

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Инженерная графика

Методические рекомендации к выполнению задания
«Резьбовые детали и соединения»

для студентов специальностей дневной формы обучения:

6-05-0713-04 Автоматизация технологических процессов и производств

6-05-0714-02 Технология машиностроения, металлорежущие станки и
инструменты

7-07-0712-02 Теплоэнергетика и теплотехника



Витебск
2025

УДК 744
ББК 30.11
И 62

Составители

И. М. Рассохина, Л. И. Розова, А. Н. Гришаев

Одобрено кафедрой «Математика и информационные технологии»
УО «ВГТУ», протокол № 9 от 23.04.2025.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 9 от 28.05.2025

И 62 Инженерная графика : методические рекомендации к выполнению задания «Резьбовые детали и соединения» / сост. И. М. Рассохина, Л. И. Розова, А. Н. Гришаев – Витебск : УО «ВГТУ», 2025. – 34с.

Методическая разработка представляет собой методические указания к выполнению эскизов деталей крепежных изделий и соединений деталей указанными крепежными деталями. В разработке определены объем и содержание задания, установлен порядок выполнения эскизов крепежных деталей, даны указания по выполнению чертежей разъемных соединений, приведен порядок выполнения соединения деталей крепежными деталями в среде САПР Компас 3D.

УДК 744
ББК 30.11

© УО «ВГТУ», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	4
2. ОФОРМЛЕНИЕ ЭСКИЗОВ	4
3. КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ.....	5
3.1. БОЛТ	5
3.2. ВИНТ	6
3.3. ГАЙКА	7
3.4. ШАЙБА	8
3.5. ШТИФТ	9
4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭСКИЗОВ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	9
5. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.....	14
5.1. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА СОЕДИНЕНИЯ БОЛТОМ	15
5.1.2 Порядок выполнения задания	16
5.1.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УПРОЩЕННОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ НА СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ	20
5.2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ВИНТАМИ И ШТИФТОМ	23
5.2.1 СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ.....	25
5.2.2 Порядок выполнения задания	25
5.2.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ДЛИНЫ ВИНТОВ И ШТИФТА	25
6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КРЕПЕЖНЫМИ ДЕТАЛЯМИ В СРЕДЕ САПР КОМПАС 3D.	30
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ	32

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении широко применяются различные виды соединений. Это резьбовые, зубчатые (шлицевые), шпоночные, штифтовые, соединения сочленением и др. По техническим специальностям программа по инженерной графике предусматривает изучение разделов, связанных с изображением различных видов соединений – разъемных и неразъемных.

Наибольшее распространение получили резьбовые соединения, которые широко используются в самых различных отраслях промышленности. Они универсальны, обладают высокой надежностью, способны воспринимать большие нагрузки, удобны при сборке и разборке.

В учебной программе по Инженерной графике отводится значительное место изучению резьбовых соединений.

Цель выполняемого задания – приобретение знаний, умений и навыков по изображению и обозначению резьбы, резьбовых деталей и разъемных соединений. Приобретение навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой, нормативно-технической документацией.

1. Объем и содержание задания

Выполнение эскизов стандартных крепежных деталей с натуры (или по заданным параметрам) – болта, гайки, шайбы, винтов и штифта.

Выполнение чертежа соединения деталей болтом (виды спереди и сверху). Составление спецификации.

Выполнение чертежа соединения деталей двумя винтами и штифтом (виды спереди и сверху). Составление спецификации.

2. Оформление эскизов

Эскиз – это чертеж, выполненный от руки без применения чертежных принадлежностей, с соблюдением всех требований машиностроительного черчения. Формат чертежа, масштаб, нанесение размеров, шрифт, типы линий, заполнение основной надписи и спецификации должны соответствовать требованиям стандартов ЕСКД. Чертежи резьбовых соединений могут выполняться как на чертежной бумаге (форматках), так и средствами машинной графики.

3. Крепежные детали

Для осуществления разъемного соединения деталей применяются различные резьбовые крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки и др. Форма, размеры и другие характеристики крепежных деталей (материал, характер покрытия и пр.) устанавливаются соответствующими стандартами. Крепежные детали стандартизованы, что обеспечивает их взаимозаменяемость. Крепежные детали, как правило, изготавливаются с метрической резьбой.

Каждая крепежная деталь имеет условное обозначение. В учебных чертежах в условном обозначении болтов, винтов и шпилек указывают:

- наименование детали;
- исполнение (исполнение 1 не указывается, но подразумевается);
- буквенное обозначение метрической резьбы – заглавная буква М;
- наружный диаметр резьбы в миллиметрах;
- величину мелкого шага резьбы (крупный шаг не указывается, но подразумевается);
- длину стержня крепежной детали;
- номер стандарта.

3.1. Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется головка, чаще всего шестигранная, на другом – резьба для навинчивания гайки. Размеры и форма головки позволяют использовать её для завинчивания болта при помощи стандартного гаечного ключа. Обычно на головке болта выполняется коническая фаска, сглаживающая острые края головки и облегчающая пользование гаечным ключом при соединении болта с гайкой. В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с головками различной формы: шестигранной, полукруглой, потайной. Наибольшее распространение получили болты с шестигранной головкой (рис. 1).

