



УДК 744.4(075.8)

ББК 30.112я73

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис технических и технологических систем» Поволжского государственного университета сервиса *Б.М. Горшков*;  
канд. пед. наук, доцент секции «Инженерная графика» Тольяттинского государственного университета *Т.А. Варенцова*.

Егоров, А.Г. Резьбы и резьбовые соединения : электронное учебное пособие / А.Г. Егоров. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1506-7.

Учебное пособие содержит сведения о классификации, стандартизации основных типов резьб, их изображения и обозначения, правила выполнения чертежей некоторых резьбовых соединений.

Предназначено для студентов технических направлений подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2020

Редактор *Е.В. Пилясова*  
Корректор *О.П. Корабельникова*  
Технический редактор *Н.П. Крюкова*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 17.03.2020.

Объем издания 5,7 Мб.

Комплектация издания: компакт-диск,  
первичная упаковка.

Заказ № 1-07-19.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел. 8 (8482) 53-91-47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	7
Глава 1. РЕЗЬБЫ .....	9
1.1. Общие сведения по резьбам .....	9
1.2. Основные параметры резьбы .....	11
1.3. Условное изображение резьбы .....	13
1.4. Схема классификации резьб .....	15
1.5. Основные типы резьб, их обозначение и назначение .....	16
1.6. Конструктивные элементы (проточки, фаски) .....	21
Выводы .....	22
Вопросы для самоконтроля .....	23
Глава 2. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ .....	24
2.1. Болты .....	24
2.2. Шпильки .....	25
2.3. Гайки .....	26
2.4. Шайбы .....	27
2.5. Шплинты .....	29
Выводы .....	30
Вопросы для самоконтроля .....	30
Глава 3. РАЗЪЕМНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ .....	31
3.1. Соединение болтовое .....	31
3.2. Соединение шпилькой .....	33
Выводы .....	35
Вопросы для самоконтроля .....	35
Глава 4. РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ .....	36
4.1. Объем и содержание задания .....	36
4.2. Последовательность выполнения задания .....	39
ТЕСТЫ .....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	47
ГЛОССАРИЙ .....	48
Приложение А .....	51
Приложение Б .....	55
Приложение В .....	56
Приложение Г .....	57

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Соединения составных частей изделий бывают разъемными и неразъемными.

**Неразъемные** соединения невозможно разобрать без разрушения или деформации всех взаимодействующих элементов. Это сварные, паяные, клеевые, заклепочные соединения. К ним можно отнести и посадки с натягом.

К **разъемным** относят соединения, которые можно неоднократно разобрать, рассоединить и снова собрать без разрушения соединяющих и соединяемых элементов. К таким соединениям относят шпоночные, шлицевые, зубчатые и резьбовые. Резьбы и резьбовые соединения широко применяются в технике и имеют ряд достоинств по сравнению с другими изделиями. К ним можно в первую очередь отнести простоту в изготовлении и технологичность самого процесса. Резьбовые соединения легко разобрать и собрать. Эти соединения обеспечивают достаточную надежность при эксплуатации.

**Цель изучения курса «Резьбы и резьбовые соединения»** – освоить выполнение чертежей разъемных резьбовых соединений, изучить правила оформления и обозначения резьбы и резьбовых соединений.

### **Задачи:**

- научиться выполнять изображения и обозначения стандартных резьб;
- научиться выполнять изображения нестандартных резьб;
- научиться выполнять изображения резьбовых соединений, в том числе крепежных.

### **Изучив тему, студент должен**

#### ▪ **знать:**

- основные параметры резьбы;
- конструктивные элементы резьбы;
- условное изображение резьбы по ГОСТ 2.311–68;
- основные типы резьб, их обозначение;
- стандартные крепежные изделия (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, шплинты);

- соединение болтовое;
- соединение шпилькой;
  - *уметь:*
- применять разъемные резьбовые соединения в изделиях;
- работать со справочной литературой;
  - *владеть навыком* грамотного изображения и обозначения резьбы, резьбовых изделий и резьбовых соединений.

### ***Место дисциплины в структуре ООП ВО***

Учебная дисциплина является базовой дисциплиной профессионального цикла дисциплин. Освоение дисциплины базируется на курсе начертательной геометрии и школьном курсе черчения. В учебном пособии рассматривается не только теория, но и примеры применения полученных знаний. Даются подробные рекомендации по выполнению индивидуального домашнего задания. Знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения материалов данного пособия, необходимы для освоения последующих тем данной дисциплины, таких как эскизы сборочной единицы, рабочий чертеж сборочной единицы, чтение чертежа по теме детализирования.

## ВВЕДЕНИЕ

Графика – это способ отображения окружающей нас действительности на плоскости. Графика вмещает в себя множество способов изображения. Чертеж – это графическое изображение, выполненное при помощи специальных чертежных инструментов и принадлежностей по особым правилам построения изображений, которое дает нам полное представление о внешнем и внутреннем устройстве предмета и о его размерах. С развитием техники чертежи усложнялись, и их выполнение требовало более высокой точности исполнения. Для того чтобы понять внутреннее устройство изделия и принцип его работы, начали применять масштабы, проекционную связь, выполнять разрезы. Эти чертежи были уже близки к современным чертежам, но на них не было размеров. Они определялись с помощью масштабной шкалы, изображенной на поле чертежа. Позднее на чертежи стали наносить размеры с помощью выносных и размерных линий. С дальнейшим развитием машинного производства чертеж приобрел значение важного технического документа, содержащего данные не только о форме и размерах детали, но и о чистоте обработки поверхностей, термической обработке и предельные отклонения размеров, т. е. сведения, необходимые для изготовления этой детали.

В период индустриализации в условиях бурного развития всех отраслей народного хозяйства потребовалось создание единой жесткой системы правил и норм выполнения машиностроительных чертежей. Такие правила устанавливают стандарты. С 1968 года для чертежей применяются стандарты ЕСКД – Единой системы конструкторской документации. Нужно отметить, что все нормы и правила, по которым выполняют чертежи, собранные в государственных стандартах, постоянно совершенствуются и изменяются в зависимости от развития производства, науки и техники.

Чертеж имеет исключительно важное значение в практической деятельности человека. Он является средством выражения замыслов ученого, конструктора и основным производственным документом, по которому осуществляется строительство зданий и инженерных сооружений, изготовление машин, механизмов и их составных

частей. Чертеж является международным графическим языком, понятным любому технически грамотному человеку. Инженерная графика – дисциплина, необходимая для подготовки инженеров всех специальностей, обучает методам изображения предметов и общим правилам черчения. Получающиеся при этом чертежи называются проекционными. Изучение начертательной геометрии и инженерной графики развивает пространственное и логическое мышление, необходимое в любой области инженерной деятельности, особенно для конструктора и проектировщика.

# Глава 1. РЕЗЬБЫ

## 1.1. Общие сведения по резьбам

В технике для соединения деталей машин широко применяют резьбы. Для работы резьбовой пары винт – гайка необходимо, чтобы при вращении одной из деталей пары происходило перемещение винта и гайки относительно друг друга вдоль оси вращения. Такое движение можно обеспечить с помощью винтовой линии.

Винтовая линия представляет собой траекторию движения точки, которая вращается вокруг некоторой оси и одновременно перемещается вдоль нее, причем оба эти движения равномерны. Если радиус вращения точки остается постоянным, то образовавшаяся при ее движении винтовая линия может быть «надета» на цилиндр вращения. Такая винтовая линия называется цилиндрической (рис. 1). Изменяя радиус вращения точки по тому или иному закону, получают конические, сферические, глобoidные и другие винтовые линии.

За один полный оборот вокруг оси точка описывает один *виток* и перемещается вдоль оси на расстояние, называемое *шагом* винтовой линии.

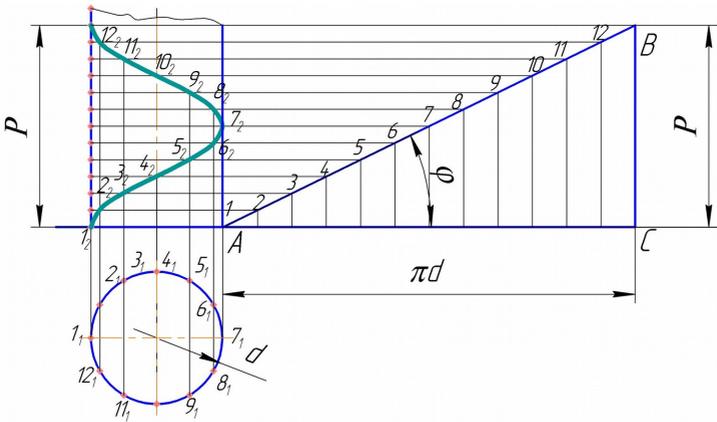


Рис. 1. Винтовая цилиндрическая линия

Длина витка цилиндрической винтовой линии может быть найдена из развертки этой линии на плоскость (рис. 1):

$$L = \sqrt{(\pi d)^2 + P^2},$$

где  $d$  – диаметр цилиндра, на который «надета» винтовая линия;  $P$  – ее шаг.

Угол  $\varphi$  называется *углом подъема* винтовой линии,  $\operatorname{tg} \varphi = P/\pi d$  характеризует соотношение скоростей поступательного и вращательного перемещения точки при ее винтовом движении.

Если по поверхности одновременно в том же направлении и с тем же шагом перемещаются две, три,  $n$  равномерно расположенных точек, то получается двух-, трех-,  $n$ -заходная винтовая линия. В этом случае расстояние, на которое перемещается точка одной и той же винтовой линии за один полный оборот, называется *ходом*  $Ph$ , а величина шага как кратчайшее расстояние между двумя соответственными точками винтовой линии равняется ходу, поделенному на число заходов:  $P = Ph/n$  (рис. 2).

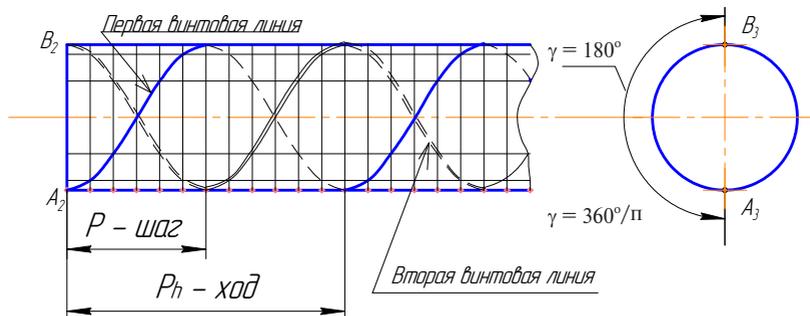


Рис. 2. Ход резьбы

Очевидно, что у однозаходной винтовой линии шаг равен ходу. Если винтовое перемещение совершает какая-либо линия, то образуется винтовая поверхность.

Геликоиды, образованные винтовым перемещением линейной образующей, наряду с резьбовыми изделиями применяются в винтах-червяках, в винтах-шнеках, при конструировании лопаток турбин и вентиляторов, сверлах и т. д.

