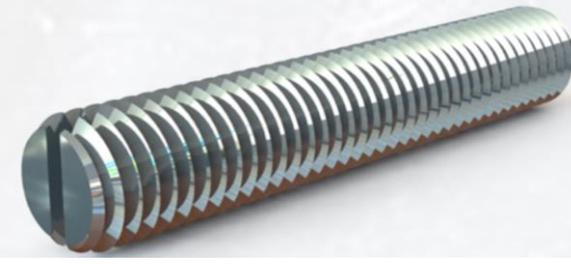
Соединение винтом включает соединяемые детали и винт с шайбой. В соединениях винтами с полупотайной и потайной головками и установочными винтами шайбу не ставят.

У одной из соединяемых деталей должно быть гнездо с резьбой для ввинчивания винта. Форма и размеры гнезда для винта такие же, как и для шпильки, т.е. глубина гнезда зависит от размера резьбы на винте и материала детали, в которую ввинчивается. В другой детали выполняется

гладкое сквозное отверстие диаметром $d_0 = (1,05-1,1)d$. Если применяется винт с потайной или полупотайной головкой, то соответствующая сторона отверстия детали должна быть раззенкована под головку винта.

В винтовом соединении граница резьбы на стержне винта должна находиться внутри гладкого отверстия.

	
<p>а) Винт невыпадающий с цилиндрической головкой и сферой ГОСТ10337-80</p>	<p>б) Винт невыпадающий с головкой под шестигранный ключ ГОСТ10338-80</p>
	
<p>в) Винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473-80</p>	<p>г) Винт с потайной головкой ГОСТ 17475-80</p>
	
<p>д) Винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491-80</p>	<p>е) Винт с внутренним шестигранником ГОСТ 11738-84</p>

	
<p>ж) Винт самонарезающийся с потайной головкой для металла и пластмассы ГОСТ 10619-80</p>	<p>з) Винт с полупотайной головкой ГОСТ17474-80</p>
	
<p>и) Винт установочный с коническим концом и шестигранным углублением ГОСТ 8878-93</p>	<p>к) Винт установочный с коническим концом и прямым шлицем ГОСТ 1476-93</p>
<p>Рис. Виды винтов.</p>	

Иногда в качестве винта используют болт с шестигранной головкой диаметром до 20 мм.

Изготовление винтов – метизных изделий для соединения и фиксации деталей в виде резьбового стержня, который на одном конце содержит головку (вид ее определяет тип метиза) либо, при отсутствии головки, шлиц в торце для закручивания в процессе монтажа. Наряду с основным назначением, винты могут использоваться в качестве направляющей для вращательного либо прямолинейного движения деталей конструкции, становиться непосредственно осью вращающихся деталей, а также выполнять прочие функции.

Благодаря надежности, простоте и высокой скорости установки винты востребованы практически во всех отраслях промышленности: от сборки электронных устройств и изготовления мебели до установки опалубки при возведении многоэтажек. Безусловно, для этого требуются различные типы винтов.

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом. Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются крепежными, для фиксирования относительного положения деталей – установочными. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом.

В зависимости от назначения выделяют:

Установочные (с выступами или углублениями разной формы на концах). Необходимы для взаимной фиксации положения деталей относительно друг друга, поэтому и получили свое название. Установочные винты не имеют головки. Шлиц располагается прямо в теле винта. Например 1478-93, 8878-93, 1477-93, 1476-93.

Крепежные (с головкой). Используются для монтажа разъемных винтовых соединений. Изделия могут иметь разнообразную форму шлица и головки, что определяется сферой применения.

Невыпадающие применяются во многих областях промышленности. Отличительной особенностью является диаметр резьбы. В невыпадающих винтах диаметр резьбы значительно больше диаметра основного стержня.

Самонарезающие - с разным типом головок и заостренным концом. Для монтажа с использованием самонарезающего винта, не требуется гайка или другое резьбовое соединение. Винт вкручивается непосредственно в тело изделия, проделывая в нем отверстие самостоятельно, либо в заранее подготовленное отверстие меньшее по диаметру чем резьба.

Наибольшее применение имеют следующие типы крепежных винтов: ГОСТ 17473-80 (рис.15, Рис.16, табл.8), ГОСТ 17474-80 (рис.17, 18, табл.9), ГОСТ 17475-80 (рис.19, 20, табл.10), ГОСТ 1491-80 (рис.21, 22, табл.11)

Винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473-80

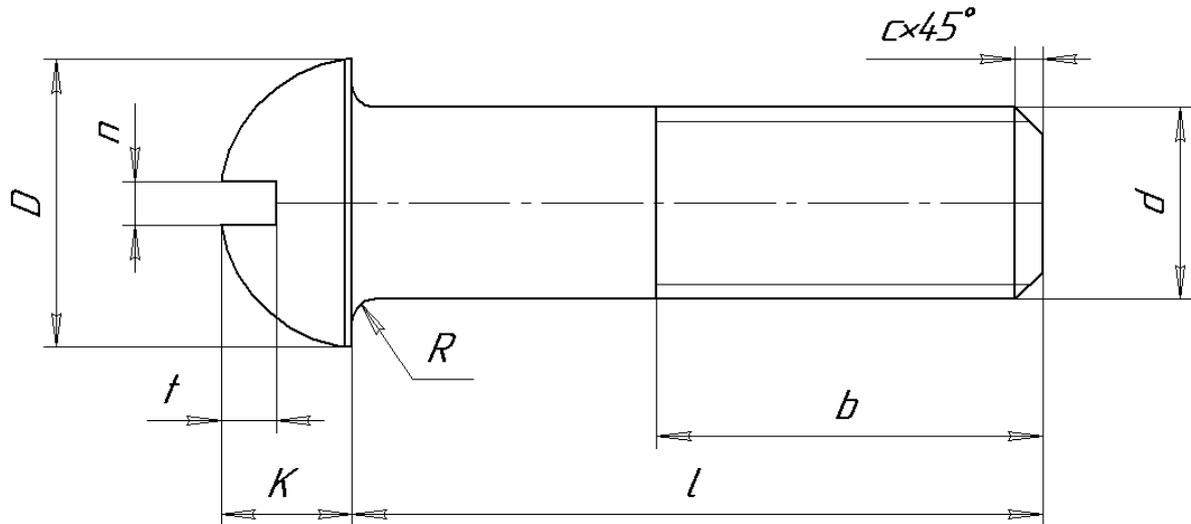


Рис.15 Конструктивное изображение

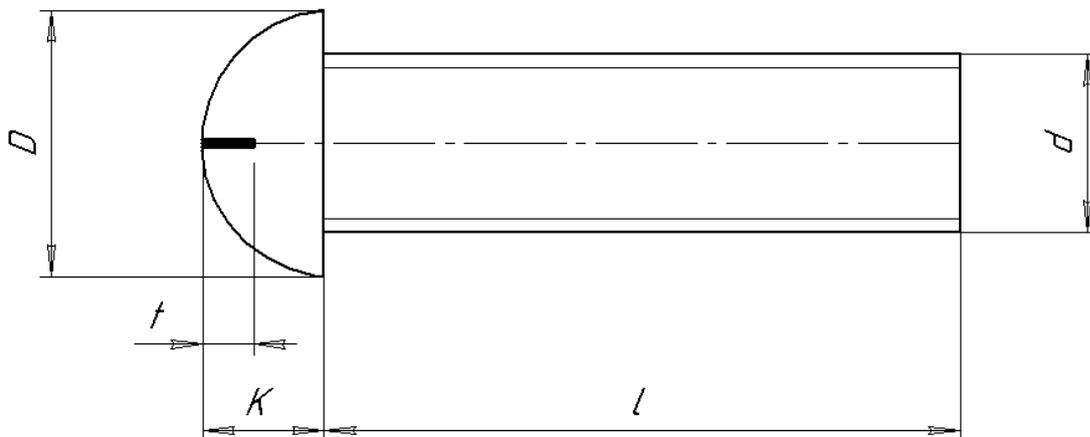


Рис. 16. Упрощенное изображение

Таблица 8

Номинальный диаметр резьбы d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Высота головки K		2,8	3,5	4,2	5,6	7,0	8,0	9,5	11,0
Радиус сферы		3,6	4,4	5,1	6,6	8,1	9,1	10,6	12,2

R1									
Ширина шлица n	Не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	Не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глубина шлица f	Не менее	1,6	2,1	2,3	3,26	3,76	3,96	4,26	4,76
	Не более	2,0	2,5	2,7	3,74	4,24	4,44	4,74	5,24
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Винт с полупотайной головкой, ГОСТ 17474-80

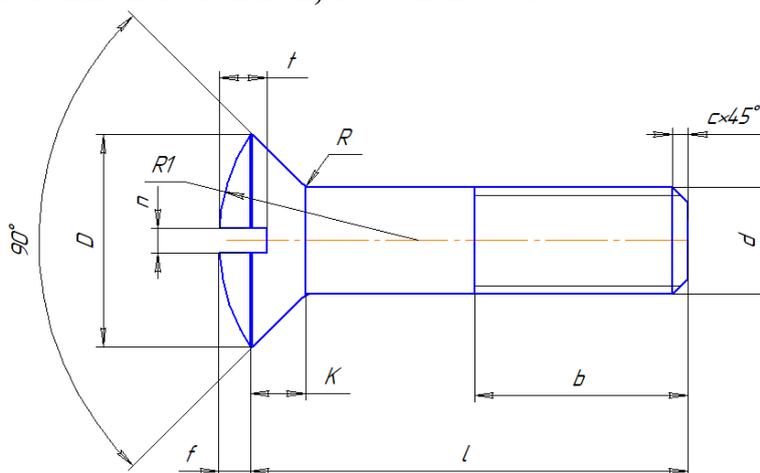


Рис. 17. Конструктивное изображение

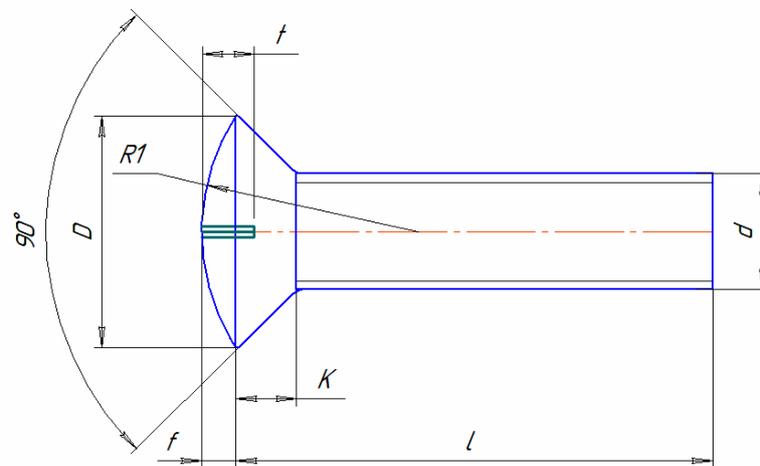


Рис. 18. Упрощенное изображение

Таблица 9

Ном. диаметр резьбы d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Высота головки K		2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Высота сферы f		1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Радиус сферы R1		8,0	9,4	12	15	19	22,5	26,0	30,0

Ширина шлица p	Не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	Не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глубина шлица f	Не менее	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
	Не более	1,9	2,3	2,8	3,7	4,5	5,4	6,3	7,2
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Винт с потайной головкой, ГОСТ 17475-80