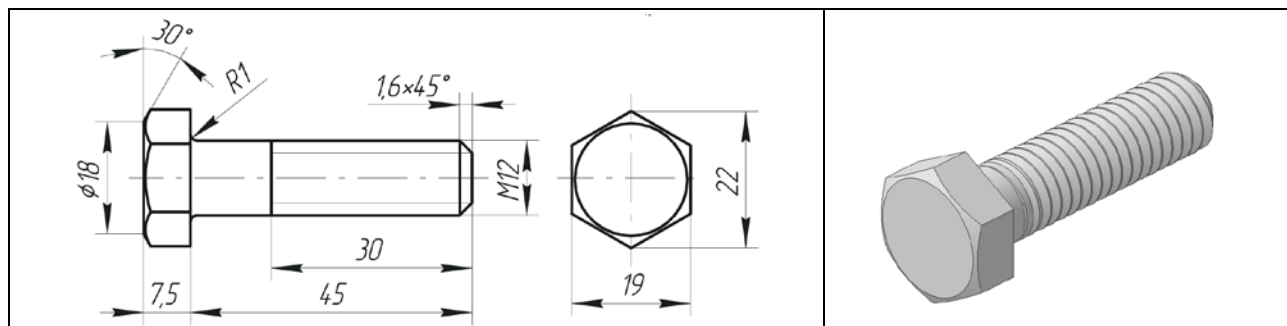


Рисунок 1 – Болт М12 × 45 ГОСТ 7798

Обозначение «**Болт М10 × 50 ГОСТ 7798**» читается следующим образом: болт исполнения 1 (не указывается, а подразумевается), с метрической резьбой – буква М, наружный диаметр резьбы 10 мм, разделительный символ «х», шаг крупный (не указывается, а подразумевается), длина стержня равна 50 мм, ГОСТ 7798.

3.2. Винт

Крепёжный винт – это деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различной формы. Винты изготавливаются с цилиндрической (рис. 2), полукруглой (рис. 3), потайной (конической) и полупотайной головкой, а также с цилиндрической головкой и шестигранным углублением «под ключ». Головки винтов имеют обыкновенный шлиц (прорезь) под плоскую отвёртку или крестообразный шлиц, что соответствует исполнению 1 или 2. На винтах применяется метрическая резьба с крупным или мелким шагом.

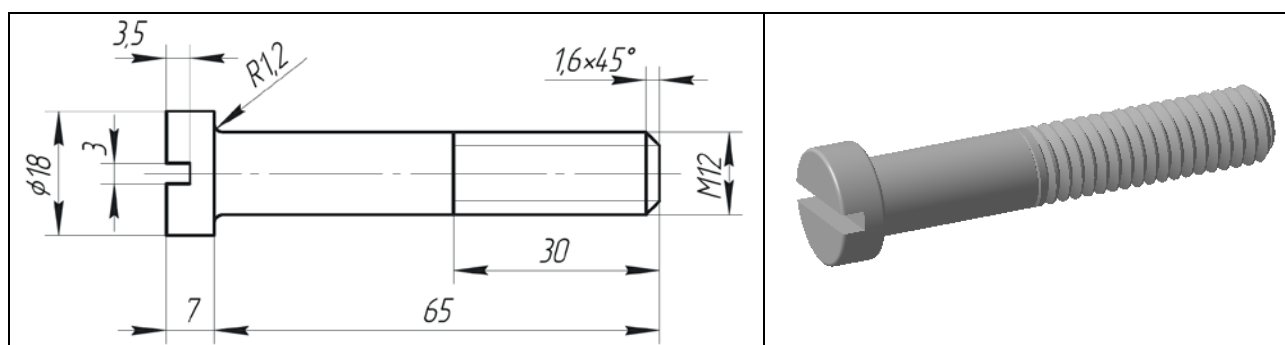


Рисунок 2 – Винт М12×65 ГОСТ 1491

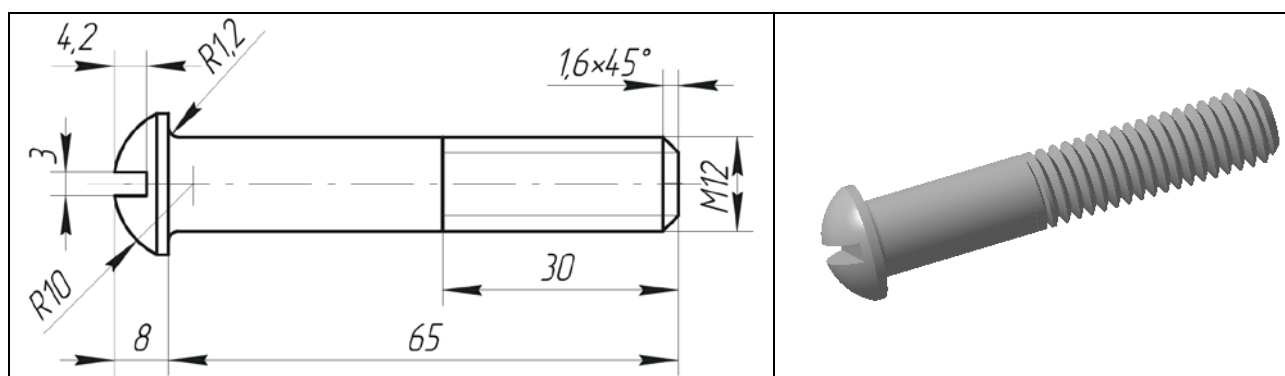


Рисунок 3 – Винт М12×65 ГОСТ 17473

По назначению винты подразделяются на две группы – крепежные и установочные. Крепежный винт предназначен для соединения деталей друг с другом. Установочный винт предназначен для взаимного фиксирования деталей.

