## Крепёжные изделия. Соединения резьбовые. Задание № 3

1. Цель задания – изучить резьбы и их условные изображения, дать навыки построения чертежей, содержащих резьбовые разъемные соединения, познакомить с конструкцией и условными обозначениями наиболее часто применяемых резьбовых крепежных изделий.

2. Содержание работы.

Задание состоит в выполнении эскизов двух крепёжных изделий: болта и гайки (на форматах А4);

двух учебных сборочных чертежей: «Соединение болтом» и «Соединение шпилькой». Чертежи резьбовых соединений следует выполнить на форматах А4.

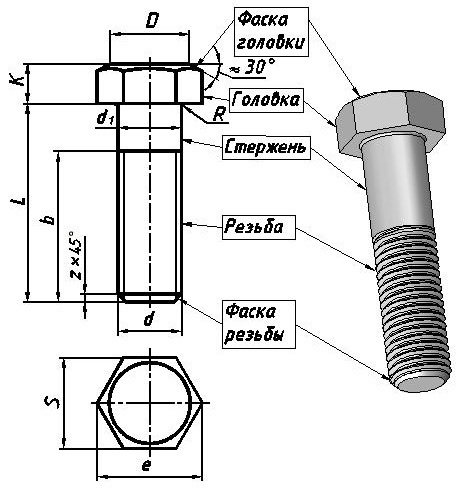
Реальные крепёжные изделия – болт и гайку следует получить в аудитории 596/2 согласно своему варианту.

**Эскиз** – чертеж, выполненный чертежным инструментом на ватмане стандартного формата в глазомерном масштабе, с сохранением пропорциональности элементов детали и с соблюдением правил и условностей, установленных стандартами для выполнения чертежей. Эскиз должен содержать изображения детали и другие данные для ее изготовления и контроля (размеры, указания о шероховатости поверхностей, сведения о материале и т. д.).

Процесс выполнения эскиза (чертежа) любой детали состоит из следующих этапов:

1. Ознакомление с формой и размерами детали.
2. Выбор главного изображения и количества изображений (видов и разрезов).
3. Выбор формата листа и масштаба изображений детали.
4. Компоновка изображений на листе.
5. Нанесение знаков шероховатости.
6. Нанесение размеров.
7. Оформление технических условий и заполнение граф основной надписи.

**Болт** – крепёжное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень с шестигранной головкой на одном конце и резьбой для навинчивания гайки на другом. Резьбовой конец стержня имеет фаску под углом 45°. Переход от стержня к головке выполнен по радиусу. Головка имеет фаску под углом 30°.

Параметры болтов ГОСТ 7798-70

Номинальный диаметр резьбы – ***d***; размер под ключ – ***S***; длина болта – ***L***;высота головки – ***K***;диаметр описанной окружности – ***e***;диаметр стержня – ***d1= d***;длина резьбы – ***b***;диаметр фаски головки – ***D*** **= (0,9...0,95)*S***;фаска резьбы – ***z***; радиус под головкой – ***R.***

Значенияпараметров болтов в табл. 5 [[1, с. 32].](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)

Эскиз болта должен содержать два изображения – вид спереди, на котором должны быть видны три грани головки, и вид сверху – для выявления формы головки (шестигранной призмы).

Построение изображений болта приведено в пособии [[1, с. 88–92].](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)

После выполнения изображений, нанесения выносных и размерных линий, простановки знаков шероховатости следует перейти к нанесению размерных чисел конкретного болта. Для этого измеряем с помощью штангенциркуля наружный диаметр резьбы и длину стержня болта (без головки). Принимаем, что болты всех вариантов имеют резьбу с крупным шагом. При необходимости определить шаг резьбы можно с помощью оттиска на бумаге [[1, с. 23]](http://www/resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). Размер фаски на стержне (***z***) определяем по табл. 24 [[1, с. 57–58]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) в зависимости от шага резьбы.