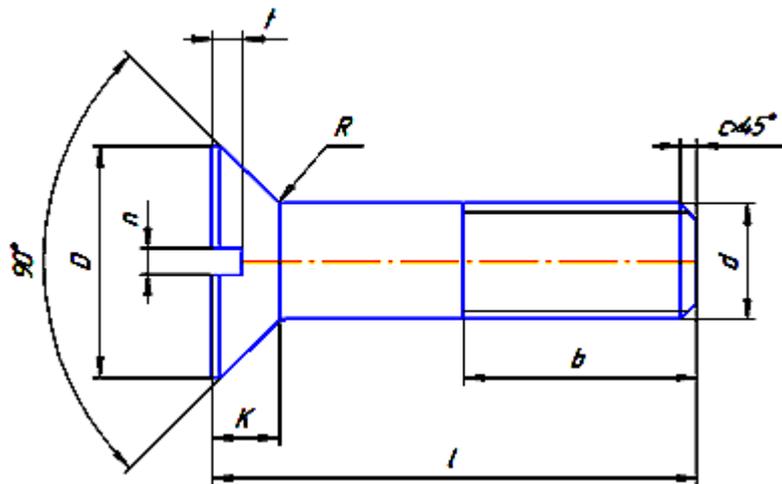


Рис. 19. Конструктивное изображение

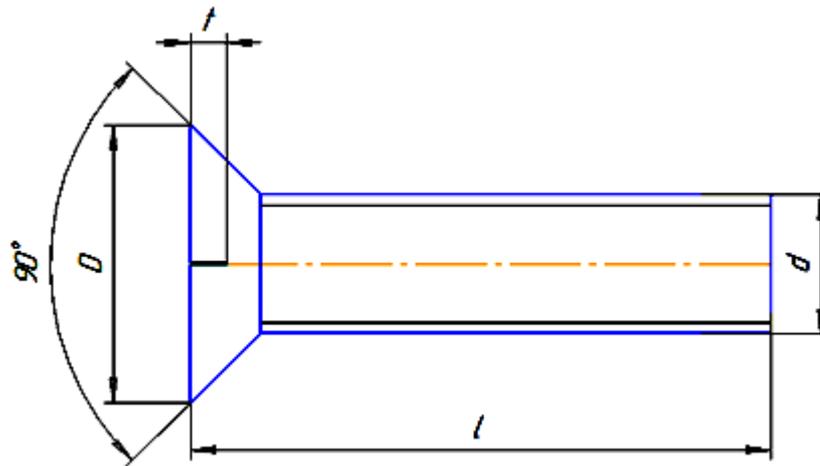


Рис. 20. Упрощенное изображение

Таблица 10

Номинальный диаметр резьбы d , мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Высота головки K		2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0

Ширина шлица p	Не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	Не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глубина шлица f	Не менее	0,8	1,0	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	Не более	1,1	1,35	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Винт с цилиндрической головкой, ГОСТ 1491-80

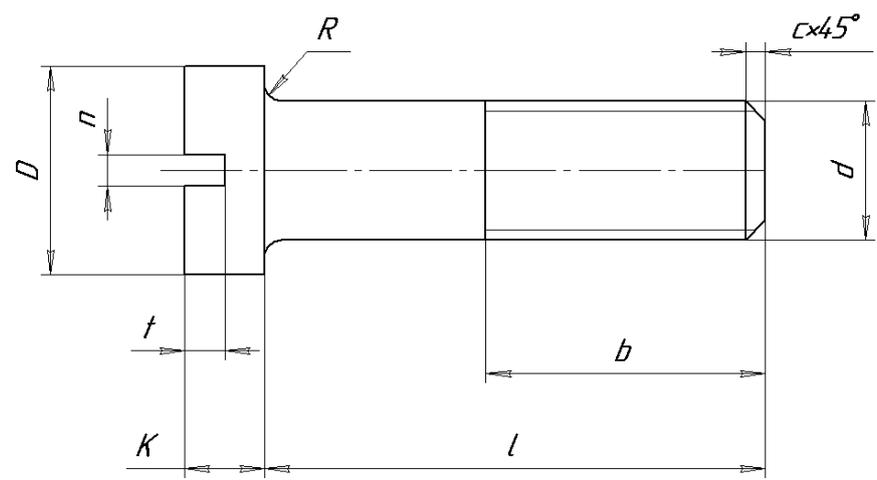


Рис. 21. Конструктивное изображение

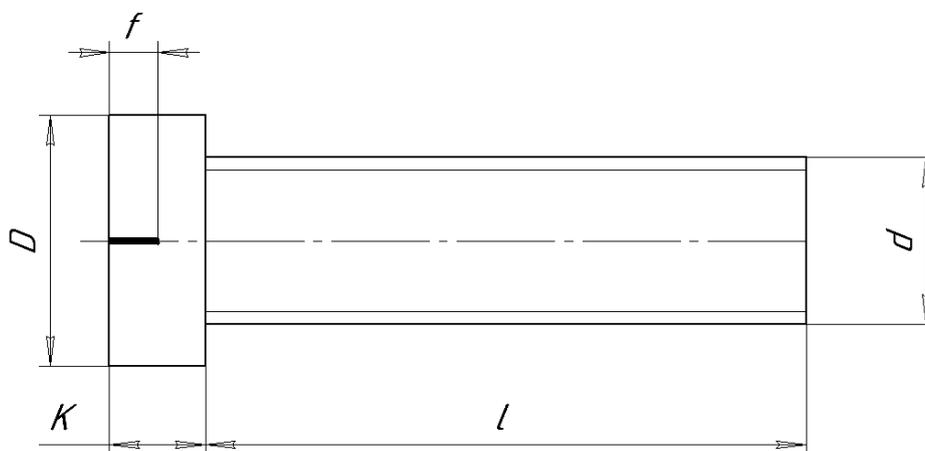


Рис. 22. Упрощенное изображение

Таблица 11

Номинальный диаметр резьбы d , мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы P	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Высота головки K		2,6	3,3	3,9	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Ширина	Не	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07

шлица n	менее								
	Не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Глубина шлица f	Не менее	1,2	1,5	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0
	Не более	1,6	2,0	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

2.4. Соединения деталей штифтом

Штифтом называют цилиндрический или конический стержень, плотно вставляемый в отверстие двух соединяемых деталей. Применяют штифты для точного взаимного фиксирования деталей и для соединения деталей, передающих небольшие нагрузки. В зависимости от назначения штифты делят на установочные и крепежные (табл.12).

