

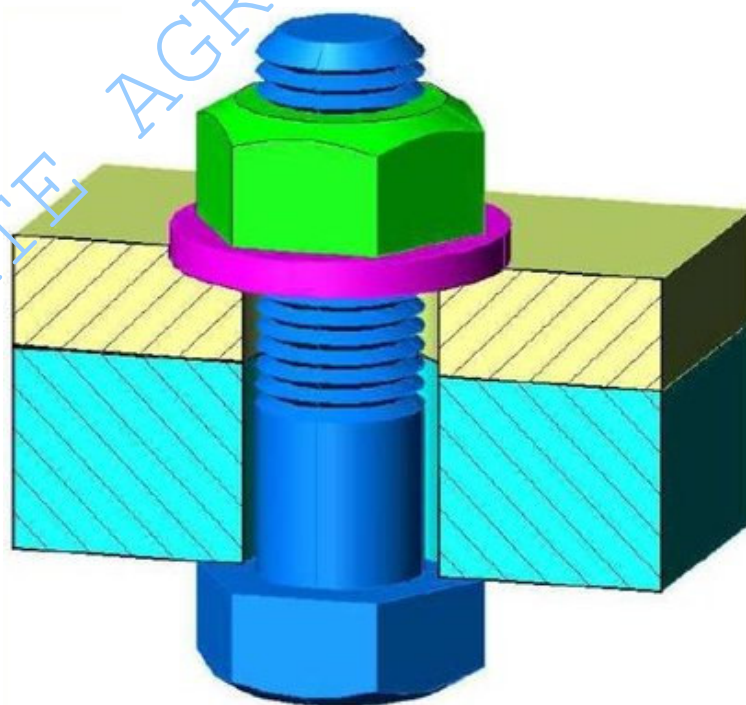
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра общепрофессиональных дисциплин

## РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по начертательной геометрии и инженерной графике для студентов очной и заочной формы обучения по направлениям подготовки:

- 35.03.06 - «Агроинженерия»,
- 23.03.03 - «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов»,
- 20.03.01 - «Техносферная безопасность»,
- 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства»



Казань, 2018

УДК 744.426.5

ББК 30.112

Составители: д.т.н., профессор Яхин С.М.,  
к.т.н., доцент Пикмуллин Г.В.,  
ст. преподаватель Гайнутдинов Р.Х.

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Тракторы,  
автомобили и энергетические установки» Казанского ГАУ Хафизов К.А.  
Кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Теоретические основы теплотехники» Казанского ГЭУ Шарипов И.И.

Практикум утвержден и рекомендован к печати на заседании кафедры  
общеинженерных дисциплин Казанского ГАУ (12.02.2018 года, протокол №8)  
и заседании методической комиссии Института механизации и технического  
сервиса Казанского ГАУ протокол № 6 от 16.02.2018 г.

Яхин С.М. Резьбовые соединения: Практикум для лаб. и самост. работ.  
/С.М. Яхин, Г. В. Пикмуллин, Р. Х. Гайнутдинов. - Казань: Изд-во  
Казанского ГАУ, 2018. - 32 с.

Резьбовые соединения. Практикум для лабораторных и  
самостоятельных работ по начертательной геометрии и инженерной графике  
предназначен для студентов бакалавров, в учебный план которых включена  
дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика»,  
способствуют формированию общепрофессиональных компетенций для  
направлений подготовки: 35.03.06 – «Агроинженерия», 23.03.03 –  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»,  
20.03.01 – «Техносферная безопасность» и 23.05.01 - «Наземные  
транспортно-технологические средства».

Настоящий практикум разработан в помощь студентам инженерных  
специальностей при выполнении чертежа по теме «Резьбовые соединения».

УДК 744.426.5

ББК 30.112

© Казанский государственный аграрный университет, 2018г.

## ВВЕДЕНИЕ

В современной технике широко применяются различные виды соединений деталей. Соединения подразделяют на разъемные и неразъемные.

Разъемными называются соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения их составных частей. Соединения, не предусматривающие возможность их разборки, называют неразъемными. К разъемным соединениям относят соединения резьбовые. Эти соединения являются наиболее распространенным видом разъемных соединений. Резьбовые соединения - соединение деталей с помощью резьбы, в котором одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая - внутреннюю. Резьбовые соединения создают с помощью стандартных крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек, гаек и т.д.) и других деталей, снабженных резьбой.

В данном практикуме рассмотрены крепежные детали общего назначения: болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и соединения с помощью этих деталей. Практикум содержит основные положения по выполнению и расчету стандартных крепежных деталей. Даны варианты индивидуальных заданий и последовательность их выполнения.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомление с видами резьб и крепежных деталей.
2. Приобретение умения выбора по справочной литературе вида и размеров крепежных деталей.
3. Приобретение навыков в оформлении чертежей изделий, имеющих соединения крепежными деталями.

## ОБЪЕМ ЗАДАНИЯ

Каждому студенту выдается - индивидуальное задание (№ варианта) «Соединение болтом» и «Соединение шпилькой».

Работу следует выполнить на чертежной бумаге формата А3. Основную надпись (форма I ГОСТ 2.104-68) расположить по длинной стороне. В левой половине листа расположить задание «Соединение болтом», в правой - «Соединение шпилькой».

Следует:

1. Уяснить полученное задание.
2. Выписать размеры крепежных деталей по справочной литературе [2], или см. приложения к настоящим методическим указаниям.
3. Выполнить чертеж.
4. Предъявить к сдаче готовый чертеж.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В задании «Соединение болтом» выполнить (рисунок 1):

- Изображение болта в двух видах - главный вид и вид слева по действительным размерам, взятым из справочника (При необходимости применить масштаб уменьшения или увеличения по ГОСТ 2.302-68).

На главном виде ось болта расположить горизонтально, головку болта

изобразить с большим числом граней, то есть тремя. Нанести размеры, указанные в стандарте (шрифтом № 3,5).

- Изображение болтового соединения в двух видах - главный вид (фронтальный разрез) и вид слева. На главном виде болтовое соединение расположить горизонтально. От крепежных деталей соединения - болта, гайки, шайбы - провести линии - выноски и на них нанести номера позиций деталей - 1, 2, 3 (шрифтом №7). Под изображением соединения записать их условные обозначения, взятые из стандартов (шрифтом №5).

- Вверху над изображением болта надписать шрифтом №7: «Соединение болтом».

В задании «Соединение шпилькой» выполнить (рисунок 1):

- Изображение шпильки в одном виде - главный вид по действительным размерам, взятым из справочника. Ось шпильки расположить вертикально или горизонтально (в зависимости от размеров шпильки). Обратить внимание на то, что резьбу на шпильке всегда изображают со сбегом, размер которого на чертеже не указывают. Нанести размеры шпильки, указанные в стандарте (шрифтом № 3,5).

- Изображение гнезда, сверлёного под шпильку (фронтальный разрез). Диаметр отверстия гнезда выбрать в зависимости от наружного диаметра резьбы и шага резьбы (см. приложение 4). Глубина гнезда должна быть больше длины ввинчиваемого резьбового конца шпильки примерно на 4 шага резьбы или примерно половины наружного диаметра резьбы. Нанести размеры гнезда (шрифтом № 3,5).

- Изображение готового, то есть с резьбой, гнезда под шпильку (в разрезе). Резьба должна быть нарезана больше длины ввинчиваемого конца шпильки примерно на 2 шага резьбы или примерно 0,25 наружного диаметра резьбы. Нанести размеры готового гнезда.

- Изображение присоединяемой детали (фронтальный разрез). Диаметр отверстия выбрать в зависимости от наружного диаметра резьбы шпильки (см. приложение 6). Нанести диаметр отверстия.

- Изображение «Соединение шпилькой» в двух видах - главный вид и вид слева (если ось шпильки расположить горизонтально) или главный вид и вид сверху (если ось шпильки расположить вертикально). От крепежных деталей соединения - шпильки, гайки, шайбы - провести линии-выноски и на них нанести номера позиций деталей -1, 2, 3 (шрифтом №7).