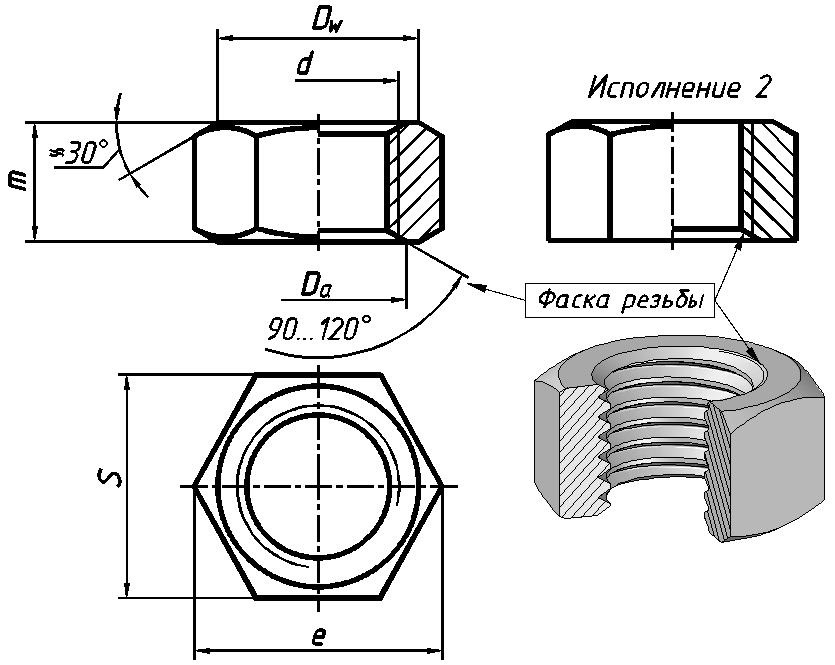
Далее по табл. 5 [[1, с. 32]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем стандартные значения параметров болта и в соответствии с ними наносим размерные числа. Следует обратить внимание на то, что на рис. 52 [[1, с. 93]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) проставлены размеры реального болта с наружным диаметром резьбы 16 мм и длиной стержня 50 мм.

Далее переходим к заполнению граф основной надписи. Следует заполнить графу материал. Принимаем для всех болтов материал – ***сталь 10 ГОСТ 1050-2013***. Этой марке стали соответствует класс прочности ***48*** [[1, с. 47,табл. 19]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). Класс прочности указываем в обозначении болта.

Ниже приведено обозначение болта с наружным диаметром резьбы ***d***=16 мм, длиной ***L***=50 мм, класса прочности ***48***, исполнения ***1*** с крупным шагом, с полем допуска резьбы ***8g***, без покрытия:

***Áîëò Ì16-8g×50.48 ÃÎÑÒ 7798-70.***

## Выполнение эскиза гайки

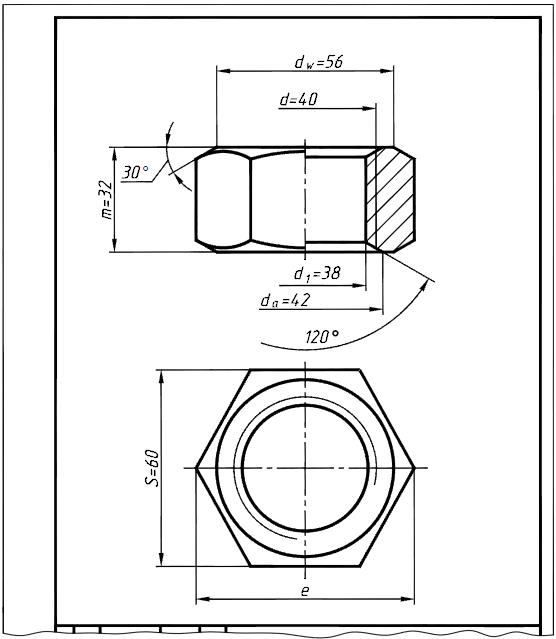
Процесс выполнения эскиза гайки состоит из тех же этапов, что и эскиз болта. Знакомясь с формой гайки, замечаем, что это крепёжное изделие представляет собой шестигранную призму, имеющую наружные фаски и резьбовое отверстие с внутренними фасками.

Параметры гаек ГОСТ 5915-70

Номинальный диаметр резьбы – ***d***; размер под ключ – ***S***; высота гайки – ***m***;диаметр описанной окружности – ***e***;диаметр фаски гайки – ***Dw***;диаметр фаски резьбы – ***Da.***

Значенияпараметров болтов в табл. 8 [[1, с. 35].](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)

Согласно заданию эскиз гайки выполняем на формате ***А4*** в глазомерном масштабе соблюдая пропорции. Он должен содержать два изображения: главное изображение – соединение половины вида спереди с половиной фронтального разреза, и вид сверху – для выявления формы шестигранной призмы. На главном изображении должны быть видны три грани призмы.