По форме различают цилиндрические и конические штифты. По конструкции рабочей части штифты выполняют гладкими и с насеченными или выдавленными канавками, создавая надежное соединение, предохраняющее штифт от выпадения в процессе работы.

Штифты используют с целью точной взаимной фиксации деталей и передачи нагрузок в малонагруженных соединениях агрегатов и конструкций. Установка крепежа осуществляется в предварительно рассверленные отверстия соединяемых элементов. Данное соединение является разъемным, обеспечивая простой доступ к отдельным частям общего механизма. Устанавливаться изделия могут в осевом, радиальном и тангенциальном направлениях.

Таблица 12

	
Штифт цилиндрический незакаленный ГОСТ 3128-70	Штифт конический с внутренней резьбой незакаленный ГОСТ 9465-79
	
Штифт конический с резьбовой цапфой незакаленный ГОСТ 9465-79	Штифт цилиндрический пружинный по ГОСТ 14429-93

Цилиндрические штифты удерживаются в отверстиях за счет натяга или силы трения. Для предупреждения выпадания цилиндрические штифты должны изготавливаться с большой точностью и высокой чистотой поверхности. Отверстия под крепежные штифты в соединяемых деталях сверлят совместно, для чего детали временно скрепляют (рис. 23).

При многократной разборке и сборке нарушается характер посадки и соответственно точность соединения. Предохранение цилиндрических штифтов от выпадения осуществляют кернением концов штифта, развальцовкой краев штифта или специальными пружинящими предохранительными стандартными кольцами, изготавливаемыми из проволоки (рис. 24).



Рис.23

Для удешевления соединения применяют насеченные и пружинные трубчатые штифты. Насеченные штифты не требуют точной обработки отверстий и отличаются повышенной прочностью сцепления с материалом детали, но менее точно фиксируют детали. Пружинные трубчатые разрезные штифты обеспечивают прочное соединение деталей, допускают повторные сборки и не требуют высокой точности обработки отверстий. Диаметр отверстия для такого штифта на 15–20 % меньше наружного диаметра штифта.

Конические штифты, благодаря конусности 1:50, обеспечивают самоторможение при действии на них поперечных сил. Они допускают

многократное использование, при сохранении точности взаимного расположения соединяемых деталей.

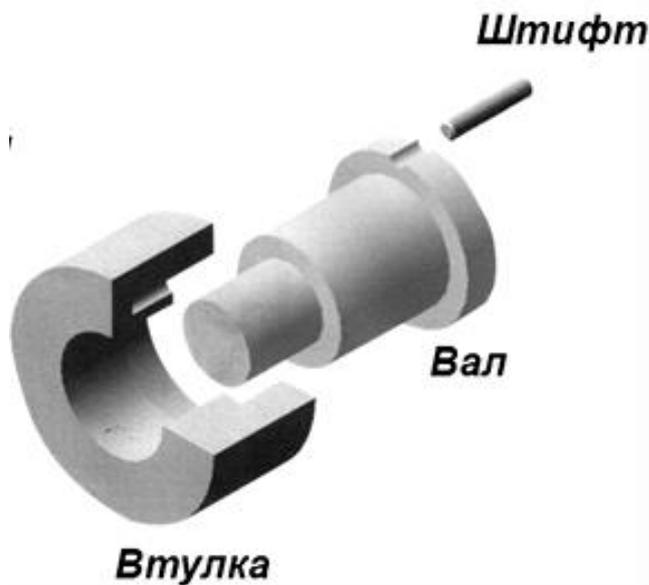


Рис.24

Изготовление конических штифтов и отверстий под них более сложно по сравнению с цилиндрическими штифтами. Для обеспечения удаления штифта отверстие делают сквозным. Для предохранения от выпадения конического штифта применяют штифты с резьбой, с рассечением на конце (разводные), пружинные кольца.

Штифты изготавливают из сталей 45, А12, У8. При особых условиях работы могут изготавливаться из других материалов.

2.5. Шпоночное соединение

Шпоночные соединения служат для передачи вращающего момента от вала к ступице насаженной на него детали (муфты, шкива и др.) или наоборот – от ступицы к валу. Шпоночные соединения осуществляют с помощью вспомогательных деталей – шпонок, устанавливаемых в пазах между валом и ступицей (рис. 25).



Рис. 25

Достоинствами шпоночных соединений являются простота, надежность конструкции, удобство сборки и разборки.

Недостатки шпоночных соединений: ослабление вала и ступицы шпоночными пазами, неустойчивость положения шпонки в пазах (выворачивание шпонки) и трудность обеспечения взаимозаменяемости, повышенные требования к точности изготовления, отсутствие фиксации деталей в осевом направлении.

В приборостроении применяют в основном соединения призматические, сегментные и цилиндрические шпонки (табл. 13). Клиновые шпонки в точных механизмах не применяют.

Конструкция и форма шпонки связаны с технологичностью изготовления пазов под шпонку. Паза на валах фрезеруют, а в ступицах прорезают протяжками.

Шпонки могут применять в качестве направляющих, обеспечивающих легкое перемещение деталей вдоль вала.

Нагрузку у шпонок воспринимают боковые поверхности, которые сопрягаются с пазами по соответствующим посадкам. Призматическую шпонку с валом обычно соединяют по переходной посадке, а со ступицей – по посадке с зазором. Это препятствует перемещению шпонки вдоль вала и компенсирует с помощью зазора неточности размеров, формы и взаимного расположения пазов. Такой характер соединения обеспечивает достаточную точность центрирования вала и ступицы. В радиальном направлении предусматривается зазор.