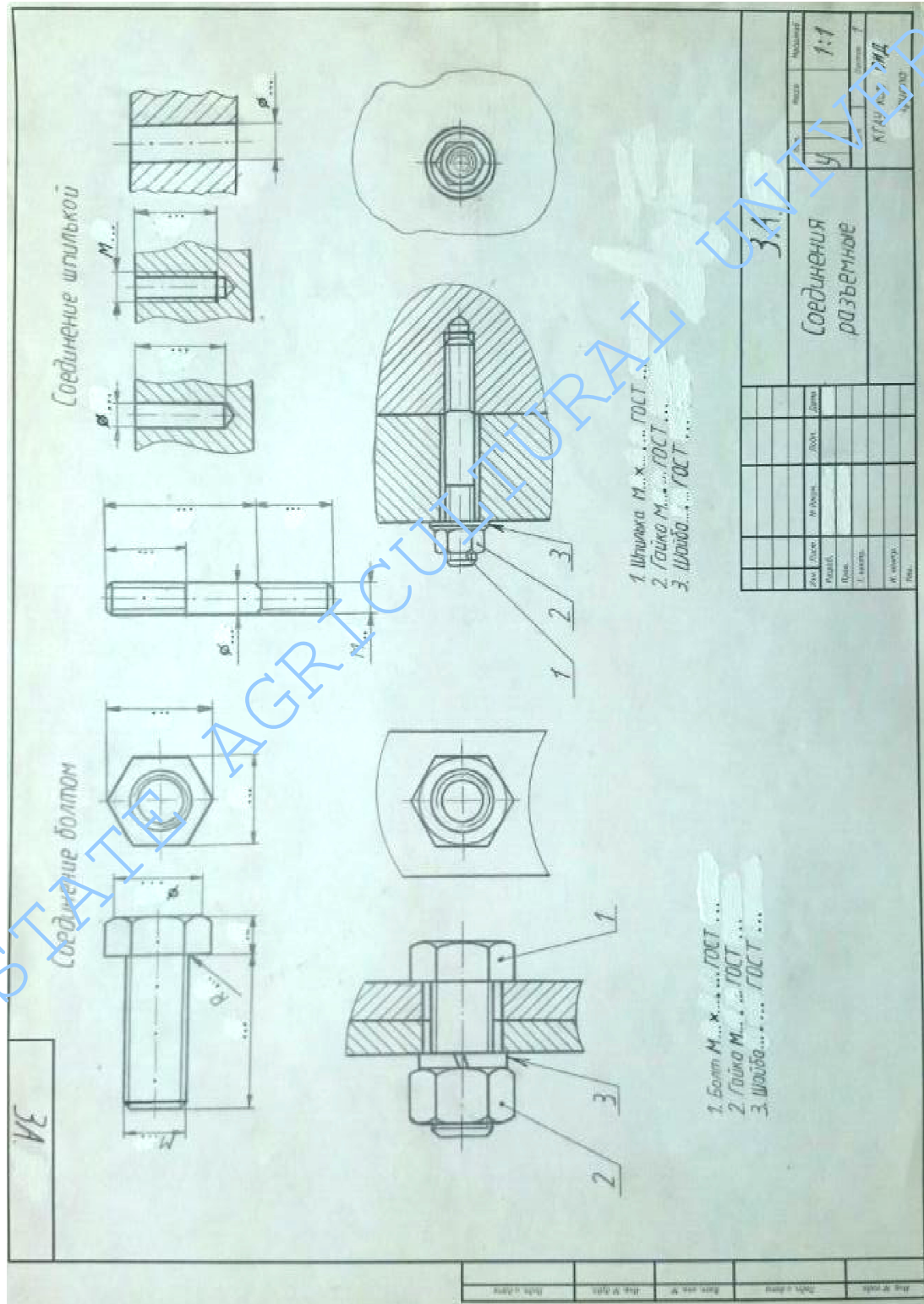


Рисунок 1- Пример выполнения задания

Под изображением соединения записать их условные обозначения, взятые из стандартов (шрифтом №5).

- Вверху над изображением шпильки надписать шрифтом №7: «Соединение шпилькой».

## СОЕДИНЕНИЯ

Соединения по признаку возможности разборки делят на разъемные и неразъемные. Схема видов соединений приведена на рисунке 2.

Разъемные соединения - это когда повторная сборка и разборка изделия возможна без повреждения составных частей его: соединения при помощи резьбы, шпонок, шлицев, штифтов и т.п. Различают неподвижные - резьбовые и подвижные соединения - шлицевые, шпоночные.

Неразъемные соединения – это соединения когда нельзя разобрать изделие без разрушения его составных частей: соединение сваркой, пайкой, склеиванием, прессовкой, шитьем и т.д.

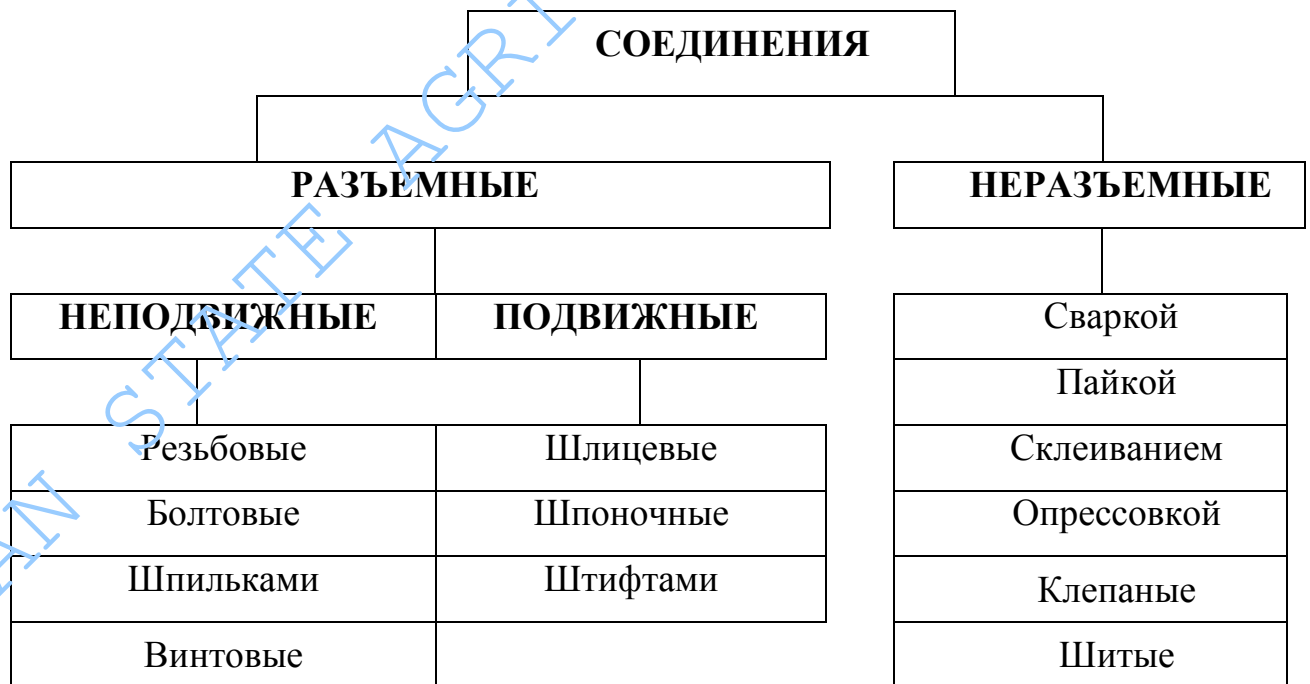


Рисунок 2 - Схема видов соединений

## ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И НОРМЫ

Всего на крепёжные изделия имеется около 350 государственных стандартов. Из них в машиностроении используют 210 – 220. Ниже приведён перечень нескольких базовых стандартов общего назначения по состоянию на январь 2008 года. Ими следует руководствоваться при производстве и применении крепёжных деталей.

ГОСТ 1759.0-87 Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия.

ГОСТ 1759.1-82 Болты, винты, шпильки, гайки и шурупы. Допуски. Методы контроля размеров и отклонений формы и расположения поверхностей.

ГОСТ 1759.2-82 Болты, винты и шпильки. Дефекты поверхности и методы контроля.

ГОСТ 1759.3-83 Гайки. Дефекты поверхности и методы контроля.

ГОСТ Р 52627-2006 Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний. Соответствует ИСО 898-1:1999 (взамен ГОСТ 1759.4-87).

ГОСТ Р 52628-2006 Гайки. Механические свойства и методы испытаний. Соответствует ИСО 898—2:1992 и ИСО 898-6:1994 (взамен ГОСТ 1759.5-87).

ГОСТ 17769-83 Изделия крепёжные. Правила приёмки.

ГОСТ 18160-72 Изделия крепёжные. Упаковка. Маркировка. Транспортирование и хранение.

ГОСТ 24670-81 Болты, винты и шурупы. Радиусы под головкой.

ГОСТ 24671-84 Болты, винты, шурупы с шестигранной головкой и гайки шестигранные. Размеры «под ключ».

*Примечание.* Новые стандарты ГОСТ Р 52627 и 52628-2006, заменившие ГОСТ 1759.4 и 1759.5-87 существенных изменений в части механических свойств и методов испытаний не имеют, поэтому приводить изменения необходимости нет.