Примеры условного обозначения винта с цилиндрической головкой, диаметром резьбы $d = 8$ мм, с крупным шагом резьбы, длиной стержня 50 мм: **Винт АМ8 × 50 ГОСТ 1491**; **Винт ВМ8 × 50 ГОСТ 1491**, где А и В – классы точности.

Для винтов по ГОСТ 17473, 17474, 16475 предусмотрено два исполнения головки винта: исполнение 1 – со шлицем (под обычную отвертку) и исполнение 2 – с крестообразным углублением (под крестовую отвертку). Для данных винтов вариант исполнения дополнительно указывается в условном обозначении: **Винт В М12 × 45 ГОСТ 17473**, где В – класс точности, исполнение 1 подразумевается; **Винт А2 М12 × 45 ГОСТ 17473**, где А – класс точности, исполнение 2.

3.3. Гайка

Гайка – крепёжная деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или другую резьбовую деталь. Гайки различают:

а) по форме наружной поверхности; б) по характеру исполнения; в) по типу резьбы; г) по точности изготовления.

Чаще всего гайки имеют шестигранную форму. Выпускаются также гайки круглые, барашки, корончатые, прорезные. Различают гайки низкие, высокие, особо высокие, нормальной высоты, с уменьшенным размером «под ключ». Гайки изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности. Изготавливают гайки с метрической резьбой с крупным или мелким шагом. Для более удобного пользования гаечным ключом шестигранная поверхность гайки имеет конические фаски с обеих сторон – исполнение 1 или с одной стороны – исполнение 2, что отражается в условном наименовании гайки.

На рисунке 4 изображена шестигранная гайка исполнения 1 с двумя наружными коническими фасками, на рисунке 5 – гайка исполнения 2 с одной наружной фаской. В условное обозначение гайки входит её наименование, буквенно – цифровое обозначение резьбы и ГОСТ. Обозначение «**Гайка М12 ГОСТ 5915**» читается следующим образом: гайка исполнения 1, с резьбой метрической, наружным диаметром 12 мм, крупным шагом, выполнена по ГОСТ 5915. В условное обозначение гайки второго исполнения добавляется цифра 2, которая пишется перед обозначением метрической резьбы: «**Гайка 2 М12 ГОСТ 5915**». Существуют и другие виды гаек, которые в данных методических рекомендациях не представлены.