Призматические шпонки имеют прямоугольное сечение, они могут быть с округленными, плоскими и смешанными торцами. На валу шпоночный паз выполняют глубиной 0,6 от ее высоты, паз во втулке на длину всей ступицы.

Габаритные размеры выполняются по ГОСТ и выбираются в зависимости от диаметра вала. Стандартные размеры шпонок подобраны так, что прочность на сдвиг обеспечивается с избытком, и при необходимости шпонки исследуют на деформацию смятия.

Сегментные шпонки требуют более глубоких пазов в валах, что уменьшает их прочность. Они применяются при передачи незначительных усилий и работают как призматические, но более удобны в изготовлении.

Таблица 13

		
Призматические шпонки по ГОСТ 23360-78	Сегментные шпонки по ГОСТ 24071-97	Врезные клиновые шпонки с головкой ГОСТ 24068-80
Рис.		

2.6. Шлицевые соединения



Рис. 26

Шлицевое (зубчатое) соединение (рис.26) – соединение вала (охватываемой поверхности) и отверстия (охватывающей поверхности) с помощью шлицев (пазов) и зубьев (выступов), радиально расположенных на поверхности.

Шлицевые соединения служат для передачи вращающего момента между валами и установленными на них деталями. С помощью этого соединения можно обеспечить как подвижное (с осевым относительным перемещением), так и неподвижное скрепление деталей.

По сравнению со шпоночными шлицевые соединения имеют значительно большую нагрузочную способность, прочность валов, точность центрирования и направления ступиц в подвижных соединениях.

По форме поперечного сечения шлицев различают прямоугольные, эвольвентные и треугольные шлицевые соединения.

Наибольшее распространение получили прямоугольные шлицевые соединения, выполненные с четным числом шлицев 6,8,10 (рис. 27, а, б, в).

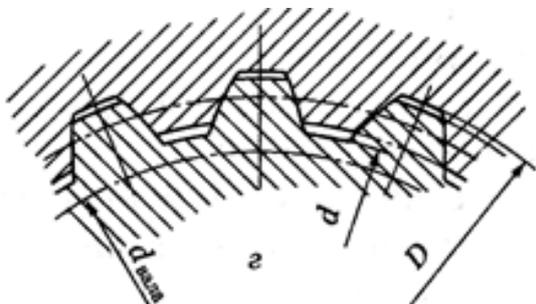


Рис. 27

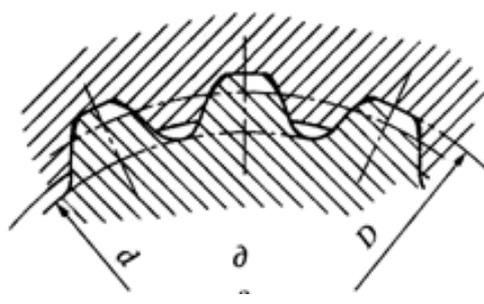
Центрирование возможно по наружному диаметру, по внутреннему и боковым поверхностям.

Центрирование по наружному диаметру рекомендуется для неподвижных соединений, по внутреннему диаметру – для подвижных, по боковым граням – при больших передаваемых нагрузках и низкой точности соединения.

Эвольвентные шлицевые соединения отличаются от прямобочных повышенной точностью центрирования и прочностью. Центрирования и прочностью. Центрирование осуществляют по боковым сторонам, реже по наружному диаметру (Рис.28 (г, д)).



Центрирование по боковым сторонам



центрирование по наружному диаметру

Рис .28

Соединения с треугольными шлицами применяют для неподвижных соединений при небольших нагрузках и тонкостенных конструкциях. Число шлицев от 20 до 70, углы впадин вала равны 60, 72 и 90°. Центрирование осуществляется только по боковым граням (рис. 29).

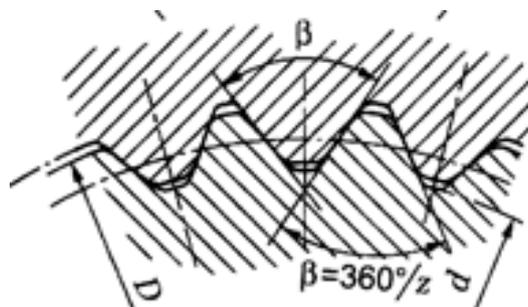


Рис .29

D – наружный диаметр шлица

d – внутренний диаметр шлица

b – ширина шлиц

- а) Прямобоочные зубья (число зубьев $Z = 6, 8, 10, 12$), ГОСТ 1139-80;
- б) Эвольвентные зубья (число зубьев $Z = 12, 16$ и более), ГОСТ 6033-80;
- в) Треугольные зубья (число зубьев $Z = 24, 36$ и более).

Широкое распространение шлицевые соединения получили в механизмах, где нужно перемещать колесо вдоль оси вала, например в переключателях скоростей автомобилей.

2.7. Профильные соединения

Профильным называется разъемное соединение, у которого ступица насаживается на фасонную (поверхности форма, которых отличается от плоскости, цилиндра или конуса, т.е. простейших поверхностей с прямолинейной производящей) поверхность вала. Сторону квадрата рекомендуют принимать равной примерно 0,75 диаметра вала (рис.30).