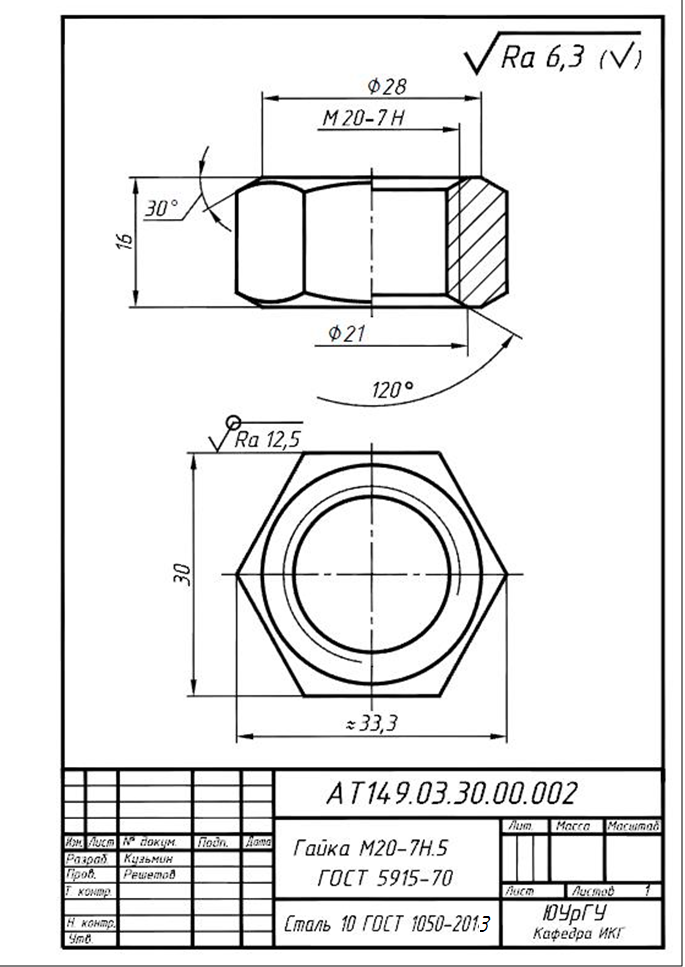
Изображения шестигранной гайки строят в той же последовательности, что и изображения головки болта [[1, рис. 47–50](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)]. Ниже приведён пример выполнения компоновки изображений эскиза гайки.

После построения изображений, проведения выносных и размерных линий следует перейти к нанесению размерных чисел конкретной гайки. Для этого измеряем с помощью штангенциркуля внутренний диаметр резьбы ***D1*** и размер под ключ ***S*** (диаметр вписанной в шестиугольник окружности). Принимаем, что гайки всех вариантов имеют резьбу с крупным шагом и полем допуска грубого класса точности (***7Н*** ) и выполнены из стали 10 как и болты. По табл. 2 [[1, с. 12–13]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) по внутреннему диаметру резьбы ***D1*** определяем её наружный диаметр ***D***. По табл. 8 [[1, с. 35]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) по размеру под ключ ***S*** определим все параметры конкретной гайки – ***m***, ***S***, ***e***, ***Dw***, ***Da***. (Использовать два параметра необходимо вследствие того, что гайки с одними тем же диаметром резьбы могут иметь разные размеры под ключ).

Ниже приведён эскиз шестигранной гайки нормальной точности (ГОСТ 5915-70) с наружным диаметром резьбы 20 мм. Следует обратить внимание на знак шероховатости на виде сверху. Диаметр вспомогательного знака – 4…5 мм. Знак одинаковой шероховатости поверхностей, образующих контур.

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы ***d*** = 20 мм, исполнения ***1***, с крупным шагом резьбы, с полем допуска ***7Í***, класса прочности ***5***, без покрытия:

***Ãàéêà Ì20-7Í 5 ÃÎÑÒ 5915-70.***



## Пример расчёта резьбовых соединений

Задание «Соединения резьбовые» следует выполнять по [вариантам](http://www.resh.susu.ru/Prim_rezba/bolt-soed-zd.pdf). Номер варианта соответствует номеру в журнале списка группы.

#### Соединение болтом

Исходные данные для выполнения соединения болтом.

Номинальный диаметр резьбы болта – ***16*** мм.

Шаг резьбы – ***мелкий***.