## 1.2. Основные параметры резьбы

Если на поверхности цилиндра или конуса прорезать канавку по винтовой линии, то режущая кромка резца образует винтовую поверхность, характер которой зависит от формы режущей кромки.

Теоретически образование резьбы можно рассматривать как результат винтового перемещения какой-либо плоской геометрической фигуры (треугольника, трапеции, квадрата, полукруга). Вершины фигуры скользят по винтовым линиям, а плоскость ее в любом своем положении проходит через ось поверхности вращения.

В результате образуется *винтовой выступ*, ограниченный винтовыми и цилиндрическими поверхностями.

Винтовой выступ – *резьба*.

Фигура, образующая винтовой выступ, называется *профилем резьбы*.

Резьба может нарезаться на стержне (внешняя) и в отверстии (внутренняя). Если подъем винтового выступа на видимой (передней) стороне идет слева направо, резьба называется *правой*, справа налево – *левой*.

Если на поверхности одновременно перемещать не один, а два или более плоских профиля, равномерно смещенных по окружности относительно друг друга, то образуются так называемые многозаходные винты. Число заходов винта легко определить по его торцевой поверхности. На рис. 3 по трем винтовым ниткам, берущим начало в торце детали, мы определяем трехзаходный винт.

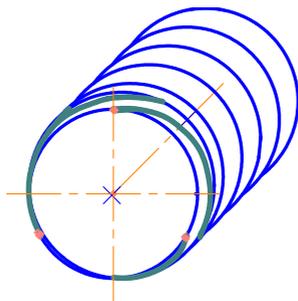


Рис. 3. Трехзаходный винт

На рис. 4 изображен профиль треугольной резьбы в продольном сечении.

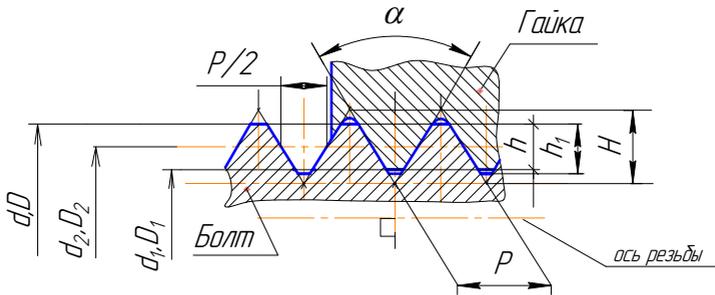


Рис. 4. Профиль треугольной резьбы

Основные параметры резьбы:

а)  $d, D$  – *наружный диаметр* резьбы – диаметр воображаемого цилиндра (конуса для конической резьбы), описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы. Обычно он равняется номинальному диаметру и используется при обозначении резьбы;

б)  $d_2, D_2$  – *средний диаметр* резьбы – диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, пересекающего витки резьбы таким образом, что ширина выступов и ширина впадин оказываются равными;

в)  $d_1, D_1$  – *внутренний диаметр* резьбы;

г)  $P$  – *шаг* резьбы, расстояние между соседними одноименными сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (для конической резьбы), – проекция на ось резьбы отрезка, соединяющего вершины профиля;

д)  $P_h$  – *ход* резьбы, величина относительного осевого перемещения винта или гайки за один полный поворот;

е)  $\alpha$  – *угол профиля* – угол между боковыми сторонами профиля;

ж)  $H$  – *высота исходного* профиля, полученного при продолжении боковых сторон остроугольного профиля до пересечения;

з)  $h$  – *рабочая высота* профиля – высота соприкосновения сторон профиля наружной и внутренней резьб в направлении, перпендикулярном оси резьбы;

и)  $h_1$  – *высота* профиля – расстояние между вершиной и впадиной профиля в направлении, перпендикулярном оси резьбы;

к)  $\varphi$  – *угол подъема* резьбы (рис. 1).

### 1.3. Условное изображение резьбы

Резьбы на чертежах изображают в соответствии с ГОСТ 2.311–68.

На стержне резьбу изображают сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими – по внутреннему. Тонкая линия пересекает линию фаски (рис. 5).

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, тонкую линию проводят на  $3/4$  окружности, размыкая в любом месте (эту линию не допускается начинать и заканчивать на осевой). Расстояние между тонкой линией и сплошной основной не должно быть меньше  $0,8$  мм и больше шага резьбы. Границу резьбы, если она видна на изображении, наносят в конце полного профиля резьбы сплошной основной линией.

Размер длины резьбы указывается, как правило, без сбега.

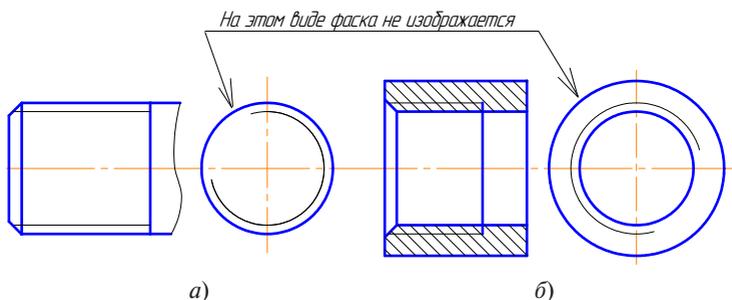


Рис. 5. Условное изображение резьбы цилиндрической

В отверстиях резьбу в разрезах вдоль оси изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими – по наружному.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, линию наружного диаметра проводят на  $3/4$  окружности, размыкая в любом месте (рис. 5, б), а фаска на этом виде не изображается.

Штриховку в сечениях и разрезах проводят до сплошной основной линии, т. е. наружного диаметра наружной резьбы и внутреннего диаметра внутренней.

На рис. 6, а, б показано условное изображение конической резьбы на стержне и в отверстии.

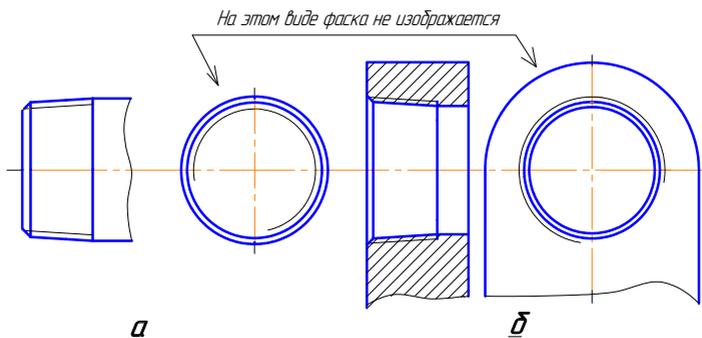


Рис. 6. Условное изображение резьбы конической

В резьбовом соединении сохраняет свои линии стержень (условно – болт). На разрезах резьбового соединения (рис. 7) в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

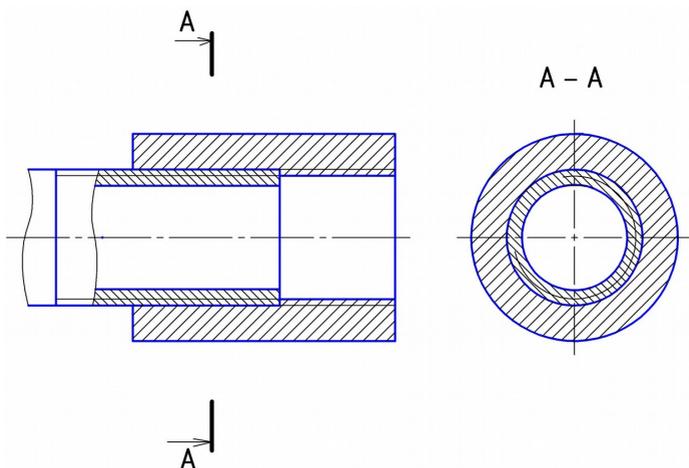
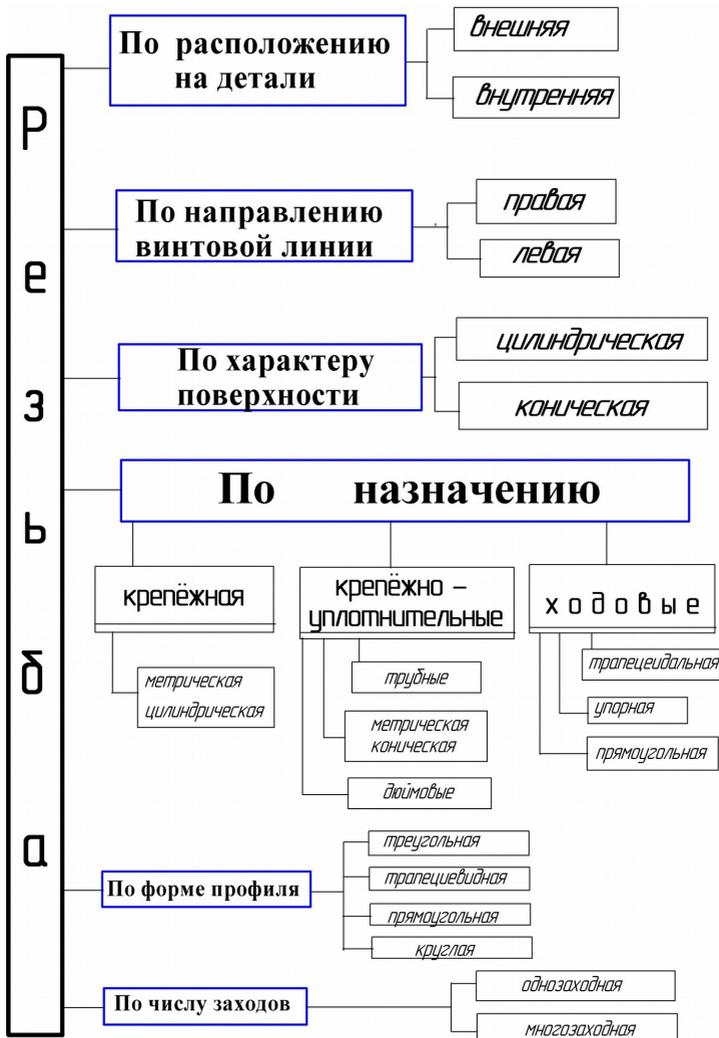


Рис. 7. Условное изображение резьбы в соединении

## 1.4. Схема классификации резьб



## 1.5. Основные типы резьб, их обозначение и назначение

**Метрическая резьба** является основной крепежной резьбой. Имеет треугольный профиль, угол профиля равен шестидесяти градусам. Именно треугольный профиль обеспечивает максимальную силу трения, которая является положительным фактором при основном предназначении этого вида резьбы. Резьба стандартизована. Существуют резьбы метрические с крупным шагом для диаметров от шести до шестидесяти восьми миллиметров и с мелким – для диаметров от одного до шестисот миллиметров. У резьбы с крупным шагом каждому диаметру соответствует единственный шаг. Следовательно, в обозначении резьбы он не проставляется. У резьб с мелким шагом одному диаметру соответствуют несколько шагов. Делаем вывод: мелкий шаг в обозначении метрической резьбы обязательно указывают.