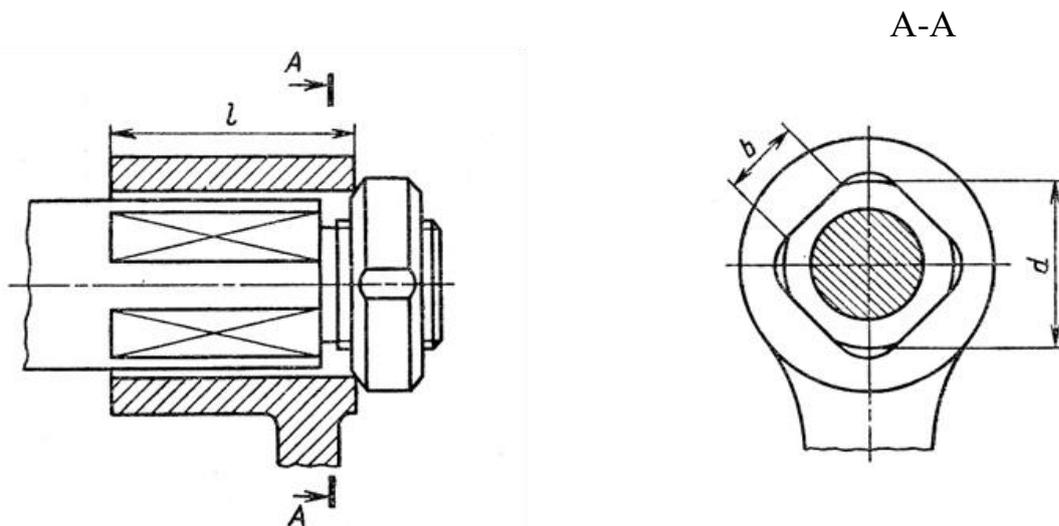


Рис. 30

Профильные соединения, в отличие от шпоночных, клиновых и штифтовых, такие соединения, в которых детали скрепляются между собой посредством взаимного контакта по некруглой поверхности.

Часто такие соединения используются для крепления рычагов на валах.

Профильные соединения могут иметь самую разную форму – скоса, прямоугольника, эллипса и тому подобные (рис. 31). Простейшим

примером такого соединения является соединение вала, имеющего на конце квадратное поперечное сечение с маховичком, рукояткой.



Рис.31

По сравнению со шпоночными и шлицевыми соединениями профильные обеспечивают лучшее центрирование и более высокую прочность. Недостаток профильных соединений – это сложность в изготовлении профильного отверстия.

2.8. Соединения шплинтами

Одним из самых востребованных способов соединений различных узлов механизмов, которые не подвержены высоким механическим нагрузкам, является соединение шплинтом (рис. 32). Благодаря использованию этого изделия возможно осуществить быструю фиксацию гаек от самопроизвольного скручивания, возникающего из-за воздействия вибрации и можно выполнить фиксацию осей деталей в каком-либо строго определенном положении.



Рис.32 Соединение шплинтом с корончатой гайкой

Шплинты устанавливают в соединениях рычажных систем, а также в гибких лентах подъемных механизмов, выполняя высококачественную фиксацию.

В действительности, в отличие от резьбовых типов соединений деталей, соединение шплинтом наиболее компактно, что крайне актуально для большинства эксплуатационных условий. Именно по этой причине во многих видах транспортных средств тяги скреплены с рычагами осью, которую фиксируют шплинт и специальная шайба, занимая меньшее пространства, чем аналогичные резьбовые элементы.

Как правило, изготовление шплинтов на заводе происходит из специальной стальной проволоки с полукруглой формой поперечного сечения, однако в некоторых разновидностях изделий сечение может быть круглым, но в этом случае будет отличаться еще и конструкция. В зависимости от предназначения, существуют разные виды шплинтов (Табл..

В первом случае, шплинт ГОСТ 397-79 имеет прямой вид. Это изделие представляет собой вдвое согнутый отрезок проволоки полукруглого сечения, при этом в месте перегиба у него есть специальное скругление, которое называют ушком. Сами стороны изделия прямые. Шплинт DIN 94, в свою очередь, является практически полным его аналогом. А вот шплинт DIN 11024 имеет уже одну изогнутую сторону, и подразделяется на два вида:

Шплинт формы D подразумевает выполнение изделий с формой скрепки и специальным пружинным кольцом в месте его скругления. Изготовление шплинтов формы E характеризуется созданием абсолютно таких же по форме изделий, но уже без кольца. Наличие пружинного элемента позволяет обеспечить более долгосрочную эксплуатацию и существенно улучшить соединение шплинтом.

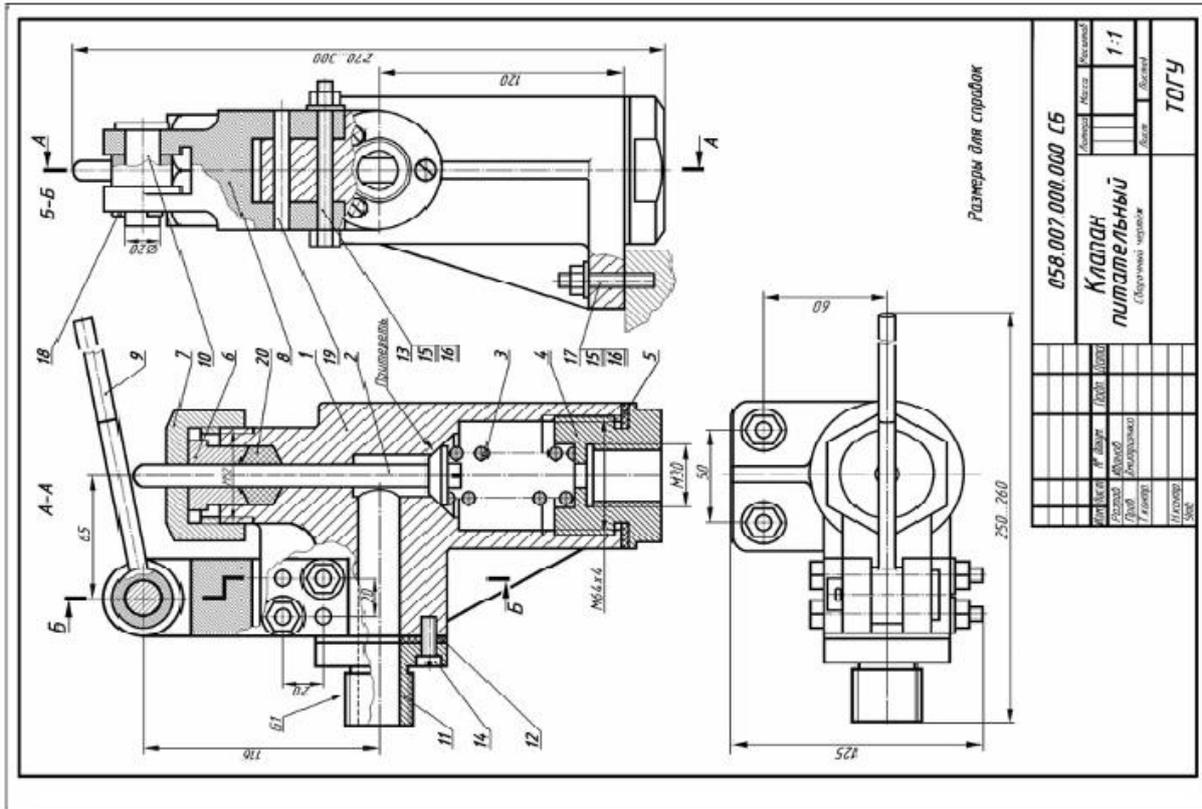
Быстросъемный шплинт DIN 11023 применяется для поперечной фиксации деталей на осях с отверстием. Конструкция обуславливает