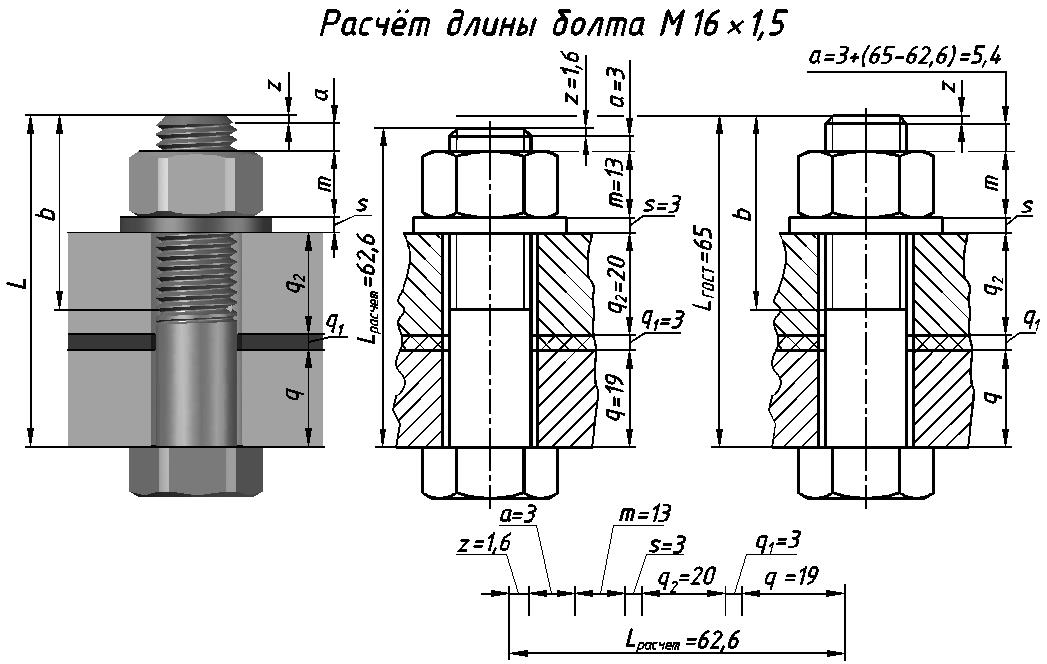
Класс точности ГОСТ 16093-2004 – ***средний***.

Марка стали болта, гайки и шайбы – ***Сталь 10***.

Вид покрытия деталей болтового соединения – ***оксидное, пропитанное маслом***.

Толщина покрытия – ***12*** мкм.

Толщины скрепляемых деталей и прокладки: ***q*** =***19*** мм, ***q1***=***3*** мм, ***q2***=***20*** мм.



На рис. показана сборочная размерная цепь, позволяющая определить длину болта ***L***, обеспечив при этом необходимый запас резьбы при выходе конца болта из гайки (размер ***а***).

#### Расчет соединения болтом

По табл. 5 [[1, с. 32]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определим основные конструктивно-геометрические параметры болта. Форму и размеры гайки определим по табл. 8 [[1, с. 35](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)], шайбы – по табл. 15 [[1, с. 43].](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)

Согласно табл. 5, номинальному диаметру резьбы 16 мм соответствует мелкий шаг – ***1,5*** мм.

По табл. 3 [[1, с. 15]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем поля допусков болта и гайки, соответствующие среднему классу точности. Для наружной резьбы болта поле допуска – ***6g***, для внутренней резьбы гайки – ***6H***.

Для болта, изготовленного из стали 10, класс прочности – ***4.8*** [[1, с. 47,табл. 19]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) класс прочности гайки – ***5*** [[1, с. 48,табл. 21](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)].

По [[1, с. 50,табл. 23]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем, что оксидное, пропитанное маслом покрытие деталей болтового соединения: болта, шайбы и гайки, имеет цифровое обозначение ***05***  
(ГОСТ 1759.0-87).

Длину болта ***L*** определим по формуле

***L****=****q****+****q1*** *+****q2*** *+****s*** *+****m*** *+****a*** *+****z,***

где ***q*** =***19*** мм, ***q1*** =***3*** мм, ***q2*** =***20*** мм – толщины соединяемых деталей (см. задание);

***s*** – толщина шайбы. Для болта с номинальным диаметром резьбы 16 мм – s =3 мм. Наружный диаметр шайбы – 30 мм [[1, с. 43, табл. 15]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). Согласно заданию, шайба должна быть исполнения ***1*** – без фаски.

***m*** – высота гайки. По табл. 8 [[1, с. 35]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем высоту гайки для болта М16 – ***m*** =***13*** мм. У гайки М16 размер под ключ ***S*** =***24*** мм, диаметр описанной окружности ***е*** =***26,5*** мм.

***a*** – запас резьбы при выходе болта из гайки;

***z*** – высота фаски болта. Величины a и z определим по табл. 24 [[1, с. 57]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) в зависимости от шага резьбы. При шаге резьбы 1,5 мм ***а*** =***3*** мм, ***z*** =***1,6*** мм.

Таким образом, длина болта

***L=19+3+20+3+13+3+1,6=62,6*** мм.

Полученную длину округляем до ближайшего большего стандартного значения (табл. 5, ГОСТ 7798-70). Окончательно принимаем ***L***=***65*** мм. Вычерчиваем болт длиной ***65*** мм. По табл. 5 [[1, с. 32]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем длину резьбы ***b*** =***38*** мм.