**Трубная цилиндрическая резьба** относится к крепежно-уплотнительным резьбам. Угол профиля равен пятидесяти пяти градусам. Более скруглен по сравнению с метрической, поэтому обеспечивает большую герметичность в соединениях. Резьба стандартизована, устанавливаемые размеры – от одной шестнадцатой до шести дюймов. Номинальный размер в дюймах соответствует числовому значению условного диаметра отверстия трубы. Это отверстие называют условным проходом или диаметром в свету. Нетрудно понять, почему этот размер принят за основу в обозначении. При закладке всех водогазопроводных труб именно условный проход трубы является главным расчетным параметром. Поскольку наружный и внутренний диаметры трубной резьбы не равны размеру в дюймах, обозначение резьбы наносят на полке линии-выноски. При вычерчивании трубной резьбы размер наружного диаметра выбирают из таблицы стандарта.

**Трубная коническая резьба** также стандартизована для диаметров от одной шестнадцатой до шести дюймов. В основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы. Конусность всех конических резьб – один к шестнадцати. Это значение различное для наружной и внутренней резьб. Угол профиля равен пятидесяти пяти градусам. Трубная коническая резьба используется в резьбовых соединениях топливных, масля-

ных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков. Для вычерчивания всех конических резьб ГОСТ предусматривает последовательность построений. Вначале следует открыть стандарт на изображаемую коническую резьбу. Далее провести ось резьбы, задать линию, перпендикулярную оси, приняв ее за линию торцевой плоскости. От торцевой плоскости отложить размер, определяющий расстояние до основной плоскости. Провести прямую, параллельную линии торцевой плоскости. Именно в основной плоскости откладывается размер наружного диаметра для данной резьбы, который также находится в таблице стандарта. Через полученные точки проводят образующие конуса. Далее от торцевой плоскости откладывают рабочую длину, которую также выбирают из таблицы стандарта. Внутренний диаметр проводят условно. Все конические резьбы обозначают на полке линии-выноски.

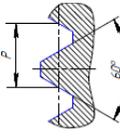
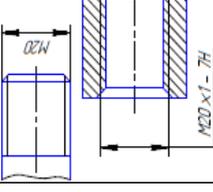
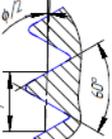
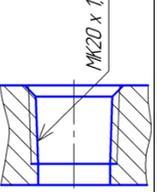
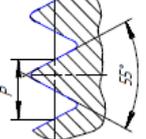
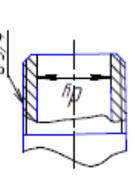
**Трапецидальная резьба** относится к ходовым. Служит для перемещения одной детали относительно другой или для преобразования вращательного движения в поступательное. Профиль резьбы – равнобокая трапеция. Угол профиля – тридцать градусов. Данная форма профиля силу трения сводит к минимуму, что является желательным фактором при ее использовании. Резьба стандартизована, размеры диаметров – от восьми до шестисот сорока миллиметров. Для каждого диаметра предусматривается три и более различных шага. Следовательно, в обозначении шаг обязательно указывают.

**Упорная резьба** используется в винтах, выдерживающих большие односторонние нагрузки. Угол профиля – неравнобокая трапеция. Одна сторона наклонена под углом тридцать градусов, другая, рабочая, под углом три градуса. Резьба стандартизована для диаметров от десяти до шестисот сорока миллиметров.

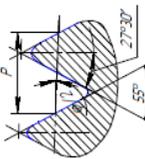
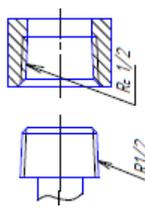
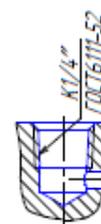
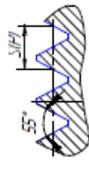
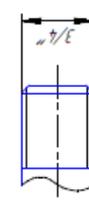
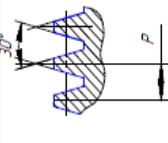
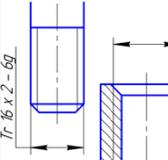
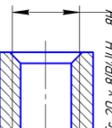
**Прямоугольная резьба** используется для передачи осевых сил в грузовых винтах и движения – в ходовых. Резьба менее прочна по сравнению с трапецидальной и упорной, трудна в изготовлении. Не стандартизована, поэтому задается всеми конструктивными размерами: наружным и внутренним диаметрами, шагом, шириной зуба на стержне или впадины в отверстиях. Сведения о числе заходов, левом направлении наносят на линии полки-выноски с добавлением слова «Резьба».

Таблица 1

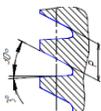
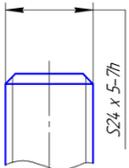
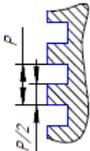
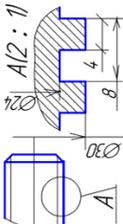
## Основные типы резьб, их изображение и обозначение

№	Тип резьбы	Профиль	Условное изображение и обозначение	Примеры обозначений	Общие сведения и область применения
1	Крепежная			<b>M 20</b> ( <i>M</i> – условное обозначение метрической резьбы, 20 – наружный диаметр)  <b>M 20×1 – 7H</b> (1 – шаг метрической, 7H – поле допуска)  <b>M 24×3(P1,5)LH</b> (3 – ход, 1,5 – шаг, LH – левая)	Метрические резьбы подразделяют на резьбу с крупным шагом (от 25 до 68 мм) и с мелким шагом (от 1 до 600 мм). У резьбы с крупным шагом одному и тому же диаметру соответствуют различные шаги. Резьба с мелким шагом может быть нарезана на тонкостенных деталях, по сравнению с обычной обеспечивает большую герметичность и сопротивляемость развинчиванию
	Метрическая				
2	Крепежно-уплотнительная			<b>MK 20×1,5</b> ( <i>MK</i> – условное обозначение метрической конической резьбы, 20 – номинальный диаметр в осевой плоскости, 1,5 – шаг)	Конусность 1:16; номинальные диаметры от 6 до 60 мм; применяется для конических резьбовых соединений, а также в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической, обеспечивает большую герметичность
	Метрическая коническая				
3	Крепежно-уплотнительная			<b>G 3/4 – A</b> <b>G 3/4 – B</b> ( <i>A, B</i> – классы точности) <b>G 1 1/2 LH – B – 40</b> ( <i>G</i> – условное обозначение трубной цилиндрической резьбы, 1 1/2 – размер в дюймах, 40 – длина свинчивания)	Стандарт устанавливает размеры от 1/16 до 6 дюймов. Номинальный размер в дюймах соответствует числовому значению (в дюймах) условного диаметра отверстия трубы $d_1$ , на которой нарезана резьба. Применяется в соединениях трубопроводов. Для обеспечения большей плотности применяют соединения внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической
	Трубная цилиндрическая				

Продолжение табл. 1

№	Тип резьбы	Профиль	Условное изображение и обозначение	Примеры обозначений	Общие сведения и область применения
4	Трубная коническая			<b>R 1/2</b> – условное обозначение наружной резьбы <b>Rc 1/2</b> – условное обозначение внутренней резьбы	Резьба стандартизована для диаметров от 1/16 до 6 дюймов (в основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы). Применяется для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков
	Крепежно-уплотнительные			<b>K 1/4" ГОСТ 6111-52</b>	Применяется для диаметров от 1/16 до 1 1/2 " дюйма при числе шагов на дюйм от 27 до 11,5
6	Дюймовая			<b>3/4" –</b> размер наружного диаметра резьбы	Применяется для диаметров от 1/16 до 1 1/2 " дюйма при числе шагов на дюйм от 27 до 11,5
	Холодовые			<b>Tr 16x2 – 7H</b> (Tr – условное обозначение трапецидальной резьбы, 2–2 шаг, 6g – поле допуска) <b>Tr 16x8 (P4)LH</b> (P4 – шаг, 8 – ход, LH – левая)	Стандарт предусматривает размеры диаметров от 8 до 640 мм. Для каждого диаметра предусматривается три и более различных шага. Применяется в деталях для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках
7					

Окончание табл. 1

№	Тип резьбы	Профиль	Условное изображение и обозначение	Примеры обозначений	Общие сведения и область применения
8	Упорная			$S\ 24 \times 5 - 7h$ ( $S$ – условное обозначение, 24 – наружный диаметр, 5 – шаг, 7h – поле допусков)	Резьба стандартизована для диаметров от 10 до 640 мм с шагом от 2 до 24 мм. Применяют главным образом тогда, когда винт должен передавать нагрузку в одном направлении
	Ходовые			Задаётся всеми конструктивными размерами: наружным и внутренним диаметрами, шагом, шириной зуба (на стержне) или впадины (в отверстии)	Применяют для передачи осевых сил в грузовых винтах и движения – в ходовых, так как имеют высокий КПД. При обозначении сведения о числе заходов, левом направлении наносят на линии полки-выноски с добавлением слова «Резьба»
Специальные резьбы бывают:					
Общего профиля					
10	Упорная усиленная	$\alpha = 45^\circ$	-	<i>Спец. ул.</i> $500 \times 32 \times 45^\circ$ <i>ГОСТ 13535-68</i>	Применяются при больших осевых нагрузках
Стандартного профиля, но с нестандартным диаметром или шагом					
	<i>M, Tr, S...</i>			<i>СпМ 19x1,5</i> (19 нестандартный)	В обозначении такой резьбы указывают: <i>Сп</i>
<b>Внимание!</b> Обозначение всех резьб, кроме трубной и конических, относят к наружному диаметру. Конические и трубную цилиндрическую – только на полке линии-выноски.					

В некоторых случаях возникает необходимость в использовании **специальных резьб**. Такие резьбы могут иметь специальный, нестандартный профиль или, при стандартном профиле, нестандартные диаметр или шаг. В этом случае перед обозначением резьбы добавляют сокращение из двух букв Сп.

### 1.6. Конструктивные элементы (проточки, фаски)

Резьбу наружную и внутреннюю нарезают на токарно-винторезных станках или на специальных станках-автоматах, обладающих высокой производительностью. Для изготовления внутренней резьбы применяют метчик, для наружной – плашку, резец или гребенку, заточенные по профилю резьбы.

В современных массовых производствах находит широкое применение метод накатки резьбы.

На конечном участке, где резец, выходя из металла, нарезает витки неполноценного профиля, происходит постепенное уменьшение глубины резьбы (рис. 8).

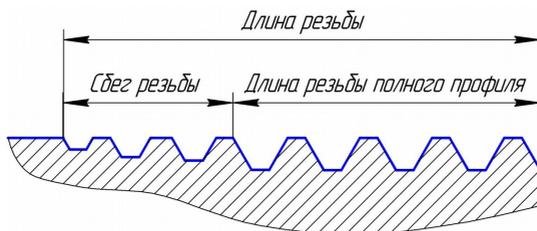


Рис. 8. Сбег резьбы

Чтобы избежать неполноценных по глубине витков, изготовление резьбы начинают с вытачивания кольцевой канавки, называемой проточкой, предназначенной для выхода резца в конце нарезаемого участка. Форму и размеры проточек для выхода резьбообразующего инструмента в соответствии с каждым типом резьбы устанавливает ГОСТ 10549–80 [3].