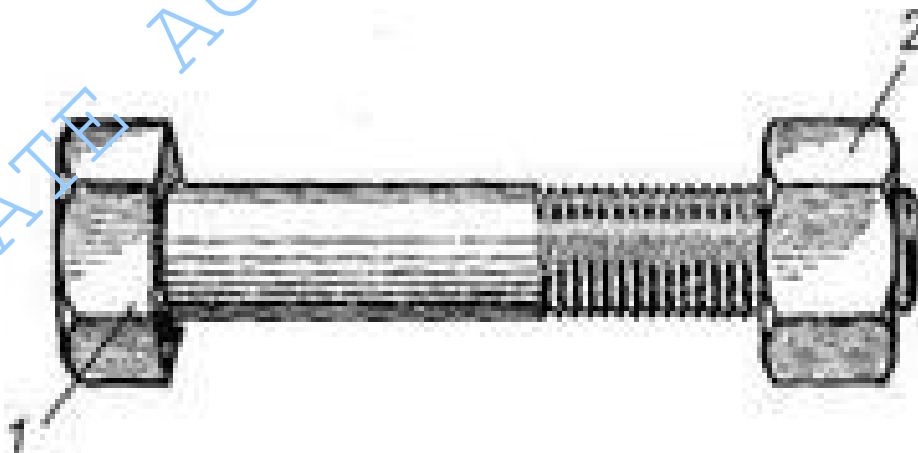
## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При изготовлении машин их составные части (детали) соединяют между собой тем или иным способом. Соединения подразделяются на разъёмные и неразъёмные. В машиностроении большое распространение получили резьбовые соединения деталей, осуществляемые при помощи резьбы или крепёжных изделий. Такие соединения характеризуются универсальностью, высокой надёжностью, способностью воспринимать большие нагрузки; они удобны для сборки и разборки, просты в изготовлении.

Соединение деталей с помощью резьбы является одним из старейших и наиболее распространённых видов разъёмного соединения. Легко и просто обеспечивает сборку и разборку. Резьбовое соединение образуют две детали. У одной из них на наружной, а у другой на внутренней поверхности выполнены расположенные по винтовой поверхности выступы - соответственно наружная и внутренняя резьбы (рисунок 3).

**Наружная резьба** - резьба, образованная на наружной, охватываемой поверхности, которая носит название болт, винт, шпилька.

**Внутренняя резьба** - резьба, образованная на внутренней, охватываемой поверхности, которая носит название гайка.



- 1 – болт с цилиндрической наружной резьбой;  
2 – гайка с цилиндрической внутренней резьбой

Рисунок 3 - Болт и гайка

Резьбы формируют на цилиндрических или конических поверхностях. Наибольшее распространение имеют цилиндрические резьбы.

## КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Резьбы классифицируют по различным признакам:

- По направлению винтовой линии: *правая, левая*.
- По форме профиля: *треугольная, трапецеидальная, прямоугольная, круглая, упорная, метрическая, дюймовая*.
- По расположению на детали: *внешняя, внутренняя*.
- По характеру поверхности: *цилиндрическая, коническая*.
- По назначению: *крепежная, крепежно-уплотняющая, ходовая* (для передачи движения), *специальная* (в т. ч. часовая, на пластмассовых деталях, окулярная, круглая для объективов микроскопов, круглая для светотехники).
- По числу заходов: *однозаходная, многозаходная*.

Резьбу образуют путем нанесения на поверхности, равномерно вращающегося цилиндрического стержня, канавок резцом, совершающим поступательное движение вдоль оси цилиндра. В зависимости от формы резца резьба может быть треугольного, трапецеидального, круглого, прямоугольного профиля. Разновидности резьбы и их особенности представлены на рисунке 4.

| Признак              | Вид резьбы   |
|----------------------|--|
| Форма профиля резьбы | Треугольная, трапецеидальная, круглая, прямоугольная |
| Форма поверхности    | Цилиндрическая, коническая                           |
| Расположение резьбы  | Наружная, внутренняя                                 |
| Назначение           | Крепежная, ходовая                                   |
| Число заходов        | Однозаходная, многозаходная                          |
| Направление витков   | Правое, левое  |

Рисунок 4 - Разновидности резьбы и их особенности

## ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

### **Резьбовые соединения имеют ряд существенных достоинств:**

- высокая надёжность;
- технологичность;
- возможность регулировки силы сжатия;
- возможность создания больших осевых нагрузок при относительно низких усилиях на инструменте (ключе);
- возможность фиксации в затянутом состоянии вследствие эффекта самоторможения;
- удобство сборки и разборки с применением стандартного набора инструментов (ключи, отвёртки);
- простота конструкции и возможность точного изготовления;
- наличие широкой номенклатуры стандартных изделий (винты, болты гайки);
- низкая стоимость крепёжных изделий благодаря массовости и высокой степени автоматизации производства;
- малые габариты в сравнении с соединяемыми деталями.

### **Недостатки резьбовых соединений:**

- высокая концентрация напряжения в дне резьбовой канавки вследствие малых радиусов скругления;
- значительные энергопотери в подвижных резьбовых соединениях (низкий коэффициент полезного действия);
- большая неравномерность распределения нагрузки по виткам резьбы (первый виток воспринимает, как правило, до 55% приложенной к соединению осевой нагрузки);
- склонность к самоотвинчиванию при воздействии знакопеременных осевых нагрузок;
- ослабление соединения и быстрый износ резьбы при частых разборках и сборках.

## СТАНДАРТНЫЕ РЕЗЬБЫ

Профиль резьбы - это контур сечения витка резьбы в плоскости, проходящей через ось основной поверхности. По форме профиля резьбы бывают: треугольные – метрические; трубные; дюймовые; трапецеидальные; упорные; круглые; прямоугольные.

### Резьба метрическая (ГОСТ 9150-81).

Теоретический профиль резьбы - равносторонний треугольник с углом при вершине  $60^\circ$  и основанием, равным шагу резьбы (рисунок 5). У действительного профиля вершина треугольника срезана, а профиль впадины закруглённый.

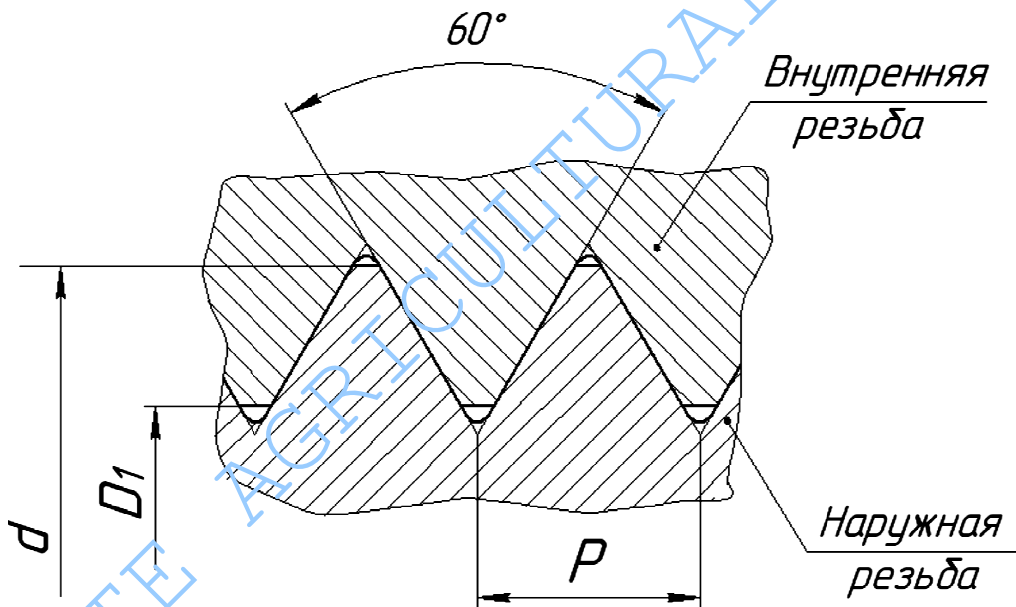


Рисунок 5 - Резьба метрическая (ГОСТ 9150-81)

Резьбу выполняют с крупным и мелким шагом (см. таблицу приложения 1). За основную принята резьба с крупным шагом. Метрическую резьбу обозначают буквой М и числом, показывающим диаметр резьбы в мм, например, М10, М16. Применяют ее как крепежную.

### Резьба трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81).

Профиль резьбы - равнобедренный треугольник с углом при вершине  $55^\circ$  (рисунок 6).

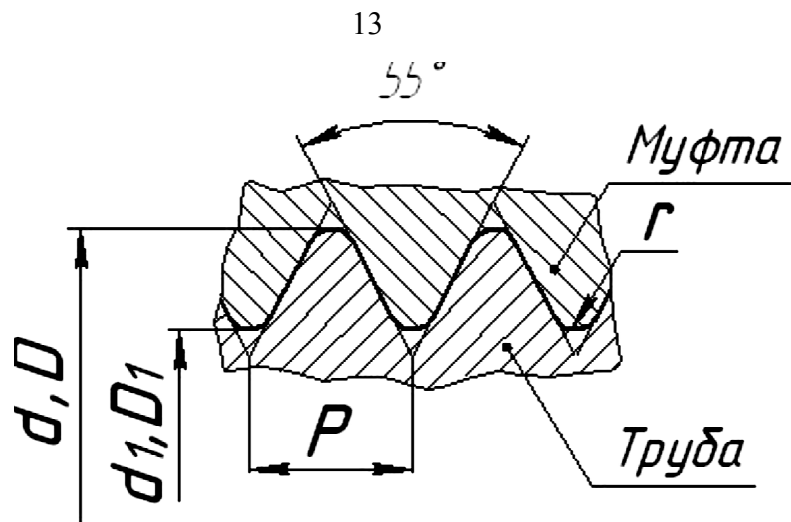


Рисунок 6 - Резьба трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357-81)

Вершины выступов и впадин закруглены. Резьбу применяют для соединения труб, арматуры трубопроводов.