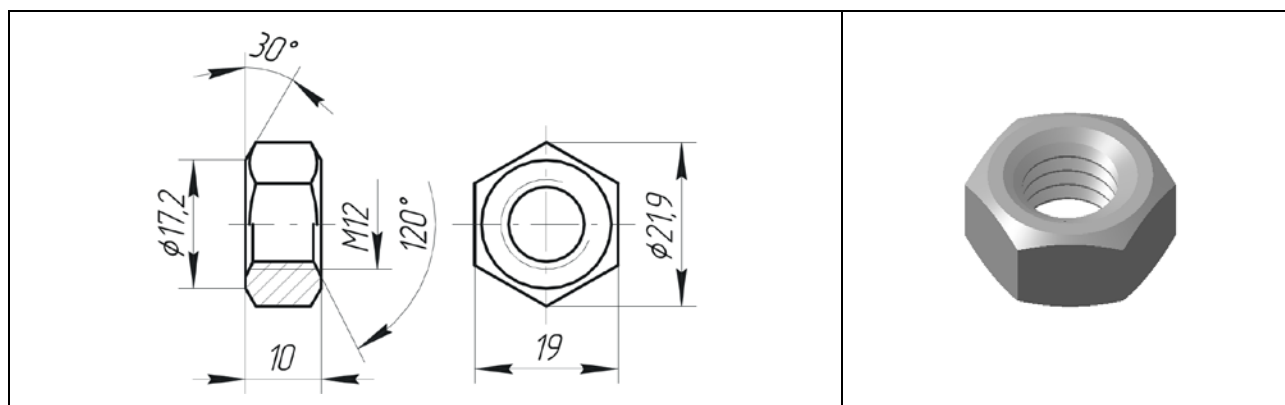


Рисунок 4 – Гайка M12 ГОСТ 5915

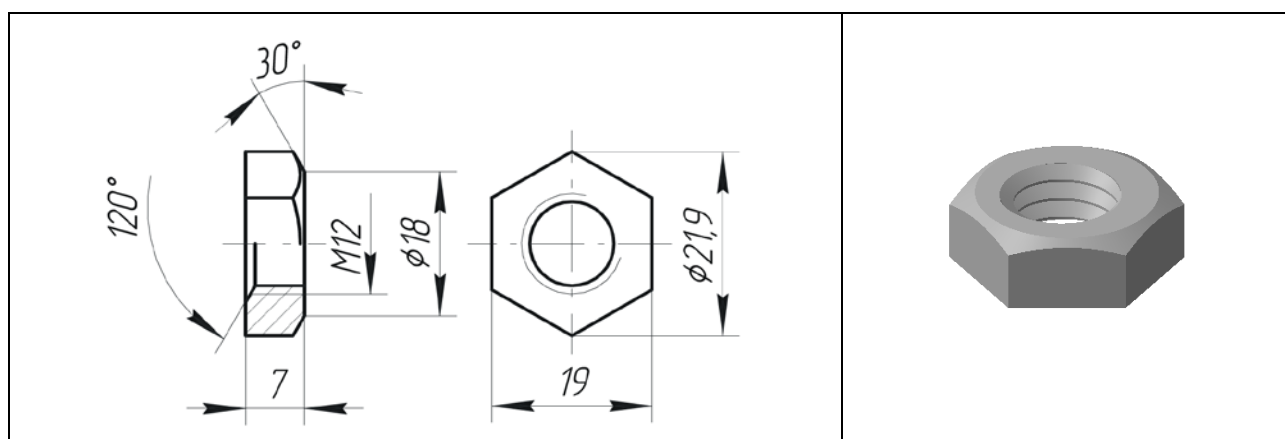


Рисунок 5 – Гайка 2 M12 ГОСТ 15522

3.4. Шайба

Шайба – деталь, закладываемая под гайку, головку болта, винта. Шайба предназначена для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для предохранения их поверхности от смятия гайкой, головкой болта или винта. Некоторые виды шайб предназначены для стопорения.

Различают шайбы круглые, пружинные, стопорные и др. Круглые шайбы бывают исполнения 1 без фаски и исполнения 2 с фаской (рис. 6).

В условном обозначении шайбы указывается наименование детали; исполнение (исполнение 1 не указывается); диаметр стержня крепёжной детали, в соединении с которой применяется шайба; ГОСТ.

Примеры условного наименования шайбы: **Шайба 12 ГОСТ 11371** для исполнения 1; **Шайба 2.12 ГОСТ 11371** для исполнения 2;

Обе шайбы предназначены для использования с крепёжными деталями, номинальный диаметр резьбы которых равен 12 мм. Следует обратить

внимание на то, что диаметр отверстия шайбы больше диаметра резьбы крепёжной детали.

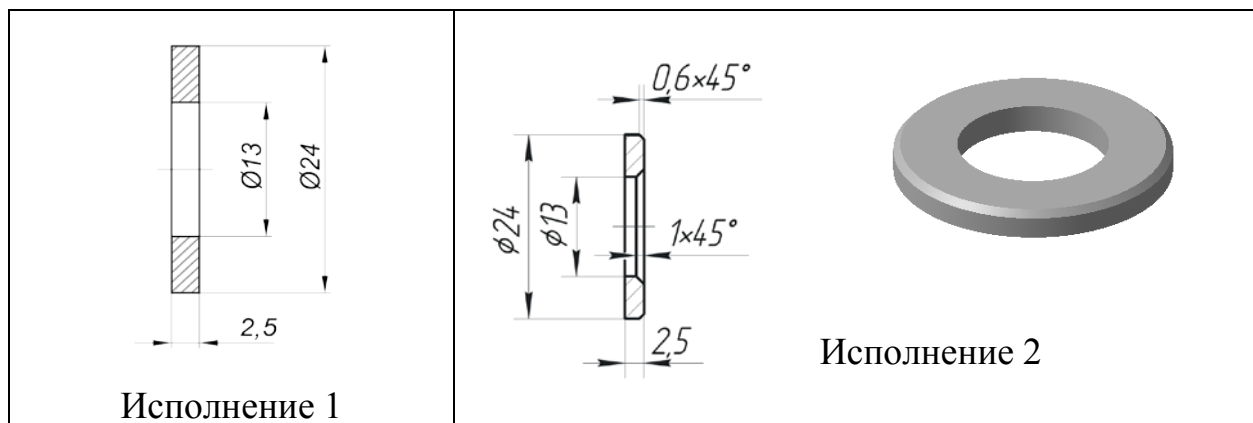


Рисунок 6 – Шайба 12 ГОСТ 11371

3.5. Штифт

Штифты представляют собой цилиндрические, конические или фасонные стержни круглого сечения. Цилиндрические или конические штифты применяются для неподвижного соединения деталей машин и точной фиксации их друг относительно друга. Штифты запрессовываются в отверстия двух сопрягаемых деталей. В отверстиях штифты удерживаются силой трения, создаваемой при монтаже изделия с натягом. Стандарт предусматривает изготовление штифтов диаметром от 0,6 до 50 мм и длиной от 2,5 до 280 мм. Цилиндрические штифты изготавливаются исполнения 1, 2 и 3. В условном наименовании штифта указывается его исполнение, диаметр и длина. Например: **Штифт 10×50 ГОСТ 3128** исполнения 1 (рис. 7) или **Штифт 2 – 10×50 ГОСТ 3128** исполнения 2.