Для предохранения крайних витков резьбы от повреждения и для лучшего направления гайки при ее завинчивании на резьбе

обычно делают фаску (срез конический под углом 45). Размеры фасок устанавливаются этим же стандартом.

На рис. 9 показаны конструкции проточек и размеры к ним.

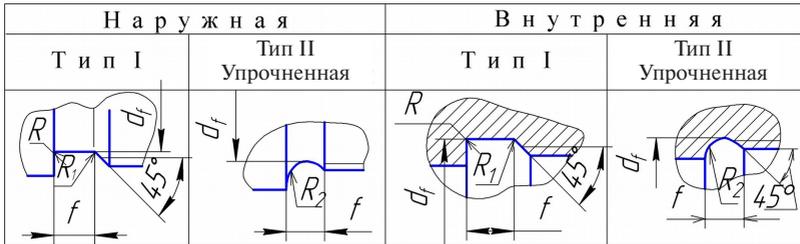


Рис. 9. Проточки

## Выводы

1. Винтовая линия представляет собой траекторию движения точки, которая вращается вокруг некоторой оси и одновременно перемещается вдоль нее, причем оба эти движения равномерны.

2. За один полный оборот вокруг оси точка описывает один виток и перемещается вдоль оси на расстояние, называемое шагом винтовой линии.

3. Резьбу можно рассматривать как результат винтового перемещения какой-либо плоской геометрической фигуры по цилиндрической или конической поверхностям.

4. На стержне резьбу изображают сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими — по внутреннему.

5. В отверстии резьбу в разрезах вдоль оси изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими — по наружному.

6. В резьбовом соединении сохраняет свои линии стержень.

## Вопросы для самоконтроля

1. Как образуется резьба?
2. Назовите основные параметры резьбы.
3. Какие резьбы относятся к крепежным, какие к ходовым?
4. Как изображается резьба на стержне?
5. Как изображается резьба в отверстии?
6. Дайте определение шагу резьбы.
7. Дайте определение ходу резьбы.
8. Как избежать резьбы с неполноценным профилем?
9. Как обозначаются резьбы?
10. Какая резьба не стандартизована и какие размеры следует про-  
ставлять на ее изображении?
11. Какие резьбы называют специальными?

## Глава 2. СТАНДАРТНЫЕ КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Соединение частей машин и конструкций может быть осуществлено с помощью крепежных деталей: болтов, винтов, шпилек, гаек и т. д. Правила изображения и обозначения всех стандартных крепежных и соединительных деталей на чертеже регламентируются соответствующими стандартами.

### 2.1. Болты

Болт (рис. 10) представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом (чаще всего в виде шестигранной призмы).

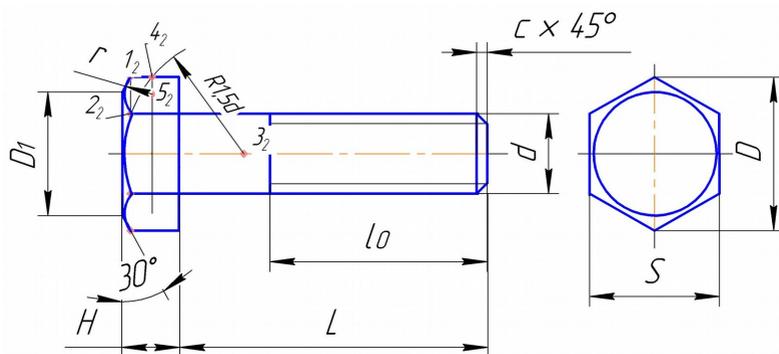


Рис. 10. Изображение болта

Болты отличаются друг от друга по форме и размерам головки (шестигранные, круглые, высокие, низкие), по шагу резьбы (крупный, мелкий), по точности изготовления (нормальная – класс В, повышенная – класс А, грубая – класс С) и характеру исполнения (I – без отверстия, II – с отверстием для шплинта на резьбовой части стержня, III – с двумя отверстиями в головке болта для крепления проволокой группы болтов). Каждому диаметру резьбы болта соответствуют определенные размеры его головки, а размеры его длины зависят от толщин скрепляемых деталей. Поэтому для одного и того же диаметра резьбы могут быть различными. В связи с этим

длина болта, как и длины большинства крепежных деталей, требует предварительного расчета.

Когда вычерчивают болт с точным соблюдением формы, то гиперболы, получающиеся при пересечении конической фаски с гранями головки, заменяют дугами окружности. Построение и размеры радиусов показаны на рис. 10. Цифровое обозначение точек соответствует последовательности построения.

ГОСТ 1759.4–87 на технические требования к болтам, винтам, шпилькам и гайкам устанавливает для болтов, винтов и шпилек из углеродистых и легированных сталей классы прочности 3,6; 4,6; 4,8; 5,6; 5,8; 6,6; 6,8; 6,9; 8,8; 9; 10,9; 12,9; 14,9. Выделенный класс рекомендуется проставлять в задании, как широко применяемый.

На каждую разновидность болта есть свой стандарт, в общей сложности только на болты с шестигранной головкой имеется девять стандартов. На стандартные крепежные изделия рабочие чертежи не выполняются, поэтому обозначение таких изделий, помещаемое в спецификации, должно содержать полную информацию по изделию в соответствии со стандартом.

Пример условного обозначения болта с шестигранной головкой, класса точности **В**, исполнения **I**, с номинальным диаметром резьбы **12 мм**, длиной **60 мм**, с крупным шагом резьбы и полем допуска **6g**, класса прочности **5,8**, без покрытия:

**Болт М12-6g60.58 ГОСТ 7798–70\*.**

## **2.2. Шпильки**

Шпилька (рис. 11) представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах.

Одним концом  $I_1$ , который называется **ввинчиваемым**, шпилька ввертывается в резьбовое отверстие одной из скрепляемых деталей, на другой конец  $I_0$ , называемый просто **резьбовым**, навинчивается гайка. Длиной шпильки считают величину  $I$ , на которую надеваются скрепляемые детали, шайба и навинчивается гайка. Длина шпильки предварительно рассчитывается, затем округляется до ближайшей большей стандартной длины.

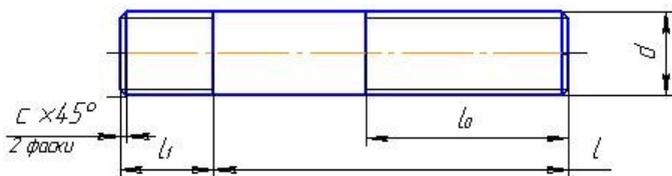


Рис. 11. Изображение шпильки

Длина винчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую шпилька вворачивается.

Для деталей из сталей, бронз, латуней, титановых сплавов  $l_1 = d$ .

Для деталей из ковкого и серого чугуна  $l_1 = 1,25d$ ,  $l_1 = 1,6d$ .

Для деталей из легких сплавов  $l_1 = 2d$ ,  $l_1 = 2,5d$ .

Конструкцию и размеры шпилек устанавливают ГОСТ 22032–76\*...ГОСТ 22043–76\*.

Пример условного обозначения шпильки общего применения классов точности В, с  $l_1 = d$ , с диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом  $P = 2$  мм, с полем допуска 6g, длиной 120 мм, класса прочности 58, без покрытия:

**Шпилька М16-6g120.58 ГОСТ 22032–76\*.**

### 2.3. Гайки

Гайка — это деталь с резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку.

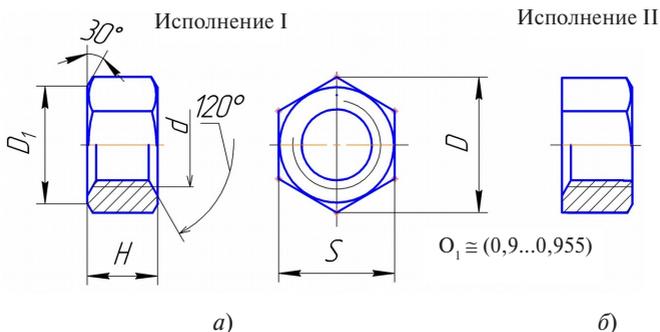


Рис. 12. Изображение гайки

По форме поверхности гайки бывают шестигранными, квадратными, корончатыми, прорезными, круглыми и т. д.

По точности изготовления – нормальной (класс В), повышенной (класс А) и грубой (класс С) точности.

Шестигранные гайки могут различаться по высоте, размеру под ключ, а также по исполнению:

I – с двумя коническими фасками (рис. 12, а);

II – с одной фаской (рис. 12, б);

III – без фасок, с выступом с одного торца.

Высокие гайки применяются при значительных осевых усилиях, а также в случаях, когда необходим частый демонтаж резьбовых соединений.

Для соединений, подверженных вибрации, ударным нагрузкам, применяют корончатые и прорезные гайки со всевозможными стопорными устройствами. В тех случаях, когда завинчивание производится вручную, применяют гайки-барашки по ГОСТ 3032–76.

Для гаек установлено семь классов прочности: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14.

Для каждого класса прочности рекомендована своя марка стали.

Пример обозначения шестигранной гайки исполнения II, нормальной точности, с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, шагом 1,25 мм, полем допуска 6Н, из стали 40Х, класса прочности 12, с покрытием 0I, толщиной 6 мкм:

**Гайка 2М12×1,25–6Н.12.40Х.016 ГОСТ5927–70.**

## 2.4. Шайбы

Шайба – это цельная или разрезная пластина с круглым отверстием, которую устанавливают под гайку или головку болта.

Шайбы служат:

- 1) для увеличения опорной поверхности под гайками и головками винтов;
- 2) для защиты поверхности скрепляемой детали от задиров;
- 3) для предотвращения самоотвинчивания (пружинные и стопорные шайбы);
- 4) для выравнивания опорной поверхности (косые шайбы).

Шайбы плоские изготавливаются двух исполнений: I – без ско-  
са кромок (рис. 13, а); II – со скосом одной из кромок (рис. 13, б).

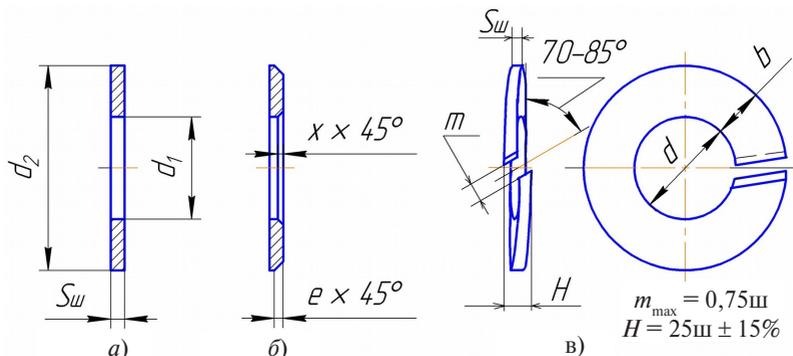


Рис. 13. Изображение шайбы

По величине шайбы делятся на три вида:

- нормальные – ГОСТ 11371–78\*;
- увеличенные – ГОСТ 6958–78\*;
- уменьшенные – ГОСТ 10450–78\*.

Последние изготавливаются двух классов точности: **А** и **В**.