Обозначают условно по внутреннему диаметру трубы (условный проход-Ду), на поверхности которой резьбу нарезают. Наружный диаметр резьбы больше обозначенного на толщину стенок трубы. Например, прямая цилиндрическая резьба, нарезаемая на трубе внутреннего диаметра 1" (дюйм равен 25,4 мм), класса точности А (всего классов точности А и В) - GI-A. (В данном примере наружный диаметр трубы  $d=33,25$  мм).

#### Резьба трубная коническая (ГОСТ 6211-81).

Профиль резьбы такой же, как и у трубной цилиндрической, но наносится на конической поверхности стержня и отверстия (конусность 1:16).

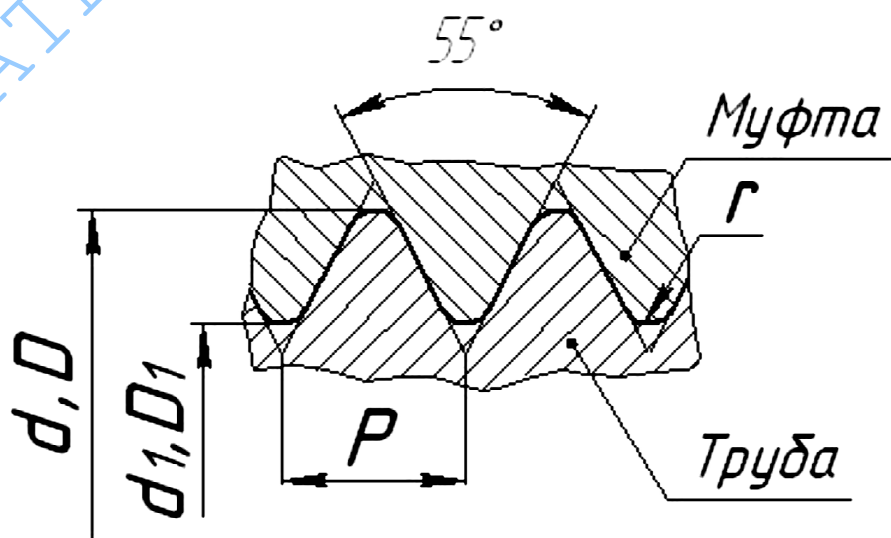


Рисунок 7 - Резьба трубная коническая (ГОСТ 6211-81)

Параметры конической резьбы измеряют в «основной плоскости», располагаемой в среднем сечении по длине - резьбы на стержне и совпадает с торцом детали, имеющей внутреннюю резьбу (рисунок 7). В основной плоскости размеры конической резьбы совпадают с размерами соответствующей трубной цилиндрической резьбы. Применяют ее в соединениях арматуры, работающей при больших давлениях и температуре.

Условное обозначение трубной конической резьбы, наружный диаметр которой в основной плоскости  $d=33,25$  мм соответствует наружному диаметру трубной цилиндрической резьбы - Gi: RI ГОСТ 6211-81, а у ответной детали внутренний диаметр: R1 ГОСТ 6211-81.

### **Резьба коническая дюймовая (ГОСТ 6111- 52).**

Профиль резьбы - равносторонний треугольник с плоскосрезанной вершиной и углом при вершине  $60^\circ$  (рисунок 8). Выполняют на конической поверхности стержня и отверстия (конусность 1:16).

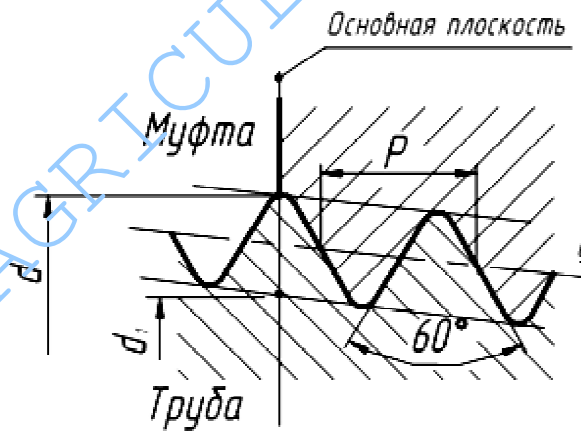


Рисунок 8 - Резьба коническая дюймовая (ГОСТ 6111- 52)

Применяют в соединениях топливных, масляных, водяных, воздушных трубопроводов для получения плотных соединений при невысоком давлении.

Условное обозначение конической резьбы, наружный диаметр, который в основной плоскости  $d=33,25$  мм: K1 ГОСТ 6111-69.

### **Резьба трапецеидальная (ГОСТ 24737- 81).**

Профиль резьбы - равнобочная трапеция с углом при вершине  $30^\circ$  (рисунок 9).

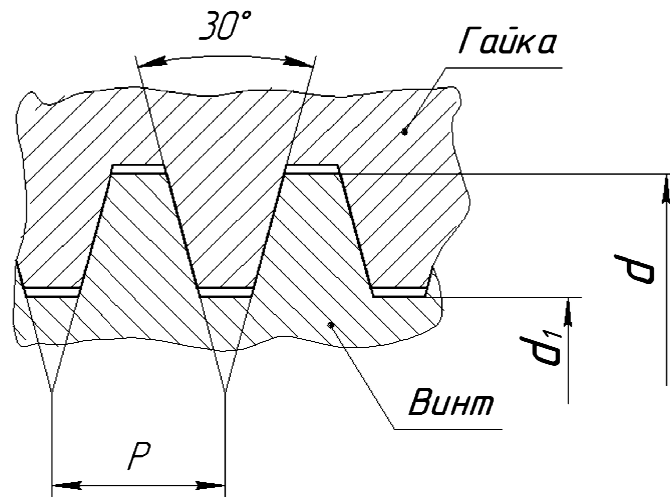


Рисунок 8 - Резьба трапецеидальная (ГОСТ 24737-81).

Применяют для передачи движения: ходовые винты, винты суппортов и т.п.. Условное обозначение трапецеидальной резьбы наружным диаметром  $d=36$  мм, шагом  $P=6$  мм: Тг 36х6 ГОСТ 24737-81.

#### **Резьба упорная (ГОСТ 10177-82).**

Профиль резьбы - неравнобокая трапеция. Угол наклона рабочей стороны профиля -  $3^\circ$  (резьба с углом наклона профиля  $0^\circ$  неудобна в изготовлении), угол наклона нерабочей стороны -  $30^\circ$  (рисунок 9).

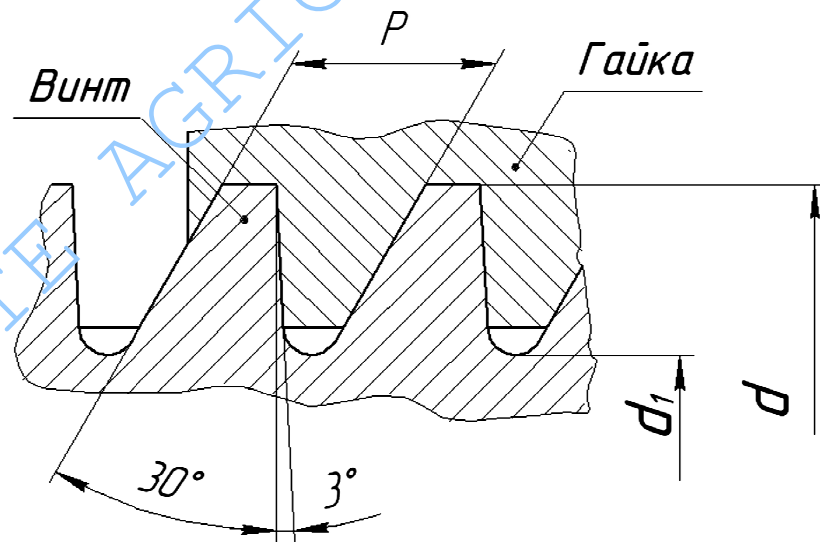


Рисунок 9 - Резьба упорная (ГОСТ 10177-82)