Вычерчиваем шайбу и гайку. увеличиваем размер «***а*** » с ***3*** мм до ***5,4*** мм. По табл. 5 определим высоту головки болта ***К*** =***10*** мм, размер под ключ ***S*** =24 мм, диаметр описанной окружности ***е*** =***26,5*** мм.

Изображение головок болтов и гаек на учебных сборочных чертежах приведено на рис 14, б [[1, с. 31].](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) Диаметр гладких отверстий в соединяемых болтом деталях, согласно табл. 26 [[1, с. 59]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf), равен ***18*** мм.

## *Выполнение сборочного чертежа «Соединение болтом»*

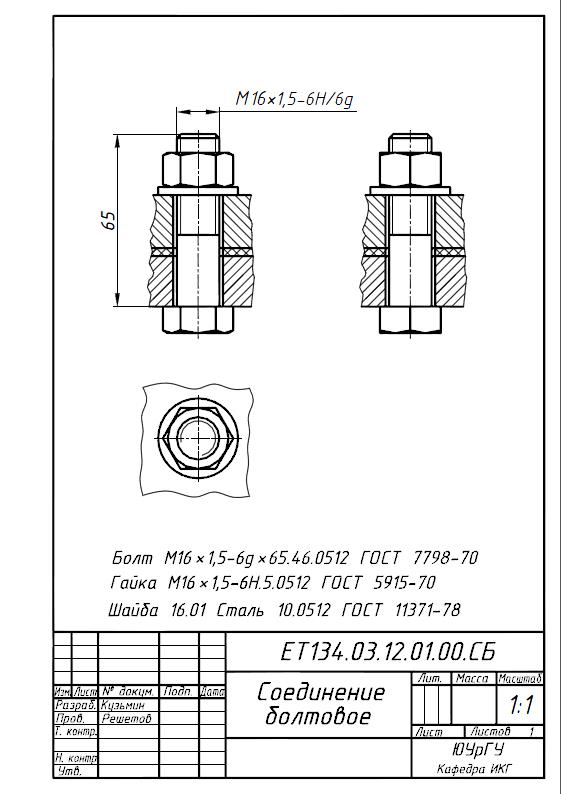
**Сборочный чертеж** – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Код чертежа – ***СБ***. Сборочный чертеж является технологическим документом и предназначен для сборки уже имеющихся деталей. Сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Сборочный чертеж задания №3 должен содержать три изображения: главное изображение (полный фронтальный разрез), на месте вида слева – полный профильный разрез и вид сверху. Следует выдерживать выбранный масштаб изображений.

На главном изображении головки болтов и гайки располагают таким образом, чтобы к наблюдателю были обращены три грани. Болты, винты, шпильки, гайки, шайбы при продольном разрезе показывают не рассечёнными (ГОСТ 2. 305-2008, п. 9.6).

Кроме изображений сборочный чертеж должен содержать номера позиций составных частей, входящих в изделие согласно спецификации; габаритные, установочные и присоединительные справочные размеры.

На учебных чертежах задания №3 позиции не проставляем, спецификацию не выполняем. Пример выполнения учебного сборочного чертежа приведён ниже.



## *соединение шпилькой*

**Исходные данные** **для всех** [**вариантов:**](http://www.resh.susu.ru/Prim_rezba/shpil-soed-zd.pdf)

шаг резьбы – ***крупный***;

класс точности (ГОСТ 16093-2004) – ***грубый***. Поле допуска резьбы на шпильке – ***8g***, поле допуска резьбы гайки – ***7H*** [[1, с. 15, табл. 3]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf);

марка стали шпильки, гайки и шайбы – ***Сталь 20***. Класс прочности шпильки – ***4.6***. [[1, с. 47, табл. 19]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) (табл. 19), класс прочности гайки – ***4*** [[1, с. 48, табл. 21]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf);

покрытие деталей соединения шпилькой отсутствует.