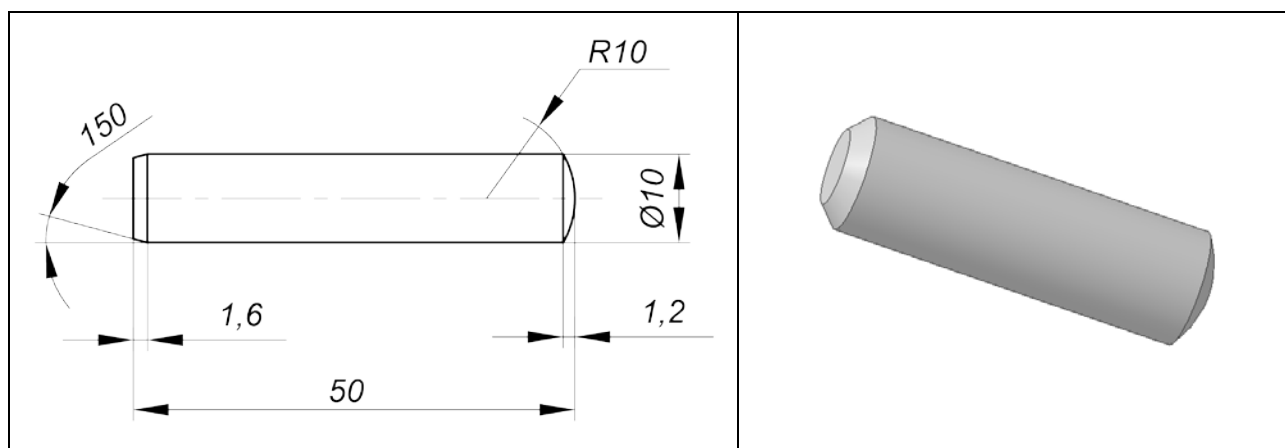


Рисунок 7 – Штифт 10×50 ГОСТ 3128-70

4. Порядок выполнения эскизов крепежных деталей

Если эскизы крепежных деталей выполняются **с натуры**, необходимо:

- 1) получить набор крепежных деталей согласно варианту, выданному преподавателем. Выяснить, какие крепежные детали находятся в этом наборе;
- 2) подготовить бумагу в клеточку или миллиметровку формата А4 (210×297);
- 3) выделить из набора одну крепежную деталь. Найти в справочнике ГОСТ (по внешнему виду и наименованию) с изображением крепежной детали;
- 4) выполнить эскиз крепежной детали, руководствуясь формой детали и указаниями ГОСТа;
- 5) нанести выносные, размерные линии в соответствии со стандартом на данную крепежную деталь;
- 6) произвести обмер детали. В первую очередь измерить диаметр резьбы. Проставить размерные числа;
- 7) сравнить размеры, полученные при измерении детали, с размерами аналогичной детали, которые предусмотрены её ГОСТом. Незначительными отклонениями от стандартных размеров допускается пренебречь, указав размеры в соответствии с ГОСТом;
- 8) уточнить на эскизе числовые значения размеров;
- 9) заполнить основную надпись. В графе «Наименование» записать условное обозначение крепежной детали в соответствии с требованиями ГОСТа;
- 10) предъявить эскизы для проверки преподавателю;
- 11) эскизы сброшюровать в альбом.

Если эскизы крепежных деталей выполняются **по заданным параметрам** (из таблицы), необходимо:

- 1) подготовить бумагу в клеточку или миллиметровку формата А4 (210×297);
- 2) найти в справочнике изображение крепежной детали в соответствии с указанным наименованием и ГОСТом и выполнить эскиз крепежной детали, руководствуясь указаниями ГОСТа;
- 3) нанести выносные, размерные линии в соответствии со стандартом на данную крепежную деталь;
- 4) проставить числовые значения размеров в соответствии с предлагаемым вариантом;
- 5) заполнить основную надпись. В графе «Наименование» записать условное обозначение крепежной детали в соответствии с требованиями ГОСТа;
- 6) предъявить эскизы для проверки преподавателю;
- 7) эскизы сброшюровать в альбом.

Рекомендации по построению изображения головки болта и гайки.

Построение изображения головки болта выполняется в следующем порядке (рис. 8 и 9):

- строятся виды спереди и слева головки болта, которая имеет форму призмы. Основание этой призмы на виде слева представляет собой правильную шестигранную призму, которая вписывается в окружность диаметром D (из ГОСТа);

- на виде слева проводится окружность диаметром $D_1 = 0,9/0,95S$, где S – размер под ключ, определенный по ГОСТу. Эта окружность является линией пересечения торцевой плоскости головки болта с конической фаской;

- на построенной окружности отмечаются точки B_1''' , B_3''' и определяется их положение на главном виде точками B_1'' , B_3'' ;

- из точек B_1'' , B_3'' проводятся прямые под углом 30° к торцу головки болта. В пересечении с соответствующими ребрами головки болта определяются точки A_1'' , A_4'' . Таким образом выполнено построение на головке болта конической фаски с наклоном к образующей к основанию под углом 30° (рис. 8);