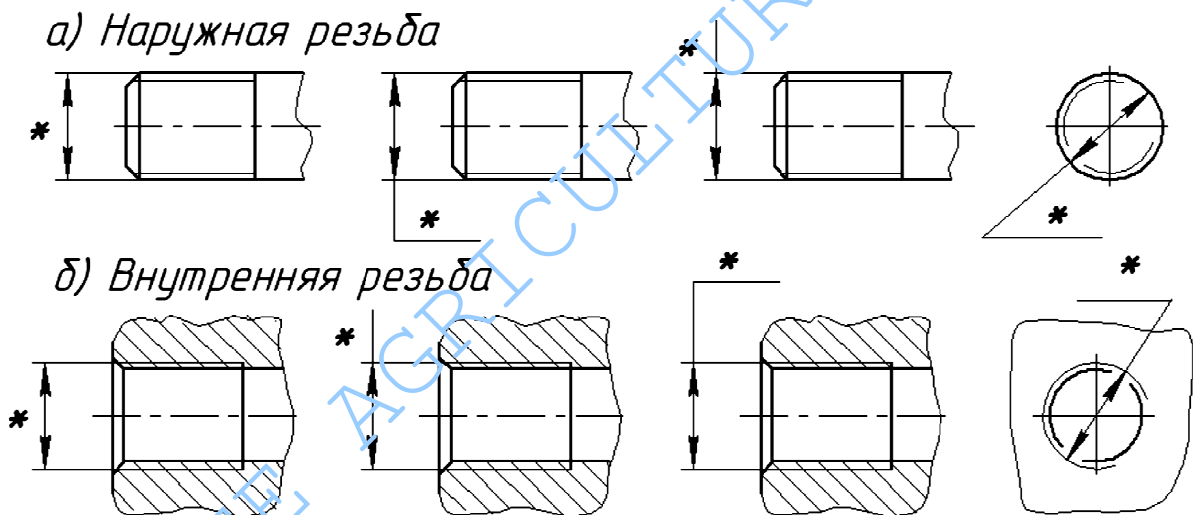
Применяют для винтов с большой односторонней осевой нагрузкой в прессах, нажимных устройствах прокатных станков, в грузовых крюках и т.п. Условное обозначение упорной резьбы наружным диаметром  $d=80$  мм; шагом резьбы  $P=16$  мм: S=80х16.

## ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Резьбу на стержне изображают сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега. Эта линия пересекает линию границы фаски.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (рисунок 10).



Знаком «\*» отмечены места нанесения обозначения резьбы

Рисунок 10 - Нанесения обозначения резьбы на изображениях

Резьбу в отверстии изображают сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими - по наружному диаметру.

На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега; на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы

проводят дугу, приблизительно равную  $3/4$  окружности, разомкнутую в любом месте (рисунок 11).

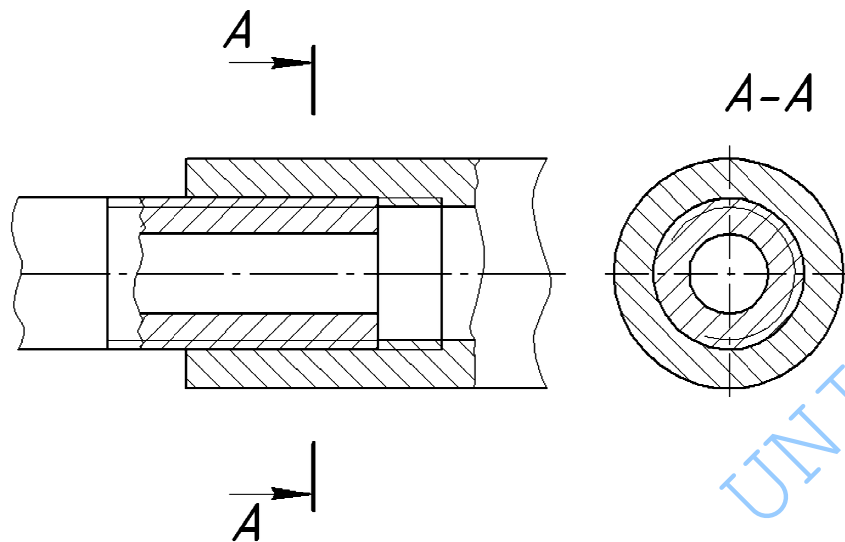


Рисунок 11 - Изображение на разрезах, параллельных оси отверстия

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от сплошной толстой линии и не более шага резьбы.

Линию границы резьбы наносят на стержне и в отверстии в конце полного профиля резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы сплошной толстой линией или штриховой, если резьба на невидимой стороне (рисунки 10, 12).

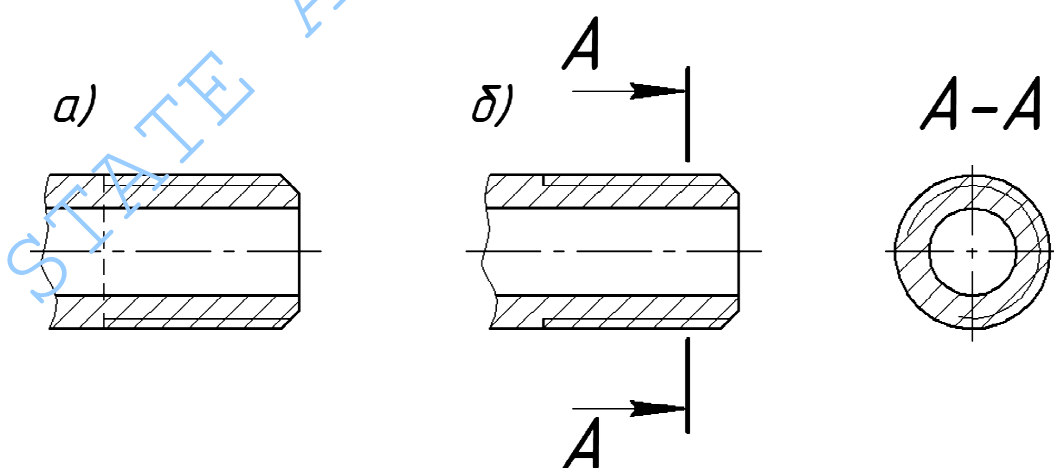


Рисунок 12 - Изображение невидимой резьбы на плоскости

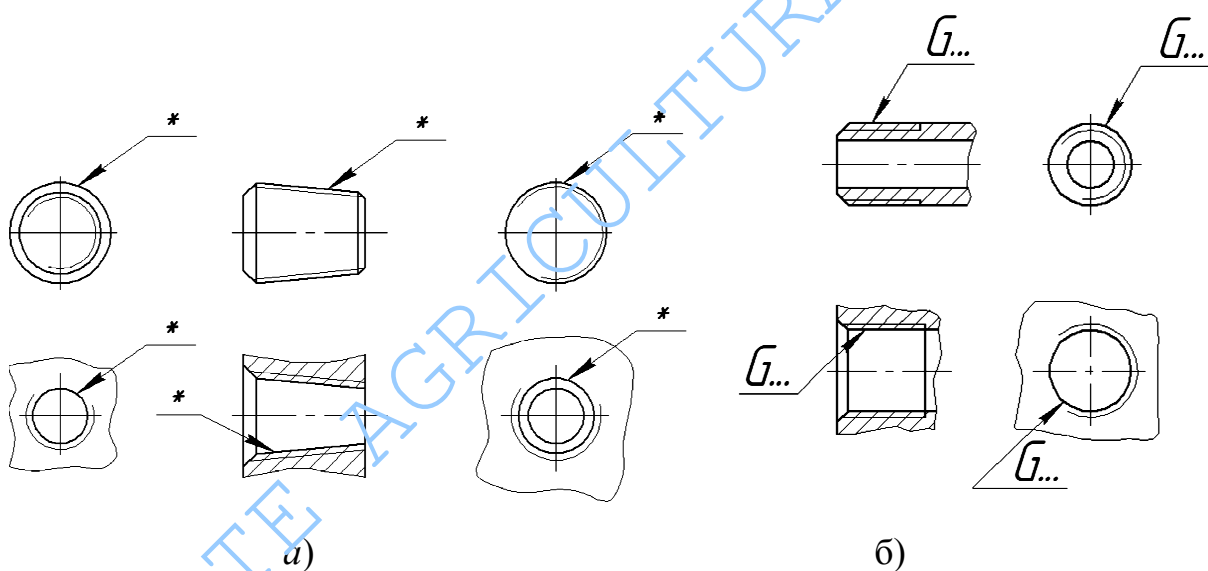
Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра - в отверстии, то есть в обоих случаях до сплошной толстой линии (рисунки 11 и 12).

Размер длины резьбы как правило показывают с полным профилем (без сбega) (рисунки 10, 12).

Фаски на стержне с резьбой и в отверстие с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (рисунки 10, 11, 11).

Обозначения резьб указывают по соответствующим стандартам резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру (рисунки 10, 11, 12).

Обозначения конических дюймовых резьб на чертежах наносят на горизонтальных полках линий – выносок, проведённых от сплошной толстой линии изображения резьбы (рисунке 13а).



Знаком «\*» отмечены места нанесения обозначения резьбы.

Рисунок 13 - Обозначения резьб конической (а) и трубной цилиндрической (б)

Обозначение трубных резьб наносят на горизонтальных полках линий – выносок, проведённых от сплошной толстой основной линии изображения резьбы, так как диаметр резьбы, указанный в обозначении, не соответствует её диаметру на изображении (рисунке 13б).

## КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом, чаще шестигранной. В зависимости от технологии изготовления различают болты грубой, нормальной и повышенной точности. Конструктивно болты имеют несколько исполнений (см. приложение 1).