**Пружинные шайбы** (ГОСТ 6402–70) представляют собой виток пружины прямоугольного профиля с левым направлением витка (рис. 13, в). При завинчивании гайки такая пружина деформируется и препятствует отвинчиванию гайки острой кромкой, врезающейся в нижнюю поверхность гайки, причем за счет сил упругости это усилие является величиной постоянной. Пружинные шайбы выпускаются нескольких исполнений, обозначаемых буквами: Л – легкие, Н – нормальные, Т – тяжелые, ОТ – особо тяжелые.

В условном обозначении шайб указывают вид исполнения (I – не указывается), диаметр стержня крепежной детали, группу материала, обозначение покрытия, толщину покрытия, номер стандарта на шайбы.

Например: **Шайба 2.12.01.099 ГОСТ 11371–78\***.

## 2.5. Шплинты

Шплинт – это деталь, изготовленная из мягкой стальной проволоки полукруглого сечения, сложенной вдвое. С одной стороны шплинта – концы разной длины, с другой – кольцевая петля-головка (рис. 14).

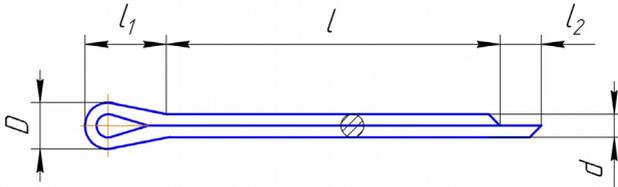


Рис. 14. Изображение шплинта

С помощью шплинтов можно предотвратить самоотвинчивание корончатых и шлицевых гаек, а также соскальзывание деталей, надетых на гладкий вал. В таких конструкциях применяют болты или шпильки с круглым отверстием в конце нарезанной части и прорезные гайки (ГОСТ5932–73\*, ГОСТ5918–73\*).

При соединении деталей прорези гайки располагают так, чтобы одна из них совпала с отверстием в стержне болта или шпильки. Шплинт вставляется в отверстие стержня и проходит через прорезь гайки. Концы его разводят в разные стороны. Длина шплинта для прорезной гайки  $l = S + 4$ , где  $S$  – размер «под ключ» гайки; для корончатой гайки  $l = D_k + 4$ , где  $D_k$  – диаметр короны. Полученный размер длины округляется до ближайшей большей стандартной длины.

Условное обозначение шплинта включает в себя условный диаметр  $d_0$ , равный диаметру отверстия под шплинт, длину, обозначение материала, вид и толщину покрытия, номер стандарта.

Пример условного обозначения шплинта с условным диаметром 5 мм, длиной 28 мм, из низкоуглеродистой стали без покрытия:

**Шплинт 5×28 ГОСТ397–79\*.**

## **Выводы**

1. Правила изображения и обозначения всех стандартных крепежных и соединительных деталей на чертеже регламентируются соответствующими стандартами.

2. Болт представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом (чаще всего в виде шестигранной призмы).

3. На стандартные крепежные изделия рабочие чертежи не выполняются, поэтому обозначение таких изделий должно содержать полную информацию.

4. Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах.

5. Гайка – это деталь с резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку.

6. Шайба – это цельная или разрезная пластина с круглым отверстием, которую устанавливают под гайку или головку болта.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие соединения называются разъемными?
2. Какие детали относятся к крепежным резьбовым?
3. Какие разновидности болтов предусмотрены стандартами?
4. Какая резьба является основной крепежной?
5. Для чего применяются шайбы?
6. Для чего применяются шплинты?
7. Выполняются ли рабочие чертежи на стандартные крепежные изделия?

## Глава 3. РАЗЪЕМНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

К разъемным относятся соединения, которые можно разобрать без повреждения деталей. Самый большой процент в них составляют резьбовые соединения. Резьбовые соединения могут быть подвижными, осуществляемыми с помощью ходовых винтов, и неподвижными.

### 3.1. Соединение болтовое

Болтовое соединение осуществляется посредством болта, гайки и шайбы. Применяется для соединения деталей машин небольшой толщины при наличии места для размещения головки болта и гайки.

В зависимости от требований, предъявляемых к чертежу, болтовое соединение может быть изображено:

1) с точным соблюдением формы и размеров крепежных деталей. В этом случае размеры болта, гайки, шайбы берутся по соответствующим стандартам;

2) с соблюдением формы по относительным размерам, которые рассчитываются в зависимости от диаметра стержня (рис. 15, *а*);

3) упрощенно, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.315–68 (рис. 15, *б*).

Особенности упрощенного изображения заключаются в следующем:

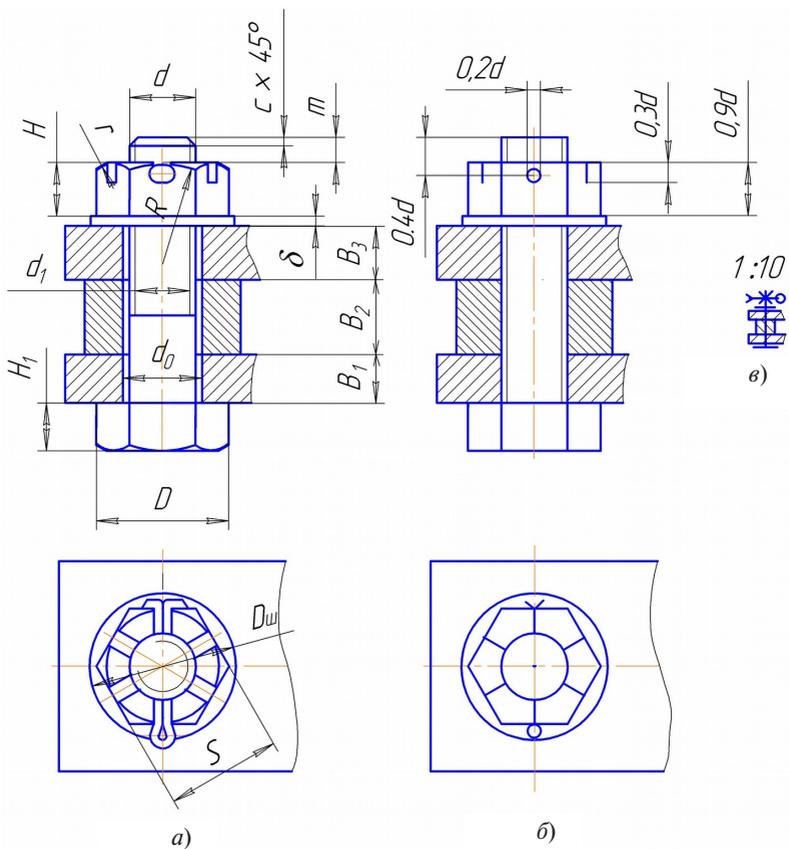
а) резьбу изображают на всем стержне болта;

б) стержень болта, головку, гайку и шайбу изображают без фасок;

в) зазор между стержнем болта и отверстием не показывают;

4) условно, когда при выбранном масштабе диаметры крепежных деталей равны 2 мм, что также соответствует ГОСТ 2.315–68 (рис. 15, *в*).

На рис. 15 приведены формулы относительных размеров деталей соединения.



$D$	$d_1$	$d_0$	$H_1$	$H$	$m$	$D_w$	$\delta$	$S$	$R$	$c$
$2d$	$0,85d$	$1,1d$	$0,7d$	$0,8d$	$0,25d$	$2,2d$	$0,15d$	$1,73d$	$1,5d$	$0,05d$

$$l = B_1 + B_2 + B_3 + \delta + H + m \rightarrow \text{стандартный размер}$$

Рис. 15. Соединение болтом

### 3.2. Соединение шпилькой

Применяется, если соединяемые детали имеют значительную толщину или отсутствуют места для установки болта.

Шпильчатое соединение осуществляется следующим образом: в одной из соединяемых деталей выполняется глухое или сквозное отверстие с резьбой, а в другой – отверстие без резьбы диаметром  $1,1d$ , где  $d$  – диаметр шпильки.

Шпилька завинчивается одним концом в первое отверстие и свободно проходит через второе. Затем, как и при болтовом соединении, на выступающий конец шпильки надевается шайба и навинчивается гайка. Глубина глухого отверстия должна быть больше, чем длина завинчиваемого конца шпильки (рис. 16, а), т. е. не допускается упирание конца шпильки в дно отверстия.

Соединение шпилькой, так же как и болтовое, может быть изображено по-разному:

1) конструктивно, т. е. с точным отображением формы и размеров крепежных деталей (рис. 16, б);

2) с соблюдением формы, но по относительным размерам;

3) упрощенно (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.315–68) (рис. 16, в). Основные отличия упрощенного изображения:

а) резьбу показывают на всей длине стержня;

б) шпильку и гайку изображают без фасок;

в) границу резьбы показывают только на посадочном конце (граница должна совпадать с линией раздела скрепляемых деталей);

г) не чертят шайбу;

4) условно (ГОСТ 2.315–68) – для шпилек, диаметр стержня которых при выбранном масштабе менее 2 мм (рис. 16, г).

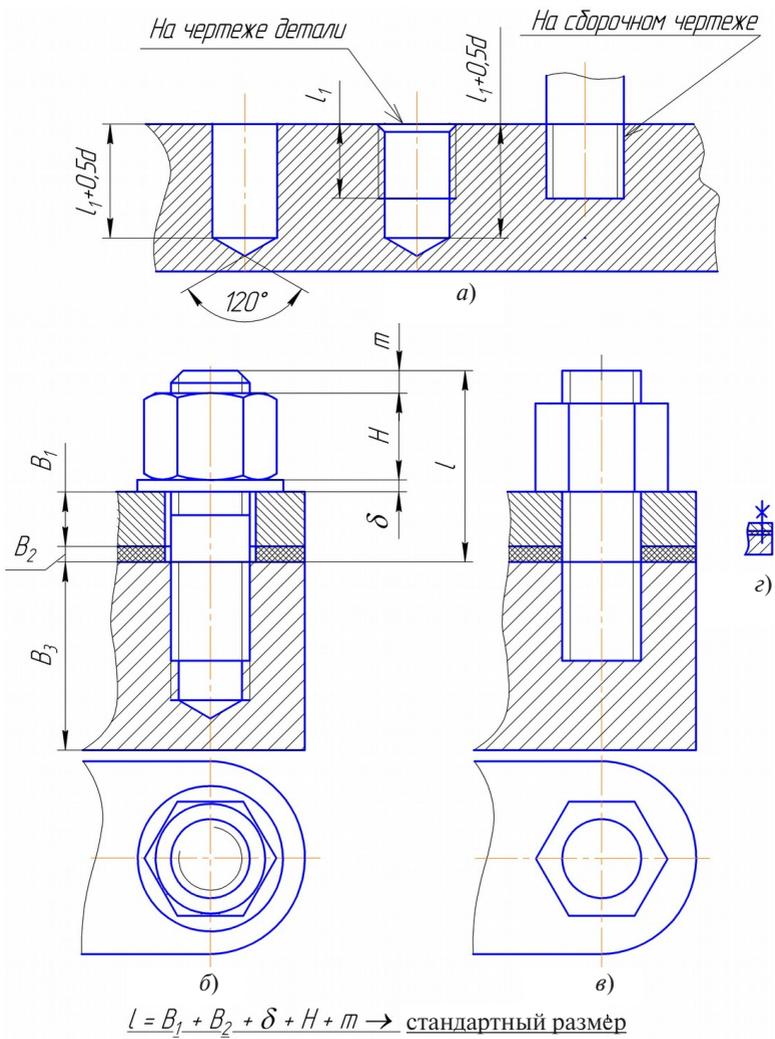


Рис. 16. Соединение шпилькой

## **Выводы**

1. Болтовое соединение осуществляется посредством болта, гайки и шайбы.
2. Болтовые соединения применяются для соединения деталей машин небольшой толщины при наличии места для размещения головки болта и гайки.
3. Шпильчные соединения применяются для соединения деталей, имеющих значительную толщину, или если отсутствует место для установки болта.
4. Резьбовые соединения на чертеже выполняются по относительным размерам.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Какой размер не включается в длину болта?
2. Какой размер не включается в длину шпильки?
3. Назовите три варианта изображения соединения болтом и шпилькой.
4. Что означает вычертить соединение по относительным размерам?
5. Какова структура условного обозначения болта?
6. Какова структура условного обозначения шпильки?
7. Какова структура условного обозначения гайки?
8. Какова структура условного обозначения шайбы?
9. Какие параметры резьбового соединения учитываются при расчете длины болта?
10. Какие параметры резьбового соединения учитываются при расчете длины шпильки?