удобство применения в соединениях деталей, узлов и механизмов, которые подвергаются многократной сборке-разборке.

Таблица 14

		
<p>а) Шплинт по ГОСТ 397-79</p>	<p>б) Шплинт DIN 11023 быстросъемный с кольцом</p>	<p>в) Шплинт DIN 11024 игольчатый пружинный</p>
<p>Рис.</p>		

Изображение шплинтов и других деталей разъемных соединений на чертеже клапана питательного (рис. 33).



Форм	Этап	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
			Документация		
A3		058.007.000.000.06	Сборочный чертёж		
			Детали		
A3	1	058.007.000.001	Корпус	1	
A4	2	058.007.000.002	Клапан	1	
A4	3	058.007.000.003	Пружина	1	
A4	4	058.007.000.004	Штуцер	1	
ВН	5	058.007.000.005	Прокладка D=78, d=54, b=3	1	Резина-натур
A4	6	058.007.000.006	Втулка нажимная	1	
A4	7	058.007.000.007	Гайка нажимная	1	
A4	8	058.007.000.008	Вилка	1	
A4	9	058.007.000.009	Рычаг	1	
A4	10	058.007.000.010	Ось	1	
A4	11	058.007.000.011	Фланец	1	
ВН	12	058.007.000.012	Прокладка D=64, d=22, b=3	1	Резина-натур
			Стандартные изделия		
	13		Болт М8х80 ГОСТ 7198-70	2	
	14		Винт АМ8х16 ГОСТ 1991-80	3	
	15		Гайка 2М8 ГОСТ 5915-70	4	
	16		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	4	
	17		Втулка М8х25 ГОСТ 22032-76	2	
	18		Шплинт Эх25 ГОСТ 1397-79	1	
	19		Штифт в8х65 ГОСТ 13228-70	1	
			Материалы		
	20		Наблюдка сольника (кг)	0,02	норм. 058-06
058.007.000.000					
Всего листов	№ докум.	Листов	Дата		
Разработ	Исполн	Провер	Инженер		
Клапан питательный				ТОГУ	

Рис. 33

Номинальный диаметр резьбы			Внутренний диаметр резьбы d_1 , в мм							
			Шаг P, мм							
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупные		Мелкие					
			P	d_1	6	4	3	2	1,5	1
42			4,5	37,129		37,670	38,752	39,835	40,376	40,917
	45		4,5	40,129		40,670	41,752	42,835	43,376	43,917
48			5	42,587		43,670	44,752	45,835	46,376	46,917
		50					46,752	47,835	48,376	
	52		5	46,587		47,670	48,752	49,835	50,376	50,917
		55				50,670	51,752	52,835	53,376	
56			5,5	50,046		51,670	52,752	53,835	54,376	54,917
		58				53,670	54,752	55,835	56,376	
	60		5,5	54,046		55,670	56,752	57,835	58,376	58,917
		62				57,670	58,752	59,835	60,376	
64			6	57,505		59,670	60,752	61,835	62,376	62,917
		65				60,670	61,752	62,835	63,376	
	68		6	61,505		63,670	64,752	65,835	66,376	66,917
		70			63,505	65,670	66,752	66,319	68,376	
72					65,505	67,670	68,752	69,835	70,376	70,917
		75				70,670	71,752	72,835	73,376	
	76				69,505	71,670	72,752	73,835	74,376	74,917
		78						75,835		
80					73,505	75,670	76,752	77,835	78,376	78,917
		82						79,835		
	85				78,505	80,670	81,752	82,835	83,376	
90					83,505	85,670	86,752	87,835	88,376	
	95				88,505	90,670	91,752	92,835	93,376	
100					93,505	95,670	96,752	97,835	98,376	
	105				98,505	100,670	101,752	102,835	103,376	
110					103,505	105,670	106,752	107,835	108,376	
	115				108,505	110,670	111,752	112,835	113,376	
	120				113,505	115,670	116,752	117,835	118,376	