Шпилька - цилиндрический стержень, на обоих концах которого нарезана резьба. Резьбовой конец шпильки, предназначенный для ввёртывания в резьбовое отверстие одной из соединяемых деталей, называют ввинчиваемым резьбовым концом  $-L_1$ . Другой конец шпильки, на который навинчивают гайку при соединении деталей, называют гаечным концом  $-L_0$ . Длина шпильки  $-L$  - длина стержня без ввинчиваемого резьбового конца. Шпильки производят нормальной и повышенной точности (см. приложение 3).

Гайка - крепежная деталь, навинчиваемая на резьбовой конец болта или шпильки при соединении. По форме гайки различают шестигранными, квадратными, круглыми, шестигранными с прорезями, шестигранными корончатыми и др.

Различна высота гаек - нормальной высоты, низкие, особо высокие. Гайки бывают грубой, нормальной и повышенной точности (см. приложение 7).

Шайба - крепежная деталь, закладываемая под гайку или головку болта. Предназначается для распределения усилий на соединяемые детали и их стопорения. Шайбы бывают пружинные, круглые, стопорные, косые и т.д.

Для предупреждения самоотвинчивания гаек при вибрациях и толчках применяют пружинные шайбы, представляющие собой виток пружины прямоугольного профиля с левым направлением винтовой линии. Шайба разрезана поперек под углом  $70...85^{\circ}$  к плоскости опоры. Острые кромки шайбы при осевом сжатии гайкой внедряются в торец гайки и опорную поверхность детали и сдерживают отвинчивание гайки (см. приложения 8 и 9).

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.311-68 Изображения резьбы.
2. Анурьев В.А., Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928с.
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: учебное пособие для ВТУЗов - М.. Высшая школа, 1998.
4. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для бакалавров / В. С. Левицкий. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 435с. – Серия: Бакалавр.
5. Резьбы. Издание официальное. М. 2002.
6. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика – М.; Академия, 2003.
7. Попов Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник – Л.; Машиностроение, 1986.
8. Самилкин В.Д., Симонов И.В. Резьбы и резьбовые соединения; Методические указания – М.; МАМИ, 1987.

## Варианты задания «Соединение болтом»

| № варианта                   | Диаметр<br>шпильки<br>$D_1$ , мм | Длина<br>шпильки<br>$L_1$ , мм | исполнение |            |            | № стандарта (ГОСТ) |              |              |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------|--------------|
|                              |                                  |                                | бол-<br>лт | гай-<br>ка | шай-<br>ба | шпильки            | гайки        | шайбы        |
| 1, 26, 51, 76,<br>101, 126   | M8                               | 30                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 2, 27, 52, 77,<br>102, 127   | M10                              | 35                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 3, 28, 53, 78,<br>103, 128   | M12                              | 40                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 4, 29, 54, 79,<br>104, 129   | M16                              | 45                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 5, 30, 55, 80,<br>105, 130   | M20                              | 50                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 6, 31, 56, 81,<br>106, 231   | M24                              | 55                             | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 7, 32, 57, 82,<br>107, 132   | M8                               | 60                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 8, 33, 58, 83,<br>108, 133   | M10                              | 65                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 9, 34, 59, 84,<br>109, 134   | M12                              | 70                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 10, 35, 60, 85,<br>110, 135  | M16                              | 75                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 11, 36, 61,<br>86, 111, 136  | M20                              | 80                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 12, 37, 62,<br>87, 112, 137  | M24                              | 90                             | 1          | 1          | 1          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 13, 38, 63, 88,<br>113, 138  | M8                               | 100                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 14, 39, 64, 89, 114,<br>139  | M10                              | 110                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 15, 40, 65,<br>90, 115, 140  | M12                              | 120                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 16, 41, 66, 91,<br>116, 141  | M16                              | 130                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 17, 42, 67, 92,<br>117, 142  | M20                              | 140                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 18, 43, 68, 93,<br>118, 143  | M24                              | 150                            | 1          | 1          | 1          | 7798-70            | 5915-<br>70  | 6402-70      |
| 19, 44, 69, 94,<br>119, 144  | M8                               | 40                             | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 20, 45, 70, 95,<br>120, 145  | M10                              | 60                             | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 21, 46, 71, 96,<br>121, 146  | M12                              | 80                             | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 22, 47, 72, 97,<br>122, 147  | M16                              | 90                             | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 23, 48, 73, 98,<br>123, 148  | M20                              | 100                            | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 24, 49, 74, 99,<br>124, 149  | M24                              | 110                            | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |
| 25, 50, 75, 100,<br>125, 150 | M12                              | 90                             | 1          | 1          | 2          | 7796-70            | 15521-<br>70 | 11371-<br>78 |

### Варианты задания «Соединение шпилькой»

| № варианта                | Диаметр шпильки<br>$D_1$ , мм | Длина шпильки<br>$L_1$ , мм | исполнение |       | № стандарта (ГОСТ) |          |          |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|-------|--------------------|----------|----------|
|                           |                               |                             | гайка      | шайба | шпильки            | гайки    | шайбы    |
| 1, 26, 51, 76, 101, 126   | M24                           | 150                         | 1          | 2     | 22032-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 2, 27, 52, 77, 102, 127   | M20                           | 80                          | 1          | 2     | 22034-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 3, 28, 53, 78, 103, 128   | M16                           | 55                          | 1          | 2     | 22036-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 4, 29, 54, 79, 104, 129   | M12                           | 50                          | 1          | 2     | 22038-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 5, 30, 55, 80, 105, 130   | M10                           | 50                          | 1          | 2     | 22040-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 6, 31, 56, 81, 106, 231   | M8                            | 50                          | 1          | 2     | 22032-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 7, 32, 57, 82, 107, 132   | M24                           | 130                         | 1          | 1     | 22034-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 8, 33, 58, 83, 108, 133   | M20                           | 140                         | 1          | 1     | 22036-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 9, 34, 59, 84, 109, 134   | M16                           | 50                          | 1          | 1     | 22038-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 10, 35, 60, 85, 110, 135  | M12                           | 55                          | 1          | 1     | 22040-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 11, 36, 61, 86, 111, 136  | M10                           | 30                          | 1          | 1     | 22032-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 12, 37, 62, 87, 112, 137  | M8                            | 55                          | 1          | 1     | 22034-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 13, 38, 63, 88, 113, 138  | M24                           | 55                          | 1          | 2     | 22036-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 14, 39, 64, 89, 114, 139  | M20                           | 50                          | 1          | 2     | 22038-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 15, 40, 65, 90, 115, 140  | M16                           | 45                          | 1          | 2     | 22040-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 16, 41, 66, 91, 116, 141  | M12                           | 35                          | 1          | 2     | 22032-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 17, 42, 67, 92, 117, 142  | M10                           | 55                          | 1          | 2     | 22034-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 18, 43, 68, 93, 118, 143  | M8                            | 25                          | 1          | 2     | 22036-76           | 15521-70 | 11371-78 |
| 19, 44, 69, 94, 119, 144  | M24                           | 80                          | 1          | 1     | 22038-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 20, 45, 70, 95, 120, 145  | M20                           | 130                         | 1          | 1     | 22040-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 21, 46, 71, 96, 121, 146  | M16                           | 140                         | 1          | 1     | 22032-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 22, 47, 72, 97, 122, 147  | M12                           | 130                         | 1          | 1     | 22034-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 23, 48, 73, 98, 123, 148  | M10                           | 55                          | 1          | 1     | 22036-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 24, 49, 74, 99, 124, 149  | M8                            | 130                         | 1          | 1     | 22038-76           | 5915-70  | 6402-70  |
| 25, 50, 75, 100, 125, 150 | M24                           | 140                         | 1          | 1     | 22040-76           | 5915-70  | 6402-70  |

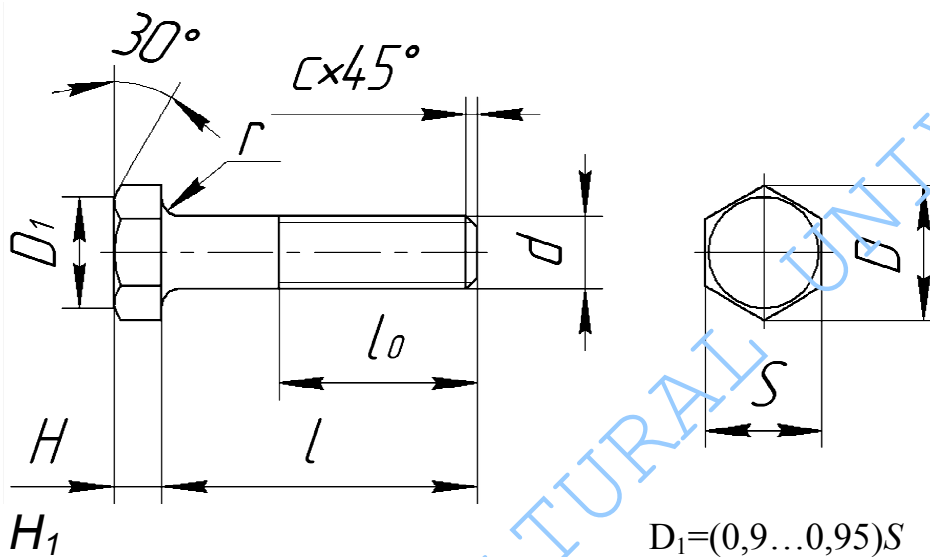
## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Болты нормальной точности