- точки A_1'' , A_4'' соединяются прямой линией. С помощью этой линии находятся точки A_2'' , A_3'' ;

- через точки A_2'' , A_3'' проводится дуга окружности радиуса $R = 3/4D$, центр которой находится на оси болта (рис. 2). В действительности точки A_2'' и A_3'' принадлежат дуге гиперболы, по которой грань головки болта пересекает коническую поверхность фаски;

- дуга окружности $A_2''A_3''$ позволяет определить точки M_0 и N_0 (рис. 3). Для этого дуга $A_2''A_3''$ продлевается до пересечения с верхним и нижним ребрами головки болта;

- соединяются прямой линией точки M_0 , N_0 и определяются точки M_1'' , N_1'' , а также центры K_0 дуг окружностей, проходящих через точки A_1'' , A_2'' и A_3'' , A_4'' . Точки K_0 находятся на пересечении прямых $M_0''N_0''$, $K_1''K_2''$ и $K_3''K_4''$. Прямые $K_1''K_2''$ и $K_3''K_4''$ делят соответственно отрезки $M_0''M_1''$ и $N_0''N_1''$ пополам.

Далее изображается резьбовая часть стержня болта с конической фаской на конце стержня. Размер конической фаски зависит от шага резьбы и выбирается из ГОСТ 10549 или из ряда чисел для выбора фасок по ГОСТ 10948.

Известен и другой порядок построения изображения головки болта (рис. 9):

- на трех видах – спереди, сверху и слева – проводятся осевые линии. На виде слева вычерчивается вспомогательная окружность диаметром D и в эту окружность вписывается правильный шестиугольник, две вершины которого находятся на вертикальной осевой линии. Размер под ключ S при этом получается сам собой, т.к. величины S и D связаны зависимостью $S = 1,73D/2$, вытекающей из геометрии шестиугольника на рисунке 4;

- на видах спереди и сверху проводятся параллельные линии, отстающие друг от друга, на расстояние H . Проекции боковых ребер граней получаются

при проведении линий связи из вершины шестиугольника. На виде спереди видны три грани и второй размер проекции равен D . На виде сверху видимы две грани и второй размер проекции равен «размеру под ключ»;

- вычерчиваются торцевые плоскости головки болта и определяется диаметр D_1 окружности, ограничивающей левый торец головки болта. Например, если размер под ключ $S = 46$, то D_1 определяем следующим образом:

$$D_1 = (0,9/0,95)46 = 41,4/43,7\text{мм}$$

Принимаем $D_1 = 42\text{мм}$.

- на виде слева окружность проецируется в натуральную величину, причем она не касается сторон шестиугольника. На видах спереди и сверху окружность изображается отрезками $1''-1''$ и $2'-2'$. С помощью треугольников через точки $1''$ и $2'$ под углом 30° к вертикали проводятся образующие конической фаски. На пересечении этих образующих с ребрами призмы на виде спереди получают точки $4''$ и $5''$, а на пересечении с гранями на виде сверху – точки $3'$. Это проекции экстремальных точек кривых, получающихся в пересечении конической фаски с гранями шестигранной призмы. Проводя из этих точек вертикальные линии связи, получаем на всех боковых ребрах призмы проекции точек 4 и 5, а на серединах боковых граней – проекции точек 3;

- боковые грани призмы пересекаются с конической фаской по гиперболам. В практике инженерной графики принято изображение гипербол заменять дугами окружностей. Имея по 3 точки (4, 3, 5) на каждой грани, определяем центры $O_1O_2O_3$, из которых циркулем проводятся дуги окружностей, приближенно заменяющие гиперболы. Например, для построения центра O_1 к середине отрезка $3''-4''$ восстанавливается перпендикуляр, пересекающий среднюю линию грани в точке O_1 . Аналогично определяются центры O_2 и O_3 .

Построение чертежа наружной поверхности гайки принципиально не отличается от построения изображения головки болта. Заканчивают изображение гайки проведением на виде слева двух окружностей соответствующих наружному и внутреннему диаметру резьбы. На виде спереди выполняют местный разрез или соединяют половину вида с половиной разреза, чтобы изобразить резьбу в отверстии и показать входную фаску, растачиваемую под углом 120° .