**Данные конкретного** [**варианта:**](http://www.resh.susu.ru/Prim_rezba/shpil-soed-zd.pdf)

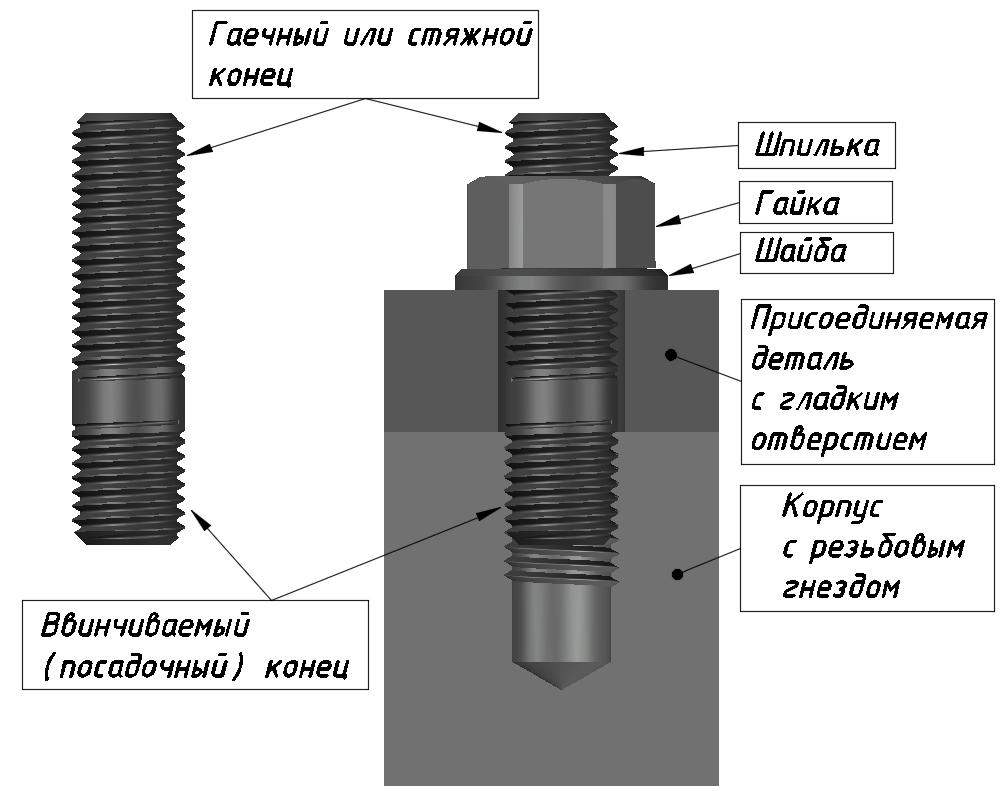
номинальный диаметр резьбы шпильки – ***16*** мм;

материал, в который ввинчиваем шпильку – ***сталь***.

толщина присоединяемой детали –***q1*** =**20** мм.

## *Расчет соединения шпилькой*

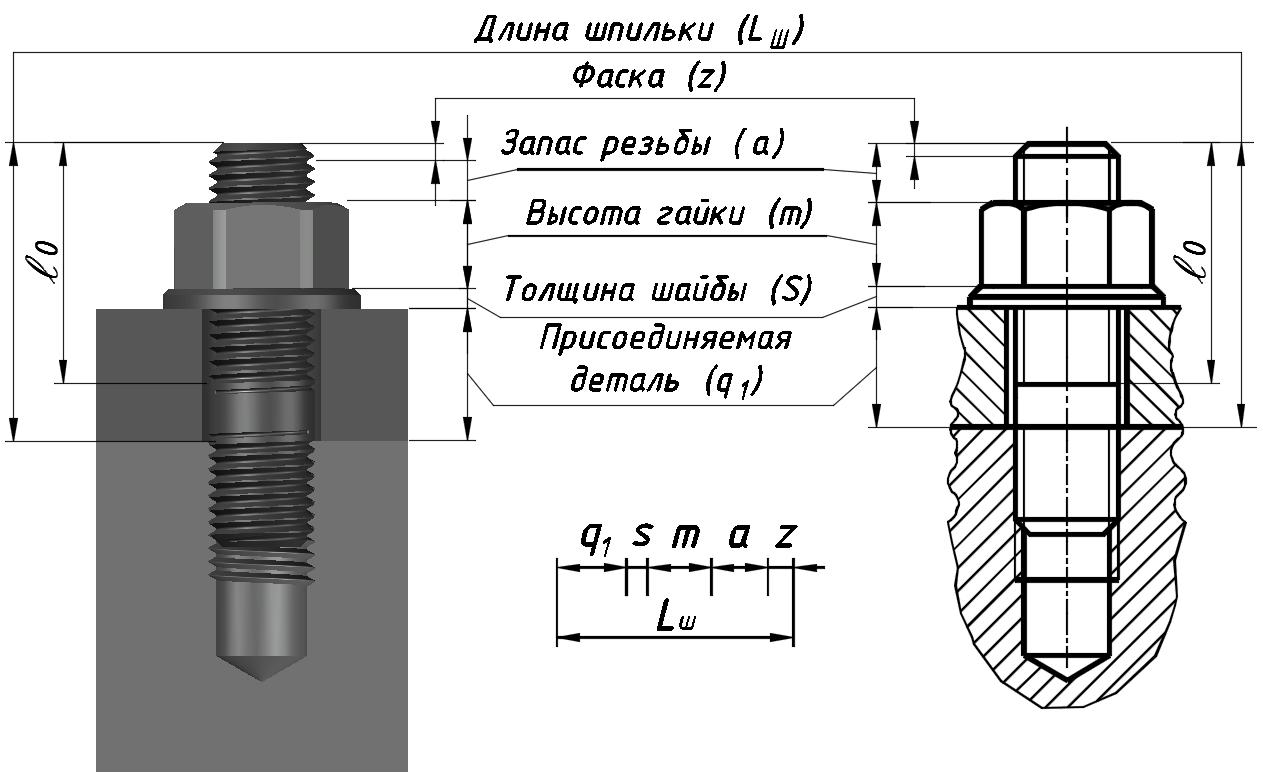
**Шпилька** представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется гаечным или стяжным концом.