## Глава 4. РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Исходные данные по каждому индивидуальному варианту помещены в прил. А. Срок выполнения задания со дня выдачи — четыре недели.

### 4.1. Объем и содержание задания

Студенты, изучающие курс «Инженерная графика» в объеме 32 часов, выполняют данное задание по индивидуальным вариантам на двух форматах А3 (рис. 17, 18). На первом формате в верхней зоне шрифтом № 7 строчным выполняется надпись «Изображение резьбы по ГОСТ 2.311–68» и помещаются изображения:

- а) цилиндрической резьбы на стержне (в двух видах);
- б) конической резьбы на стержне (в двух видах);
- в) резьбы в отверстии (в двух изображениях);
- г) резьбы в соединении по размерам отверстия (в двух изображениях).

Одна из резьб (в таблице вариантов отмечена знаком «+») выполняется с проточкой. Для выявления форм и размеров проточки может быть применено правило выносного элемента.

В графе № 1 основной надписи шрифтом № 7 строчным записываем «Резьбы».

В графе № 2 — 4. 003. 100, где 4 — номер темы, 3 — номер варианта.

На втором формате выполняются:

- а) соединение болтовое в упрощенном варианте (в двух изображениях) и в условном варианте в разрезе (одно изображение);
- б) соединение шпилькой в упрощенном варианте (в двух изображениях) и в условном варианте в разрезе (одно изображение);
- в) перечень стандартных крепежных деталей, входящих в оба соединения.

Каждое изображение снабжается соответствующей надписью (рис. 18).

В графе № 1 основной надписи записываем «Соединения резьбовые».

В графе № 2 — 4. 003. 200.





## 4.2. Последовательность выполнения задания

**Первая часть задания** заключается в изображении и обозначении резьб, указанных в вашем варианте.

Проанализируем построения.

1. Требуется выполнить изображение резьбы на стержне по заданным условиям.

Если резьба **метрическая, дюймовая, трапецеидальная, упорная или прямоугольная**, то можно сразу вычерчивать ее по размеру наружного диаметра  $d(D)$ . Внутренний диаметр для ходовых резьб (трапецеидальной и упорной) можно принять равным  $d - P$  (шаг), а для крепежных –  $0,85d$ .

Например (рис. 19), для метрической резьбы с наружным диаметром 20 мм внутренний будет равен  $20 \cdot 0,85 = 17$  мм. Обозначение представлено в табл. 1.

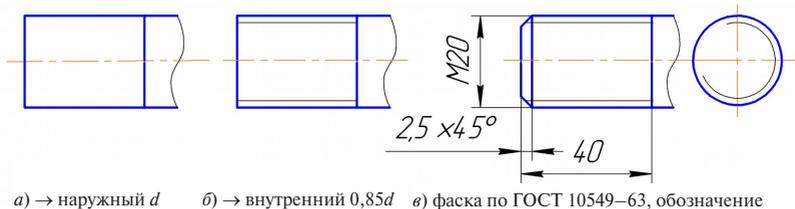


Рис. 19. Графический алгоритм изображения резьбы

Если задана трубная цилиндрическая резьба, следует обратиться к таблицам стандарта на заданную резьбу (прил. Б), так как размер в дюймах в обозначении резьбы соответствует диаметру условного прохода, т. е. диаметру отверстия трубы как основному расчетному параметру при закладке водогазопроводных труб, а размеры наружного и внутреннего диаметров резьбы будут несколько больше.

Приведем пример. Задана **трубная цилиндрическая резьба 1"**. Открываем таблицу стандарта (прил. Б). Для данной резьбы наружный диаметр равен 33,249 мм, внутренний принимаем условно 0,85 от наружного.

Правильно изображаем и обозначаем (рис. 20), длину нарезанного участка принимаем равной 40...60 мм.

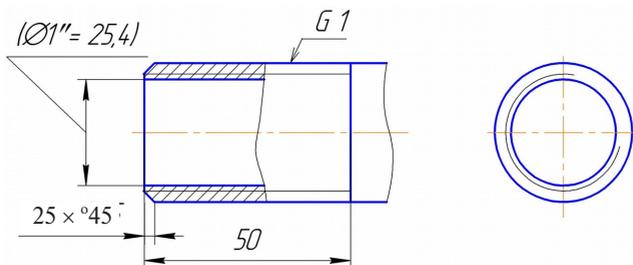


Рис. 20. Изображение и обозначение резьбы трубной цилиндрической

2. Во втором условии предлагается изобразить и обозначить **коническую резьбу** на стержне. Например, задана  $R\ 3/4$ .

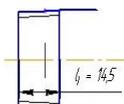
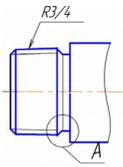
$R$  – условное буквенное обозначение наружной трубной конической резьбы.

Необходимо обратиться к таблицам ГОСТ 6211–81 (прил. В).

Находим нужную колонку размеров и начинаем построения.

*Этапы построения изображения конической резьбы*

<p>Проводим ось симметрии стержня и перпендикулярную к ней линию, которую принимаем за торцовую плоскость стержня</p>	
<p>Выбираем по таблице размер <math>l_2 = 9,5</math> мм, определяющий расстояние от торца до основной плоскости, в которой замеряются диаметры резьбы</p>	
<p>Откладываем по линии основной плоскости размер наружного диаметра <math>d = 26,441</math> мм</p>	
<p>Конусность всех конических резьб равна 1:16, что составляет наклон образующей конуса <math>\varphi/2 = 1^\circ 47' 24''</math>, проводим через полученные засечки образующие конуса под заданным углом; можно рядом построить <math>\triangleleft 1:16</math> и затем провести образующие им параллельно</p>	

<p>Отыскиваем по таблице размер <math>l_1</math> – рабочей длины резьбового стержня, для данного примера <math>l_1 = 14,5</math> мм, откладываем его по оси стержня</p>	
<p>Выбираем размеры фаски по таблице ГОСТ 10549–80</p>	
<p>Если справа от заданного размера видим знак «+», для этой резьбы выполняем проточку, определив ее размеры по ГОСТ10549–80. Наносим обозначение на полке-выноске, строим в проекционной связи вид слева</p>	

3. В третьей задаче требуется изобразить и обозначить резьбу в отверстии. Так же, как и в первом случае, для **метрической, трапецеидальной, дюймовой, упорной, прямоугольной резьб** размер наружного диаметра содержится в обозначении резьбы, внутренний под считываем приблизительно.

Например, задана упорная резьба с наружным диаметром 24 мм, шагом 3 мм. Внутренний диаметр для ходовых резьб равен  $24 - 3 = 21$  мм (рис. 21).

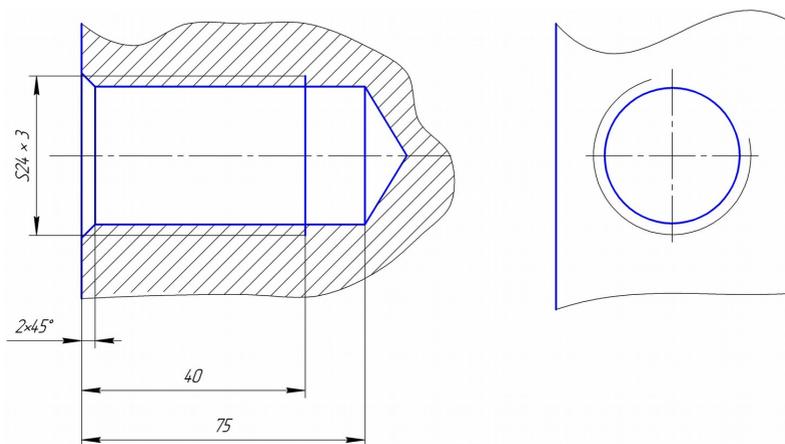


Рис. 21. Изображение и обозначение резьбы упорной

Для **трубной цилиндрической** резьбы размеры наружного и внутреннего диаметров следует выбирать из таблиц, содержащихся в ГОСТ 6357–81 (прил. Б).

4. Резбовое соединение вычерчиваем по размерам резьбы в отверстии в следующей последовательности:

а) изображаем резьбу на стержне (рис. 22, а);

б) дополняем контуром отверстия, при этом помним, что параметры свинчиваемых резьб одинаковы, поэтому толстая линия наружного диаметра стержня переходит в тонкую линию наружного диаметра отверстия, и тонкую линию внутреннего диаметра стержня продолжит толстая линия внутреннего диаметра резьбового отверстия (рис. 22, б).

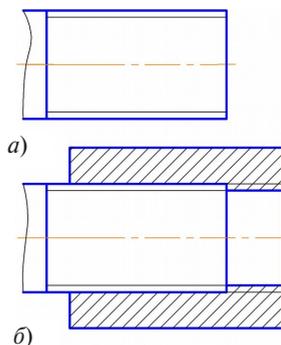


Рис. 22. Изображение резьбы в соединении

### Вторая часть задания

**Соединение болтовое** вычерчиваем упрощенно по относительным размерам. Из теоретического материала известно, что все крепежные стандартные изделия имеют свои типоразмеры. Однако в конструкторской практике с целью экономии времени и удобства чтения чертежей их вычерчивают по приближенным относительным размерам, которые легко подсчитываются даже в уме. За основной расчетный параметр принимается наружный диаметр резьбового стержня.

Все остальные размеры рассчитываются по формулам, приведенным на рис. 15.

Например, задан размер резьбы болта М16 по ГОСТ 7798–70\*.