Резьба трубная цилиндрическая по ГОСТ 6357-81

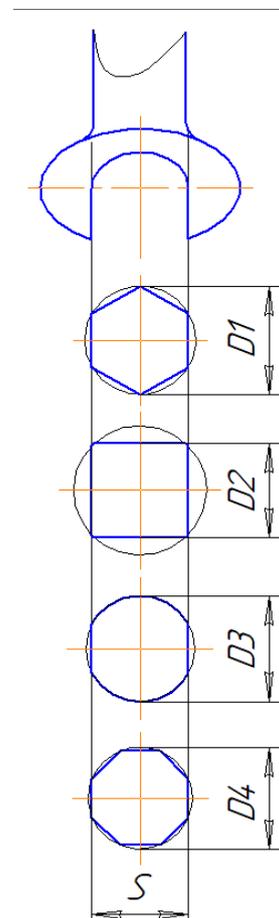
Обозначение размера резьбы		Число шагов z на длине 25,4мм	Шаг P, мм	Диаметры резьб, мм		
1-й ряд	2-й ряд			Наружный	Внутренний	Условного прохода
1/8		28	0,907	9,728	8,566	5
1/4		19	1,337	13,157	11,445	8
3/8		19	1,337	16,662	14,950	12
1/2		14	1,814	20,995	18,631	15
	5/8	14	1,814	22,911	20,857	18
3/4		14	1,814	26,441	24,117	20
	7/8	14	1,814	30,201	27,877	22
1		11	2,309	33,249	30,291	25
	1 1/8	11	2,309	37,897	34,939	30
1 1/4		11	2,309	41,910	38,952	32
	1 3/8	11	2,309	44,323	41,365	35
1 1/2		11	2,309	47,803	44,845	40
	1 3/4	11	2,309	53,746	50,788	45
2		11	2,309	59,614	56,656	50
	2 1/4	11	2,309	65,710	62,752	60
2 1/2		11	2,309	75,184	72,226	65
	2 3/4	11	2,309	81,534	78,576	70
3		11	2,309	87,884	84,926	80
	3 1/4	11	2,309	93,980	91,022	85
3 1/2		11	2,309	100,330	97,372	90
	3 3/4	11	2,309	106,680	103,72	95
4		11	2,309	113,030	110,072	100
	4 1/2	11	2,309	125,730	122,722	115
5		11	2,309	138,430	135,472	130
	5 1/2	11	2,309	151,130	148,172	140
6		11	2,309	163,830	160,872	150

Резьба трапецеидальная однозаходная по ГОСТ 24738-81
И резьба упорная однозаходная по ГОСТ 10177-82

Наружный диаметр резьбы d, мм		Шаг резьбы P, мм					
1-й ряд	2-й ряд	Трапецеидальная			Упорная		
		P	P*	P**	P	P*	P**
8			1,5	2			
	9	1,5	2				
10		1,5	2			2	
	11	3	2				
12		2	3		2	3	
	14	2	3		2	3	
16		2	4		2	4	
	18	2	4		2	4	
20		2	4		2	4	
	22	3;8	5	2	3;8	5	2
24		3;8	5	2	3;8	5	2
	26	3;8	5	2	3;8	5	2
28		3;8	5	2	3;8	5	2
	30	3;10	6		3;10	6	

Размеры лысок, квадратов и шестигранников «под ключ»

S	D1	D2	D3	D4
5	5,8	6,5	6	5,4
7	8,1	9	8	7,6
8	9,2	11	9	8,6
10	11,5	13	12	10,8
12	13,8	16	14	13
14	16,2	18	16	15,2
17	19,6	22	19	18,4
19	21,9	25	22	20,6
22	25,4	28	25	23,8
24	27,7	32	28	26
27	31,2	36	32	29,2
30	34,6	40	35	32,5
32	36,9	42	38	34,6
36	41,6	48	42	39
41	47,4	52	48	44,4
46	53,1	60	52	49,8
50	57,7	65	58	54,1
55	65,5	72	65	59,5
60	69,3	80	70	65



65	75	85	75	70.3
70	80.8	92	82	75.8
75	86.5	98	88	81.2
80	92.4	105	92	86.6

Библиографический список рекомендованных источников

1. Болт ГОСТ 7798-70.
2. Гайка ГОСТ 5915-70.
3. Шайба ГОСТ 11371-78.
4. Винт с полукруглой головкой ГОСТ 17473-80.
5. Винт с полупотайной головкой, ГОСТ 17474-80.
6. Винт с потайной головкой, ГОСТ 17475-80.
7. Винт с цилиндрической головкой, ГОСТ 1491-80.
8. Шпилька ГОСТ 22032-76...ГОСТ 22043-76.
9. Шпилька ГОСТ 9066-75.
10. Штифт цилиндрический незакаленный ГОСТ 3128-70.
11. Призматические шпонки по ГОСТ 23360-78.
12. Сегментные шпонки по ГОСТ 24071-97.
13. Врезные клиновые шпонки с головкой ГОСТ 24068-80.
14. Шплинт по ГОСТ 397-79.
15. Резьба метрическая ГОСТ 8724-2002.
16. Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81.
17. Резьба трапецеидальная однозаходная ГОСТ 24738-81.
18. Резьба упорная однозаходная ГОСТ 10177-82.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	5
1. Токарное и ручное нанесение резьбы.....	
2. Соединения стандартными крепежными изделиями.....	
2.1. Соединение болтом.....	
Болт.....	
Гайка.....	
Шайба.....	
Графическая работа №1 «Соединение болтом».....	
2.2. Соединение шпилькой.....	
Графическая работа №2 «Соединение шпилькой».....	
2.3. Соединения деталей винтом.....	
2.4. Соединения деталей штифтом.....	
2.5. Шпоночное соединение.....	
2.6. Шлицевые соединения.....	
2.7. Профильные соединения.....	
2.8. Соединения шплинтами.....	

Приложение

Библиографический список

Учебное издание

Составители:
КЛОКОВА Анастасия Николаевна,
ЛУКИНА Юлия Сергеевна

«Инженерная графика»
Организация самостоятельной работы студента

Редактор Е. В. Копасова

Подписано в печать 30.10.102018г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. Тираж 800 экз. Заказ

Российский химико-технологический университет Д. И. Менделеева
Издательский центр
Адрес университета и издательского центра:
125047 Москва, Миусская пл., 9