Болты с шестигранной головкой - ГОСТ 7798-70

Болты с шестигранной уменьшенной головкой - ГОСТ 7796-70



Из таблицы брать размеры по следующим обозначениям:

Болт ГОСТ 7798-70:  $H, S, D$

Болт ГОСТ 7796-70:  $H_1, S_1, D_2$

| Номинальный диаметр резьбы $d$ |          | Размеры, мм |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|----------|-------------|------|------|------|------|------|
|                                |          | 8           | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   |
| Шаг резьбы Р                   | крупный  | 1,25        | 1,5  | 1,75 | 2    | 2,5  | 3    |
|                                | мелкий   | 1           | 1,25 | 1,25 | 1,5  | 1,5  | 3    |
| Диаметр стержня $d_1$          |          | 8           | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   |
| Размер «под ключ»              | $S$      | 13          | 17   | 19   | 24   | 30   | 36   |
|                                | $S_1$    | 12          | 14   | 17   | 22   | 27   | 32   |
| Высота головки                 | $H$      | 5,5         | 7    | 8    | 10   | 13   | 15   |
|                                | $H_1$    | 5           | 6    | 7    | 9    | 11   | 13   |
| Диаметр описанной              | $D$      | 14,2        | 18,7 | 20,9 | 26,5 | 33,3 | 39,6 |
|                                | $D_2$    | 13,1        | 15,3 | 18,7 | 24,3 | 29,9 | 35   |
| Радиус под головкой R          | не менее | 0,4         | 0,4  | 0,6  | 0,6  | 0,8  | 0,8  |
|                                | не более | 1,1         | 1,1  | 1,6  | 1,6  | 2,2  | 2,2  |

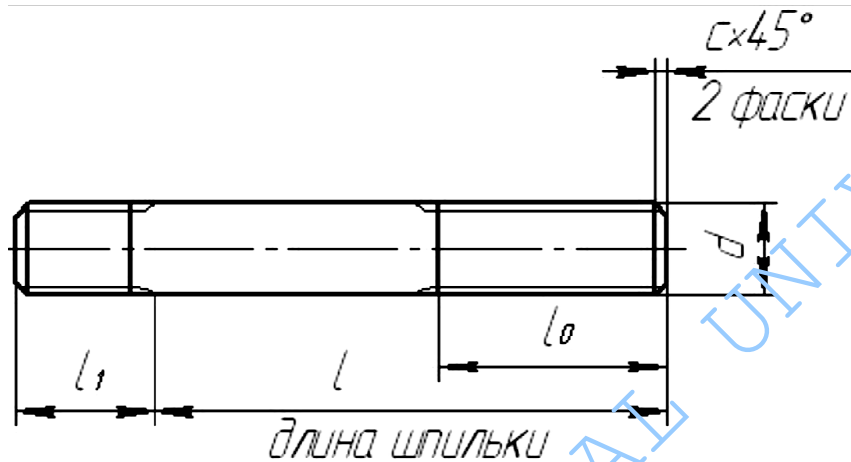
## Длины болтов по ГОСТ 7798-70; ГОСТ 7796-70

| Размеры, мм     |   |    |    |    |    |    |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|
| Длина болта $L$ | Длина резьбы $L_o$ при $d$<br>(знаком * отмечены болты с резьбой по всей длине) |    |    |    |    |    |
|                 | 8   | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 |
| 30              | 22  | *  | *  | *  | *  | -  |
| 35              | 22  | 26 | 30 | *  | *  | *  |
| 40              | 22  | 26 | 30 | *  | *  | *  |
| 45              | 22  | 26 | 30 | 38 | *  | *  |
| 50              | 22  | 26 | 30 | 38 | *  | *  |
| 55              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | *  |
| 60              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | *  |
| 65              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 70              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 75              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 80              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 90              | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 100             | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 110             | 22  | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 120             | -   | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 130             | -   | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 140             | -   | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |
| 150             | -   | 26 | 30 | 38 | 46 | 54 |

Пример обозначения: болт исполнения 1, диаметром резьбы  $d=12$  мм, длиной  $L=60$ , с крупным шагом резьбы, класса прочности 5.8, без покрытия - Болт М12 60.58 ГОСТ 7798-70.

### Шпильки резьбовые нормальной точности с ввинчиваемыми концами

(по ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22034-76, ГОСТ 22036-76, ГОСТ 22038-76, ГОСТ 22040-76)



| Номинальный диаметр резьбы $d=d_1$   |                              | Размеры, мм |      |      |      |     |    |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------|------|------|------|-----|----|
|                                      |                              | 8           | 10   | 12   | 16   | 20  | 24 |
| Шаг резьбы $P$                       | крупный                      | 1,25        | 1,5  | 1,75 | 2    | 2,5 | 3  |
|                                      | мелкий                       | 1           | 1,25 | 1,25 | 1,5  | 1,5 | 2  |
| Длина ввинчиваемого резьбового конца | ГОСТ 22032-76<br>$L_1=d$     | 8           | 10   | 12   | 16   | 20  | 24 |
|                                      | ГОСТ 22034-76<br>$L_1=1,25d$ | 10          | 12   | 15   | 20   | 25  | 30 |
|                                      | ГОСТ 22036-76<br>$L_1=1,6d$  | 14          | 16   | 20   | 25 - | 32  | 38 |
|                                      | ГОСТ 22038-76<br>$L_1=2d$    | 16          | 20   | 24   | 32   | 40  | 48 |
|                                      | ГОСТ 22040-76<br>$L_1=2,5d$  | 20          | 25   | 30   | 40   | 50  | 60 |

## Диаметры отверстий под резьбу с крупным шагом

|                                    | Размеры, мм |     |      |      |      |      |
|------------------------------------|-------------|-----|------|------|------|------|
|                                    | 8           | 10  | 12   | 16   | 20   | 24   |
| Номинальный диаметр резьбы $d$     | 8           | 10  | 12   | 16   | 20   | 24   |
| Диаметр отверстия под резьбу $d_c$ | 6,7         | 8,5 | 10,2 | 13,9 | 17,4 | 20,9 |

## Длины шпилек резьбовых

| Длина шпильки $L$ | Размеры, мм  |    |    |    |    |    |
|-------------------|--|----|----|----|----|----|
|                   | Длина гаечного конца $L_0$ при $d$ (знаком * отмечены шпильки с длиной гаечного конца $L_0 = L - 0,5d$ ) |    |    |    |    |    |
|                   | 8  | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 |
| 25                | *  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 30                | -  | *  | -  | -  | -  | -  |
| 35                | -  | -  | *  | -  | -  | -  |
| 40                | -  | -  | -  | *  | *  | -  |
| 45                | -  | -  | -  | *  | *  | *  |
| 50                | 22   | 26 | 30 | 38 | *  | *  |
| 55                | 22   | 26 | 30 | 38 | *  | *  |
| 80                | -  | -  | -  | -  | 46 | 54 |
| 130               | 28   | 32 | 36 | 44 | 52 | 60 |
| 140               | 28   | 32 | 36 | 44 | 52 | 60 |
| 150               | 28   | 32 | 36 | 44 | 52 | 60 |

Пример обозначения: шпилька диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом  $P=2$  мм, длиной  $L = 120$  мм, длиной ввинчивания резьбового конца  $L_1 = 1,25d$ , нормальной точности, класса прочности 5.8, без покрытия - Шпилька М16 х 120.58 ГОСТ 22034-76.

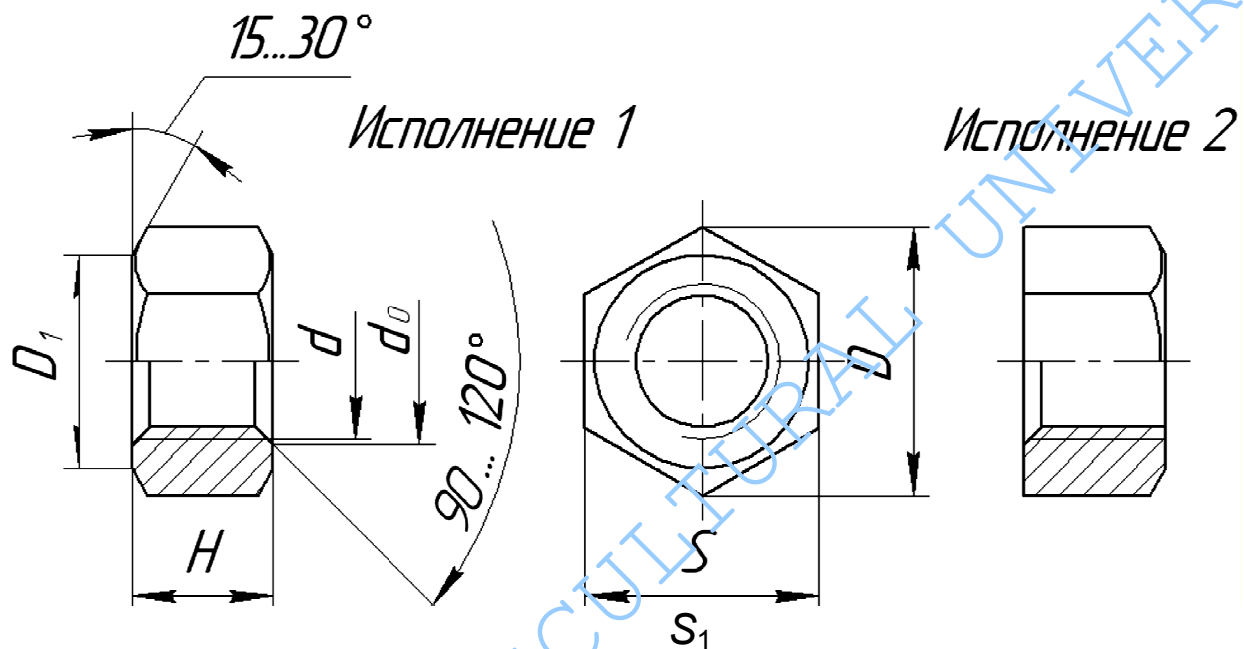
**Диаметры сквозных отверстий под болты, шпильки для соединения  
деталей с зазорами**