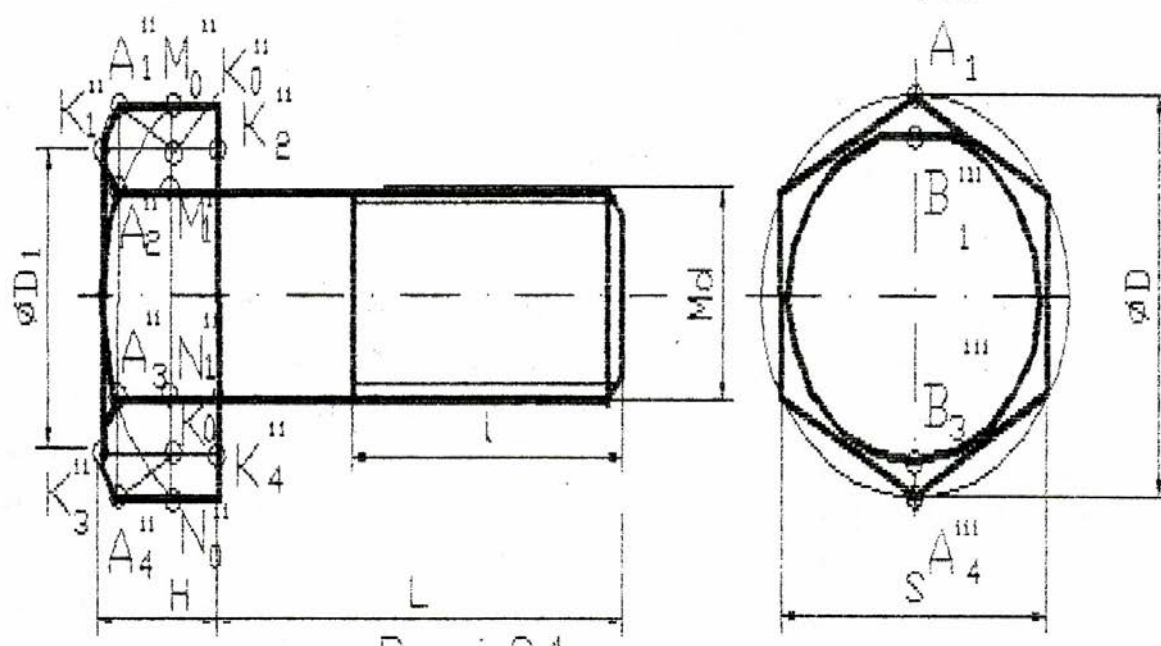
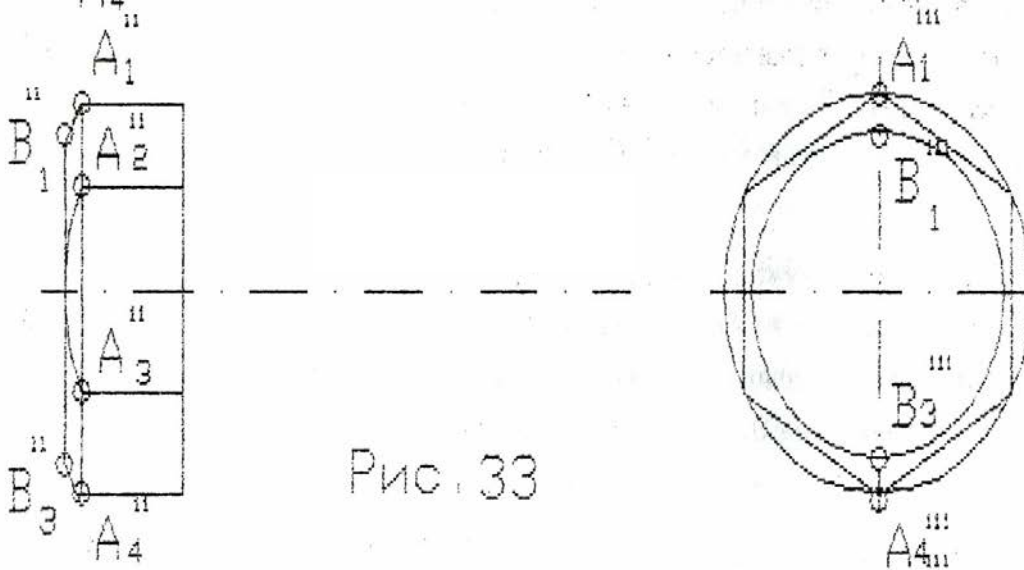
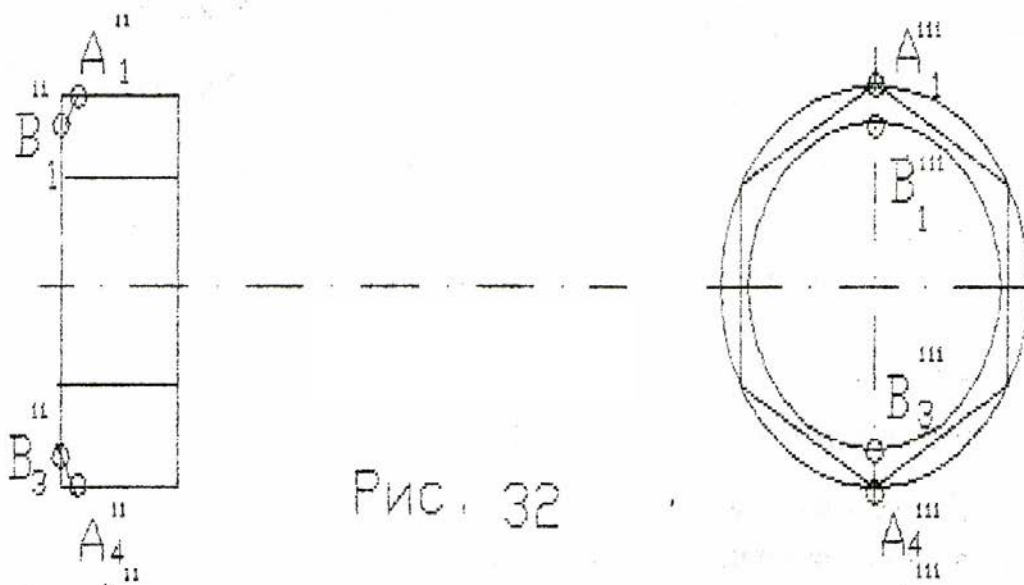