Для построения рассчитываем:

- а) диаметр головки болта  $D = 2d = 2 \cdot 16 = 32$  мм;
- б) высоту головки болта  $H_1 = 0,7d = 0,7 \cdot 16 = 11,2$  мм;
- в) толщину шайбы  $\delta = 0,15d = 0,15 \cdot 16 = 2,4$  мм;
- г) диаметр шайбы  $D_1 = 2,2d = 2,2 \cdot 16 = 35,2$  мм;
- д) высоту гайки  $H = 0,8d = 0,8 \cdot 16 = 12,8$  мм;
- е) диаметр гайки  $D_2 = 2d = 2 \cdot 16 = 32$  мм;
- ж) величину выступающего конца  $m = d / 4 = 16 : 4 = 4$  мм;
- з) длину болта, которая складывается из толщин скрепляемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и длины выступающего конца:  
$$l = \Sigma B + \delta + H + m = 55 + 2,4 + 12,8 + 4 = 74,2 \rightarrow 75$$
 мм.

По ГОСТ 7798–70\* находим раздел длин и округляем до ближайшего большего размера – 75 мм.

Далее рассчитываем длину шплинта, размер его диаметра определен диаметром отверстия в болте. Размеры шплинта помещены в таблицах стандартов на гайки прорезные, выбираются в соответствии с  $d$  болта.

По полученным размерам вычерчиваем соединение болтовое. Выбираем масштаб для условного изображения данного соединения, чтобы диаметр резьбового стержня на изображении был равен 2 мм и менее. Для нашего примера подходит М 1:10. Пересчитав размеры толщин скрепляемых деталей, вычерчиваем условное изображение болтового соединения в разрезе.

В соответствии с требованиями к простановке размеров на сборочных чертежах, ни один размер, кроме общей толщины скрепляемых деталей, проставлять не следует.

**Соединение шпилькой** вычерчиваем упрощенно. Размеры крепежных деталей с целью отработки навыков в пользовании справочной литературой выбираем из таблиц соответствующих стандартов. Длина шпильки рассчитывается аналогично длине болта, затем также округляется до ближайшей большей стандартной длины, по этому же стандарту определяется и длина нарезанной части  $l_0$  под гайку.

Для **условного** изображения шпилечного соединения также следует предварительно выбрать масштаб и пересчитать толщины скрепляемых деталей. Никакие размеры, кроме общей толщины скрепляемых деталей, проставлять не следует.

**Внимание!** Гайки, головки болтов на главном изображении всегда показываются большим числом граней.

В левом нижнем углу листа помещаем перечень крепежных стандартных изделий.

**Общая схема условного обозначения болтов, шпилек, винтов и гаек**

1. Наименование.
2. Класс точности (*при необходимости*).
3. Порядковый номер исполнения (*1 не указывается*).
4. Обозначение резьбы и ее диаметр.
5. Размер шага (*если резьба с мелким шагом*), ставится тире.
6. Поле допуска (*8 или 7 не указываются*), ставится знак ×.
7. Длина (*в обозначении гаек отсутствует*), ставится точка.
8. Класс или группа прочности, *ставится точка*.
9. Марка материала (*Ст. 3 не указывается*), *ставится точка*.
10. Вид и толщина слоя покрытия (*может отсутствовать*).
11. Номер стандарта.

Следует помнить правила оформления спецификации сборочных чертежей:

- а) перечень стандартных изделий составляется в строго алфавитном порядке;
- б) наименования, начинающиеся с одинаковой буквы, записываются в порядке возрастания размера.

Пример:

Болт 2М10-6g×75.58 ГОСТ 7798–70

Гайка 2М10-6Н.8 ГОСТ 5918–73

Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 5915–70

Шайба 10 ГОСТ 11371–78

Шайба 12.65Г. ГОСТ 6402–78

Шпилька М12-6g×80.58 ГОСТ22032–70

Шплинт 2,5×25 ГОСТ 397–79

## ТЕСТЫ

Предлагаем полезный тренаж для подготовки к аудиторному тестированию и контрольным работам.

Резьбовые соединения встречаются в большинстве конструкций, поэтому грамотный специалист, не пользуясь справочной литературой, должен уметь правильно изображать, составлять и расшифровывать обозначение любой резьбы, а в будущем и назначать ее, сделав предварительные расчеты.

Вопрос и ответ имеют одинаковое условное графическое обозначение. Начиная работать, прикройте коды под кадрами листом бумаги. Записав ответы, сверьте.

### Тест 1

1. Укажите условное обозначение трубной цилиндрической резьбы.
2. Укажите условное обозначение метрической резьбы.
3. Укажите условное обозначение упорной резьбы.
4. Укажите условное обозначение трапецидальной резьбы.
5. Укажите условное обозначение трубной конической наружной резьбы.

№ вопроса	1	2	3	4	5
	<i>Tr</i>	<i>R</i>	<i>M</i>	<i>G</i>	<i>S</i>
Правильный ответ	4	3	5	1	2

### Тест 2

1. В каком случае дан угол профиля ходовой резьбы?
2. Укажите обозначение многозаходной упорной резьбы.
3. Укажите угол профиля крепежной резьбы.
4. Укажите обозначение однозаходной упорной резьбы.
5. Обозначение какой резьбы следует проставлять не по диаметру, а на полке линии-выноски?
6. Укажите обозначение дюймовой цилиндрической резьбы.

3 вопроса	1	2	3	4	5	6
	<i>S20×8(P4)</i>	<i>S32×6</i>	30°	<i>G1</i>	1''	60°
Правильный ответ	3	1	6	2	4	5

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Инженерная графика – дисциплина, необходимая для подготовки инженеров всех специальностей. При изображении сборочных единиц нужно знать способы соединения деталей между собой.

Рассмотренные в пособии резьбовые соединения являются наиболее распространенным видом разъемных соединений деталей. Практически все механические устройства, используемые в современной технике и окружающем нас быту, имеют в своем составе резьбовые соединения, выполняющие самые разнообразные функции. Поэтому знания о резьбе и резьбовых соединениях необходимы каждому инженеру независимо от его специализации и сферы его деятельности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная графика : учебник / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина, Е.И. Шибанова. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 392 с. // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/74681> (дата обращения: 14.10.2019).
2. Чекмарев, А.А. Инженерная графика: машиностроительное черчение : учебник / А.А. Чекмарев. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 396 с. – (Высшее образование. Бакалавриат).
3. Уваров, А.С. Инженерная графика для конструкторов в AutoCAD / А.С. Уваров. – Саратов : Профобразование, 2017. – 360 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/63591..html> (дата обращения: 14.10.2019).
4. Королёв, Ю.И. Инженерная графика : для магистров и бакалавров : учебник для студентов вузов инженерно-техн. специальностей / Ю.И. Королёв, С.Ю. Устюжанина. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 492 с. – (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения).
5. ГОСТ 2.311–68. Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. № 755 : дата введения 1971-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.
6. ГОСТ 2.315–68. Единая система конструкторской документации. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей : межгосударственный стандарт : утвержден Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 28 мая 1968 г. № 757 : взамен ГОСТ 3465–52 : дата введения 1971-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2007. – 9 с.

## ГЛОССАРИЙ

**Виток резьбы** – часть резьбы, образованная при одном повороте профиля вокруг оси вращения.

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

**Внутренняя резьба** – резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности.

**Выступ резьбы** – выступающая часть материала детали, ограниченная винтовой поверхностью резьбы.

**ГОСТ** – государственный стандарт, устанавливает единые правила и нормы, в том числе по разработке, оформлению чертежей, схем, текстовых документов.

**Граница резьбы** – отделяет полный профиль резьбы от сбega.

**Длина резьбы** – длина участка детали, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску.

**Заход резьбы** – начало выступа резьбы.

**Коническая дюймовая резьба** – крепежно-уплотнительная резьба с конусностью 1:16, профилем в виде равностороннего треугольника с углом при вершине 60° и прямо срезанными вершинами.

**Коническая резьба** – резьба, образованная на боковой поверхности прямого кругового конуса с конусностью 1:16.

**Мелкий шаг метрической резьбы** – шаг, при котором одному и тому же диаметру соответствуют несколько различных шагов.

**Крепежные резьбы** – предназначены для соединения деталей.

**Крупный шаг метрической резьбы** – шаг, при котором определенному диаметру соответствует только один определенный шаг.

**Левая резьба** – резьба, образованная контуром, когда подъем винтового выступа на видимой (передней) стороне идет справа налево.

**Метрическая резьба** – крепежная резьба с профилем в виде равностороннего треугольника с углом при вершине 60° и прямо срезанными вершинами.

**Многозаходная резьба** – резьба, образованная одновременным движением двух или более профилей.

**Наружная резьба** — резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности.

**Наружный диаметр цилиндрической резьбы** — диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней резьбы.

**Недовод резьбы** — гладкий участок детали от сбега резьбы до торца.

**Недорез резьбы** — длина сбега + недовод резьбы.

**Однозаходная резьба** — резьба, образованная движением одного профиля.

**Основная плоскость конической резьбы** — плоскость, перпендикулярная оси вращения, в которой размеры резьбы равны размерам соответствующей трубной цилиндрической резьбы.

**Правая резьба** — резьба, образованная контуром, когда подъем винтового выступа на видимой (передней) стороне идет слева направо.

**Проточка** — кольцевая канавка, предназначенная для выхода резца в конце нарезаемого участка.

**Профиль резьбы** — контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось.

**Прямоугольная резьба** — нестандартная ходовая резьба с прямоугольным профилем.

**Резьба** — поверхность, образованная при винтовом перемещении плоского контура (профиль) по цилиндрической или конической поверхности.

**Резьбовое соединение** — соединение двух деталей с помощью резьбы, в котором одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая — внутреннюю.

**Сбег резьбы** — участок резьбы с неполным профилем.

**Специальные резьбы** — стандартные резьбы с одним из нестандартных параметров (профиль, диаметр или шаг).

**Трапецидальная резьба** — ходовая резьба с профилем в виде равнобокой трапеции с углом при вершине, равным  $30^\circ$ .

**Трубная коническая резьба** — крепежно-уплотнительная резьба с конусностью 1:16 и профилем в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  и скругленными вершинами.

**Трубная цилиндрическая резьба** – крепежно-уплотнительная резьба с профилем в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  и скругленными вершинами.

**Угол профиля резьбы** – угол между боковыми сторонами профиля.

**Упорная резьба** – ходовая резьба с профилем в виде неравнобокой трапеции с рабочим углом  $30^\circ$  и задним углом  $3^\circ$ .

**Ход резьбы** – расстояние, измеренное вдоль оси резьбы, на которое переместится деталь с резьбой за один полный оборот.

**Ходовые резьбы** – предназначены для передачи движения, т. е. для преобразования вращательного движения в поступательное.