| Диаметры стержней крепежных деталей $d$ | Диаметры сквозных отверстий $d_1$  |                                    |                                       |
|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|   | 1-ый ряд<br>Повышенная<br>точность | 2-ой ряд<br>Нормальная<br>точность | 3-ий ряд<br>Грубая точность<br>сборки |
| 8                                       | 8,4                                | 9                                  | 10                                    |
| 10                                      | 10,5                               | 11                                 | 12                                    |
| 12                                      | 13                                 | 14                                 | 15                                    |
| 16                                      | 17                                 | 18                                 | 19                                    |
| 20                                      | 21                                 | 22                                 | 24                                    |
| 24                                      | 25                                 | 26                                 | 28                                    |

### Гайки нормальной точности

Гайки шестигранные - ГОСТ 5915-70

Гайки шестигранные с уменьшенным размером под ключ ГОСТ 15521-70



Из таблицы брать размеры по следующим обозначениям:

Гайка по ГОСТ 5915-70:  $S, D$

Гайка по ГОСТ 15521-70:  $S_1, D_2$

| Номинальный размер резьбы $d$ | Размеры, мм |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|
|                               | 8           | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   |      |
| Шаг резьбы $P$                | крупный     | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2    | 2,5  | 3    |
|                               | мелкий      | 1    | 1,25 | 1,25 | 1,5  | 1,5  | 2    |
| Размер «под ключ»             | $S$         | 13   | 17   | 19 • | 24   | 30   | 36   |
|                               | $S_1$       | 12   | 14   | 17   | 22   | 27   | 32   |
| Диаметр описанной окружности  | $D$         | 14,2 | 18,7 | 20,9 | 26,5 | 33,3 | 39,6 |
|                               | $D_2$       | 13,1 | 15,3 | 18,7 | 24,3 | 29,9 | 35   |
| Высота гайки                  | $H$         | 6,5  | 8    | 10   | 13   | 16   | 19   |

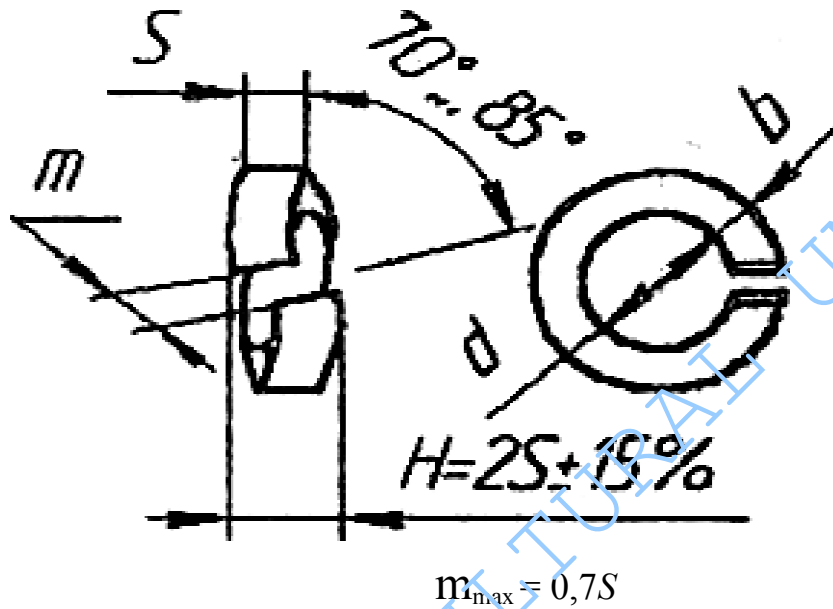
Пример обозначения: гайка исполнения 1, диаметром резьбы 12 мм, о крупным шагом резьбы, класса точности 5, без покрытия - Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70

### Шайбы пружинные (ГОСТ 6402-70)

Шайбы пружинные изготавливают:

Л - легкие, Н - нормальные, Т - тяжелые, ОТ - особо тяжелые.

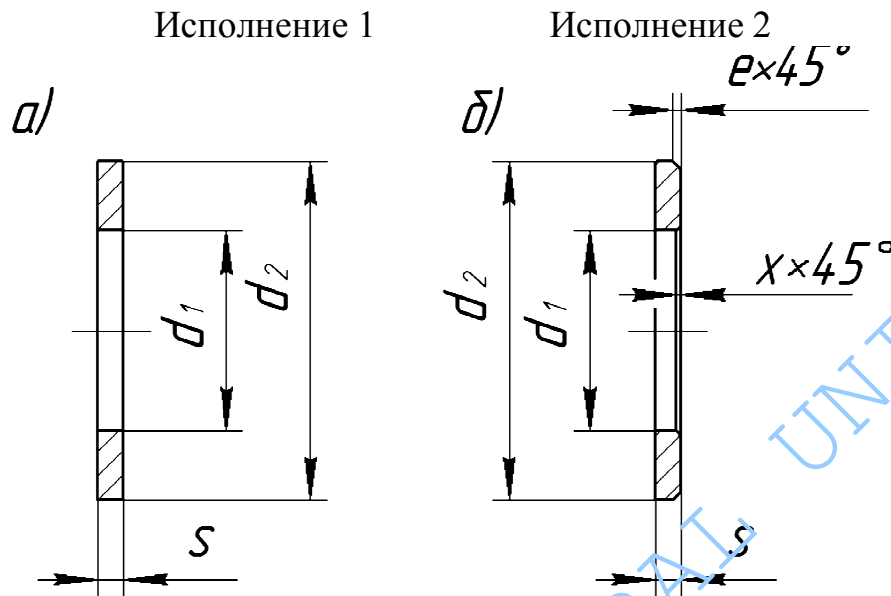
В нашем случае рассматриваем шайбы нормальные



|                              | Размеры, мм |      |      |      |      |      |
|------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| Диаметр болта, шпильки       | 8           | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   |
| Внутренний диаметр шайбы $d$ | 8,1         | 10,1 | 12,1 | 16,3 | 20,5 | 24,5 |
| Шайба нормальная $S=b$       | 2           | 2,5  | 3    | 4    | 5    | 6    |

Пример обозначения: шайба для болта, шпильки диаметром резьбы 12 мм, нормальная, из стали 65Г, без покрытия - Шайба 12.65ГГОСТ 6402-70,

## Шайбы (ГОСТ 11371-78)



|                                | Размеры, мм |      |     |     |     |     |
|--------------------------------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|
|                                | 8           | 10   | 12  | 16  | 20  | 24  |
| Диаметр болта, шпильки         | 8           | 10   | 12  | 16  | 20  | 24  |
| Внутренний диаметр шайбы $d_1$ | 8,4         | 10,5 | 13  | 17  | 21  | 25  |
| Наружный диаметр шайбы $d_2$   | 17          | 21   | 24  | 30- | 37  | 44  |
| Толщина шайбы $S$              | 1,6         | 2    | 2,5 | 2,5 | 3   | 4   |
| Величина фаски $e$             | 0,4         | 0,5  | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,0 |

Пример обозначения: шайба для болта, шпильки диаметром 12 мм, исполнение 2 - Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |    |
|--|----|
| Введение.....                                      | 3  |
| Цель работы.....                                   | 4  |
| Объем задания.....                                 | 4  |
| Порядок выполнения работы.....                     | 4  |
| Соединения.....                                    | 7  |
| Общие технические требования и нормы.....          | 8  |
| Общие сведения.....                                | 9  |
| Классификация резьбовых соединений.....            | 10 |
| Достоинства и недостатки резьбовых соединений..... | 11 |
| Стандартные резьбы.....                            | 12 |
| Изображение резьбы.....                            | 16 |
| Крепежные детали.....                              | 19 |
| Варианты задания «соединение болтом».....          | 20 |
| Варианты задания «соединение шпилькой».....        | 21 |
| Приложения.....                                    | 22 |
| Рекомендуемая литература.....                      | 30 |