Форму и размеры шпильки определяем по табл. 6 [[1, с. 33]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf), гайки – по табл. 8  
[[1, с. 35]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf), шайбы – по табл. 15 [[1, с. 43]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf).

По табл. 9 [[1, с. 36]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем величину крупного шага для номинального диаметра резьбы 16 мм. Крупный шаг – 2 мм.

На рис. показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи соединения шпилькой. Эта размерная цепь позволяет определить длину гаечного конца шпильки, обеспечив необходимый запас резьбы при выходе шпильки из гайки (размер ***а***).

Длину шпильки (без ввинчиваемого конца) определим по формуле

***Lш***=***q1***+***s*** +***m*** +***a*** +***z*,**

где ***q1*** =***20*** мм – толщина присоединяемой детали;

***s*** – толщина шайбы. Для шпильки с номинальным диаметром резьбы 16 мм – ***s*** =***3*** мм. Наружный диаметр шайбы – ***30*** мм (табл. 15). Согласно заданию, шайба должна быть исполнения 2 – с фаской.

***m*** – высота гайки. По табл. 8 [[1, с. 35]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определяем высоту гайки для шпильки с номинальным диаметром резьбы 16 мм – ***m*** =***13*** мм. Согласно заданию, гайка должна быть исполнения ***2*** – с одной фаской.

***a*** – запас резьбы при выходе шпильки из гайки;

***z*** – высота фаски шпильки. Величины ***a*** и ***z*** определим по данным табл. 24 [[1, с. 57]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf)в зависимости от шага резьбы. При шаге резьбы ***2*** мм – ***а*** =4 мм, ***z*** =***2*** мм.

Таким образом, длина шпильки

***Lш***=**20**+**3**+**13**+**4**+**2**=**42 *мм***.

Полученную длину округляем до ближайшего большего стандартного значения  
[[1, с. 33, табл. 6]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). Окончательно принимаем ***Lш*** =***45*** мм. По этой же таблице определим длину нарезанной части шпильки ***ℓ0***. При длине шпильки ***45*** мм и диаметре ***16*** мм  
***ℓ0*** =***38*** мм. Вычерчиваем шпильку длиной 45 мм.

Вычерчиваем шайбу и гайку, увеличиваем размер «***а*** » с ***4*** мм до ***7*** мм.