**Цилиндрическая резьба** – резьба, образованная на боковой поверхности прямого кругового цилиндра.

**Шаг резьбы** – расстояние между соседними одноименными сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Приложение А

Таблица А.1

Исходные данные для первой части задания  
 ( $d$  – наружный диаметр;  $P$  – шаг;  $n$  – число заходов)

Вариант	Резьба цилиндрическая на стержне	Проточка	Резьба коническая на стержне	Проточка	Резьба цилиндрическая в отверстии	Проточка
1	Метрическая, $d = 36, P = 2$	+	Трубная $1 \frac{1}{4}''$		Трапецидальная, $d = 40, P = 3, n = 4$ , левая	
2	Метрическая, $d = 24, P = 3$	+	Трубная $1''$	+	Упорная, $d = 40, P = 3$ , левая	
3	Метрическая, $d = 36, P = 1,5$		Дюймовая $1''$		Трапецидальная, $d = 28, P = 5, n = 2$	
4	Трубная $1/2''$		Дюймовая $1 \frac{1}{4}''$	+	Упорная, $d = 32, P = 10$	
5	Прямоугольная, $d = 36, d = 30, P = 6$		Трубная $3/4''$		Трапецидальная, $d = 36, P = 3, n = 2$	+
6	Метрическая, $d = 30, P = 1$	+	Трубная $1 \frac{1}{2}''$		Упорная, $d = 36, P = 6$	
7	Трубная $1 \frac{1}{8}''$		Дюймовая $3/8''$	+	Прямоугольная, $d = 34, d = 30, P = 4$	
8	Метрическая, $d = 36, P = 1,5$	+	Трубная $3/8''$		Трапецидальная, $d = 32, P = 6, n = 3$ , левая	
9	Трапецидальная, $d = 24, P = 3$	+	Дюймовая $3/4''$		Метрическая, $d = 27, P = 3$	
10	Метрическая, $d = 27, P = 1,5$		Трубная $1''$	+	Упорная, $d = 28, P = 3$ , левая	
11	Трубная $1''$	+	Трубная $3/4''$		Трапецидальная, $d = 20, P = 2, n = 3$	
12	Упорная, $d = 24, P = 3, n = 4$		Трубная $1 \frac{1}{4}''$		Метрическая, $d = 42, P = 2$	+
13	Метрическая, $d = 36, P = 2$		Дюймовая $1 \frac{1}{2}''$	+	Трапецидальная, $d = 28, P = 3, n = 4$	

Окончание табл. А.1

Вариант	Резьба цилиндрическая на стержне	Проточка	Резьба коническая на стержне	Проточка	Резьба цилиндрическая в отверстии	Проточка
14	Прямоугольная, $d = 38, d = 30, P = 8$		Трубная 3/8"		Метрическая $d = 24, P = 2$	+
15	Трапецидальная, $d = 44, P = 3$	+	Дюймовая 1/2"		Трубная 3/4	
16	Метрическая, $d = 27, P = 1,5$		Трубная 1 1/2"	+	Упорная, $d = 36, P = 3, n = 2$	
17	Метрическая, $d = 30, P = 2$	+	Дюймовая 1 1/2"		Прямоугольная, $d = 30, d = 26, P = 4$	
18	Трубная 1 1/4"		Дюймовая 1"		Трапецидальная, $d = 26, P = 3$	+
19	Метрическая, $d = 33, P = 3,5$	+	Трубная 3/4"		Упорная, $d = 26, P = 3,$ левая	
20	Трубная 7/8"		Дюймовая 3/8"	+	Метрическая, $d = 36, P = 4$	
21	Упорная, $d = 38, P = 10$		Трубная 2"		Метрическая, $d = 22, P = 2,5$	+
22	Метрическая $d = 42, P = 2$	+	Трубная 1"		Трапецидальная, $d = 32, P = 3, n = 3$	
23	Прямоугольная, $d = 40, d = 34, P = 6$		Дюймовая 1"	+	Метрическая, $d = 20, P = 1,$ левая	
24	Метрическая, $d = 22, P = 2,5$	+	Трубная 1 1/4"		Трапецидальная, $d = 24, P = 3, n = 6$	
25	Трубная 1 3/8"		Дюймовая 1 1/4"		Упорная, $d = 38, P = 3,$ левая	+

Таблица А.2

## Исходные данные для задания «Соединение болтовое»

Вариант	$d$ болта	ГОСТ на болт	Исполнение	ГОСТ на гайку	Исполнение	ГОСТ на шайбу	Исполнение	ГОСТ на шплинт	Толщины скре- пляемых деталей	
									$B_1$	$B_2$
1	M10	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	15	25
2	M16×1,5	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	20	25
3	M14	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	25	20
4	M18×1,5	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	22	28
5	M16	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	18	22
6	M18	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	15	25
7	M20×1,5	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	30	15
8	M30	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	20	20
9	M24×2	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	15	30
10	M27	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	10	30
11	M22×1,5	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	15	25
12	M24	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	20	20
13	M20	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	25	22
14	M27×2	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	28	18
15	M22	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	22	25
16	M24	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	20	25
17	M12	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	15	18
18	M10	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	22	15
19	M30	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	30	15
20	M30×2	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	25	15
21	M36	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	18	22
22	M36×3	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	20	20
23	M42	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	25	25
24	M16×1,5	7805–70		5918–73		11371–78		397–79	30	20
25	M20	7798–70		5918–73		11371–78		397–79	15	30

Студенты, выполняющие задание на одном формате А3, выбирают гайку по ГОСТ 5915–70, шайбу по ГОСТ 11371–78 для всех вариантов

Таблица А.3

## Исходные данные для задания «Соединение шпилькой»

Вариант	$d$ шпильки	ГОСТ на шпильку	Исполнение	ГОСТ на гайку	Исполнение	ГОСТ на шайбу	Исполнение	Толщины скрепляемых деталей			
								$B_1$	$B_2$	$B_3 = l_1 + 6P + K$	$P$
1	M20	22032–76	1	5915–70	1	6402–70	1	40	5	$1d + 6P + 20$	2,5
2	M16	22038–76	1	5916–70	2	11371–78	2	35	5	$2d + 6P + 10$	2
3	M12	22040–76	1	5915–70	1	6402–70	1	30	5	$2,5d + 6P + 15$	1,7
4	M24	22038–76	1	5915–70	2	6402–70	2	20	5	$2d + 6P + 10$	3
5	M20×1,5	22036–76	1	5916–70	1	6402–70	1	25	5	$1,6d + 6P + 12$	1,5
6	M30	22032–76	1	5915–70	1	6402–70	1	45	5	$1d + 6P + 25$	3,5
7	M24×2	22034–76	1	5915–70	1	11371–78	1	40	5	$1,25d + 6P + 15$	2
8	M16	22036–76	1	5915–70	1	6402–70	1	35	5	$1,6d + 6P + 15$	2
9	M16×1,5	22032–76	1	5916–70	1	6402–70	1	30	5	$1d + 6P + 25$	1,5
10	M30×2	22034–76	1	5916–70	2	6958–78	2	25	5	$1,25d + 6P + 15$	2
11	M36	22032–76	1	5915–70	1	6402–70	1	50	5	$1d + 6P + 20$	4
12	M24	22038–76	1	5915–70	1	11371–78	1	20	5	$2d + 6P + 10$	3
13	M36×3	22032–76	1	5915–70	1	6402–70	1	30	5	$1d + 6P + 15$	3
14	M20	22032–76	1	5916–70	2	6402–70	2	40	5	$1d + 6P + 25$	2,5
15	M16	22038–76	1	5916–70	2	6402–70	2	25	5	$2d + 6P + 10$	2
16	M24	22036–76	1	5915–70	1	6958–78	1	30	5	$1,6d + 6P + 15$	3
17	M30×2	22040–76	1	5915–70	2	6402–70	2	30	5	$2,5d + 6P + 10$	2
18	M30	22038–76	1	5915–70	1	6402–70	1	20	5	$2d + 6P + 15$	3
19	M22	22036–76	1	5916–70	1	11371–78	1	35	5	$1,6d + 6P + 15$	3,5
20	M24×2	22038–76	1	5915–70	1	6958–78	1	40	5	$2d + 6P + 25$	2
21	M20	22038–76	1	5916–70	1	11371–78	1	20	5	$2d + 6P + 10$	2,5
22	M36	22032–76	1	5915–70	1	11371–78	1	15	5	$1d + 6P + 10$	4
23	M36×3	22032–76	1	5915–70	1	6958–78	1	50	5	$1d + 6P + 25$	3
24	M20×1,5	22036–76	1	5916–70	1	11371–78	1	35	5	$1,6d + 6P + 15$	1,5
25	M30	22034–76	1	5915–70	1	10450–78	1	30	5	$1,25d + 6P + 20$	3,5

Студенты, выполняющие задание на одном формате А3, выбирают гайку по ГОСТ 5915–70, шайбу по ГОСТ 11371–78 для всех вариантов

Приложение Б

Основные размеры трубной цилиндрической резьбы  
(по ГОСТ 6357–81)

Обозначение резьбы		Число шагов $z$ на длине 25,4 мм	Шаг $P$ , мм	Наружный диаметр $d = D$ , мм
1-й ряд	2-й ряд			
1/16"	—	28	0,907	7,723
1/8"	—			9,728
1/4"	—	19	1,337	13,157
3/8"	—			16,662
1/2"	—	14	1,814	20,955
—	5/8"			22,911
3/4"	—			26,441
—	7/8"			30,201
1"	—			33,249
—	1	37,897		
1 1/4"		41,910		
	1 3/8"	44,323		
1 1/2 "		47,803		
	1 3/4"	53,746		
2"		59,614		
	2 1/4"	65,710		

*Примечание.* При выборе размеров первый ряд следует предпочитать второму.

Приложение В

Основные размеры трубной конической резьбы  
(по ГОСТ 6211–81)

Обозначение размера резьбы (дюймы)	Шаг $P$ , мм	Число шагов на длине 25,4 мм	Наружный диаметр резьбы $d = D$ , мм	Длина резьбы, мм	
				$l_1$	$l_2$
1/16 "	0,907	28	8,823	6,5	5,0
1/8 "			9,728	6,5	4,0
1/4"	1,337	19	13,157	9,7	6,0
3/8"			16,662	10,1	6,4
1/2"	1,814	14	20,955	13,2	8,2
3/4"			26,441	14,5	9,5
1"	2,309	11	33,249	16,8	10,4
1 1/4"			41,910	19,1	12,7
1 1/2"			47,803	19,1	12,7
2"			59,614	23,4	15,9
2 1/2"			75,184	26,7	17,5
3"			87,884	29,8	20,6
3 1/2"			100,330	31,4	22,2
4"			113,030	35,8	25,4
5"			138,430	40,1	28,6
6"			163,830	40,1	28,6

Основные размеры конической дюймовой резьбы  
с углом профиля 60° (по ГОСТ 6111–52\*)

Обозначение размера резьбы (дюймы)	Число шагов на 1"	Шаг резьбы $P$ , мм	Длина резьбы		Наружный диаметр резьбы в основной плоскости, $d = D$ , мм
			рабочая $l_1$	от торца трубы до основной плоскости $l_2$	
1/16"	27	0,941	6,5	4,064	7,895
1/8"	27	0,941	7,0	4,572	10,272
1/4"	18	1,411	9,5	5,080	13,572
3/8"	18	1,411	10,5	3,096	17,055
1/2"	14	1,814	13,5	8,128	21,223
1/4"	14	1,814	14	8,611	26,568
1"	11 1/2	2,209	18,5	10,160	33,228
1 1/4"	11 1/2	2,209	18,0	10,668	41,985
1 1/2"	11 1/2	2,209	18,5	10,688	48,054