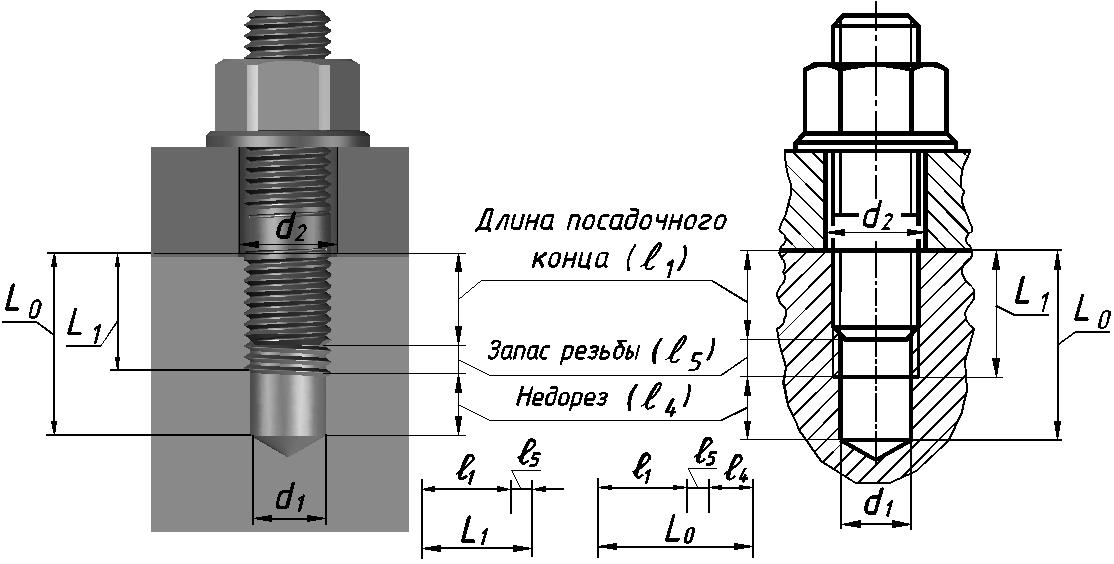
**Длина посадочного конца шпильки**

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки ***ℓ1*** (см. рис.) зависит от материала детали, в которую ввинчивается шпилька [[1, с. 34, табл. 7]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). Так как шпилька ввинчивается в стальную деталь, то ***ℓ1*** =***d*** =***16*** мм. Шпилька будет выполнена по **ГОСТ 22032-76**.

**Глубина сверленого под резьбу шпильки отверстия**

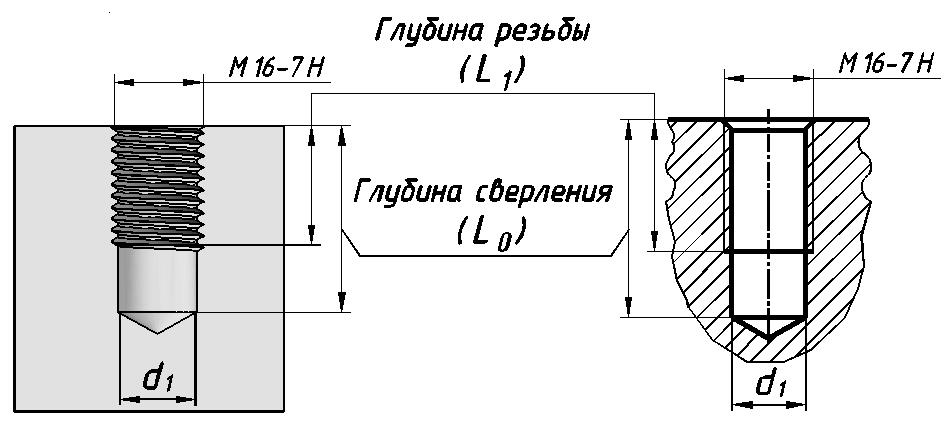
По табл. 24 [[1, с. 57]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf) определим запас резьбы ***ℓ5*** и недорез ***ℓ4***, которые зависят от шага резьбы. При шаге резьбы ***2*** мм ***ℓ5*** =***5,5*** мм, ***ℓ4*** =***11*** мм. Глубина сверленого под резьбу отверстия:

***L0***=***ℓ1*** +***ℓ5***+***ℓ4*** =**16**+**5,5**+**11**=**32,5** *мм*.

Диаметр отверстия под нарезание метрической резьбы определим по табл. 25 [[1, с. 58]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). При номинальном диаметре резьбы 16 мм и шаге резьбы 2 мм номинальный диаметр отверстия под резьбу с полем допуска ***6H*** – ***d1*** =***13,9*** мм.

Глубина резьбы глухого отверстия под шпильку:

***L1***=***ℓ1*** +***ℓ5*** =**16**+**5,5**=**21,5** мм.



Диаметр ***d2*** гладкого отверстия в присоединяемой детали определим по табл. 26  
[[1, с. 59]](http://www.resh.susu.ru/REZBA_15.pdf). При диаметре стержня шпильки 16 мм диаметр отверстия ***d2*** =***18*** мм.

Пример выполнения сборочного чертежа «Соединение шпилькой» приведён ниже.

Следует обратить внимание на то, что при изображении отверстия с резьбой на виде сверху фаску не изображают, наружный диаметр резьбы выполняют тонкой не замкнутой на три четверти линией.

**Библиографический список**

1. **Решетов, А.Л.** СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО К ЗАДАНИЯМ ПО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМУ ЧЕРЧЕНИЮ: учебное пособие / А.Л. Решетов; Л.И. Хмарова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 139 с.
2. **Кувшинов, Н.С.** ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА В ПРИБОРОСТРОЕНИИ: учебное пособие / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 143 c.