Рисунок 8 –Порядок построения головки болта

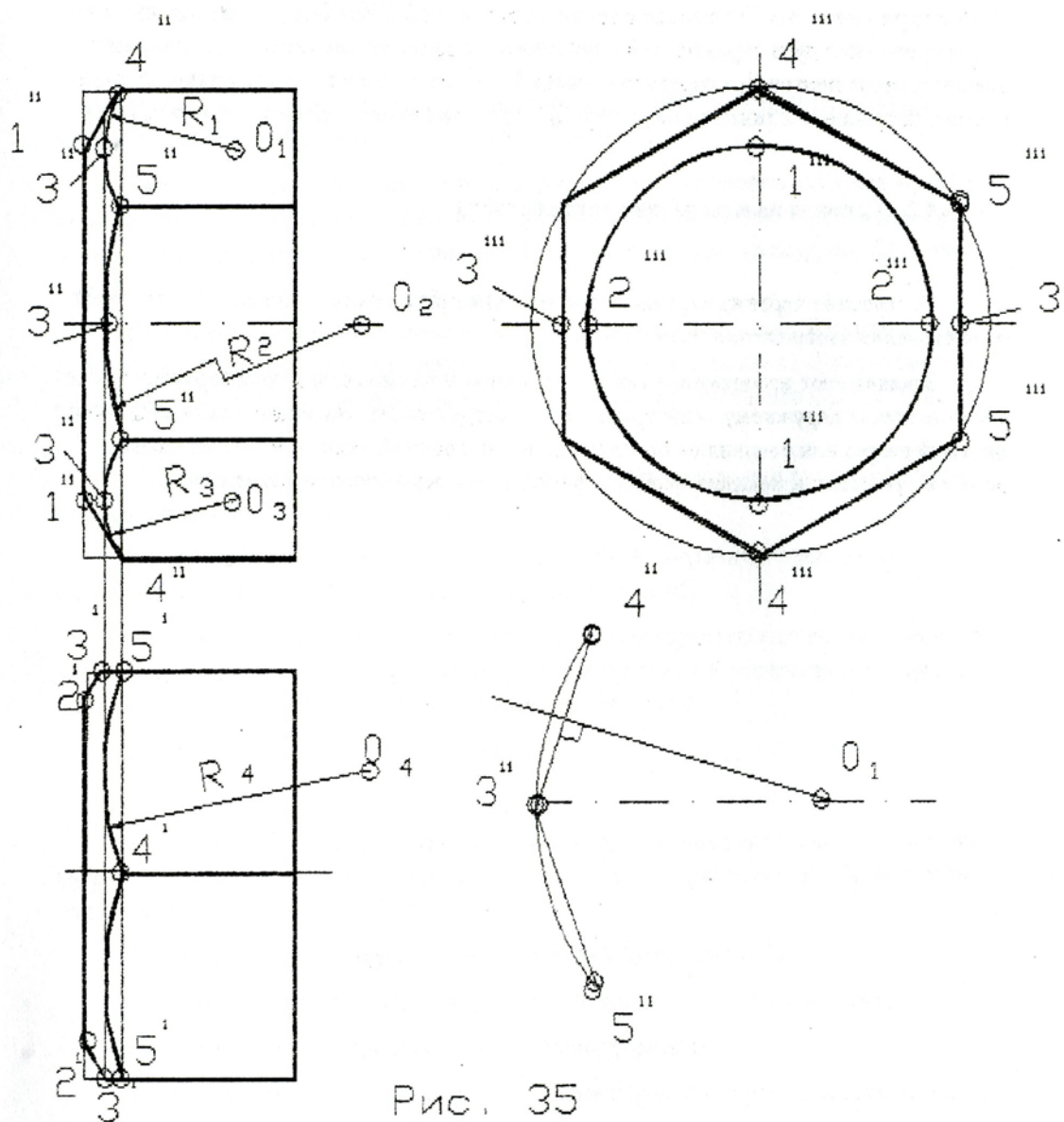


Рис. 35

Рисунок 9 – Порядок построения гайки

5. Разъемные соединения

При сборке деталей в сборочные единицы применяются соединения, которые делят на два основных вида – разъемные и неразъемные.

Разъемными называют такие соединения, которые позволяют собирать и разбирать изделие, не нарушая целостности составных частей. Эти соединения выполняются при помощи крепежных деталей – болтов, винтов, шпонок, штифтов, гаек и т. д. Соединения деталей, выполненные с помощью болтов, шпилек, гаек и винтов, называются крепежными резьбовыми соединениями.

5.1. Указания по выполнению чертежа соединения болтом

Соединение деталей болтом представляет собой сборочную единицу, состоящую из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей (рис. 10).

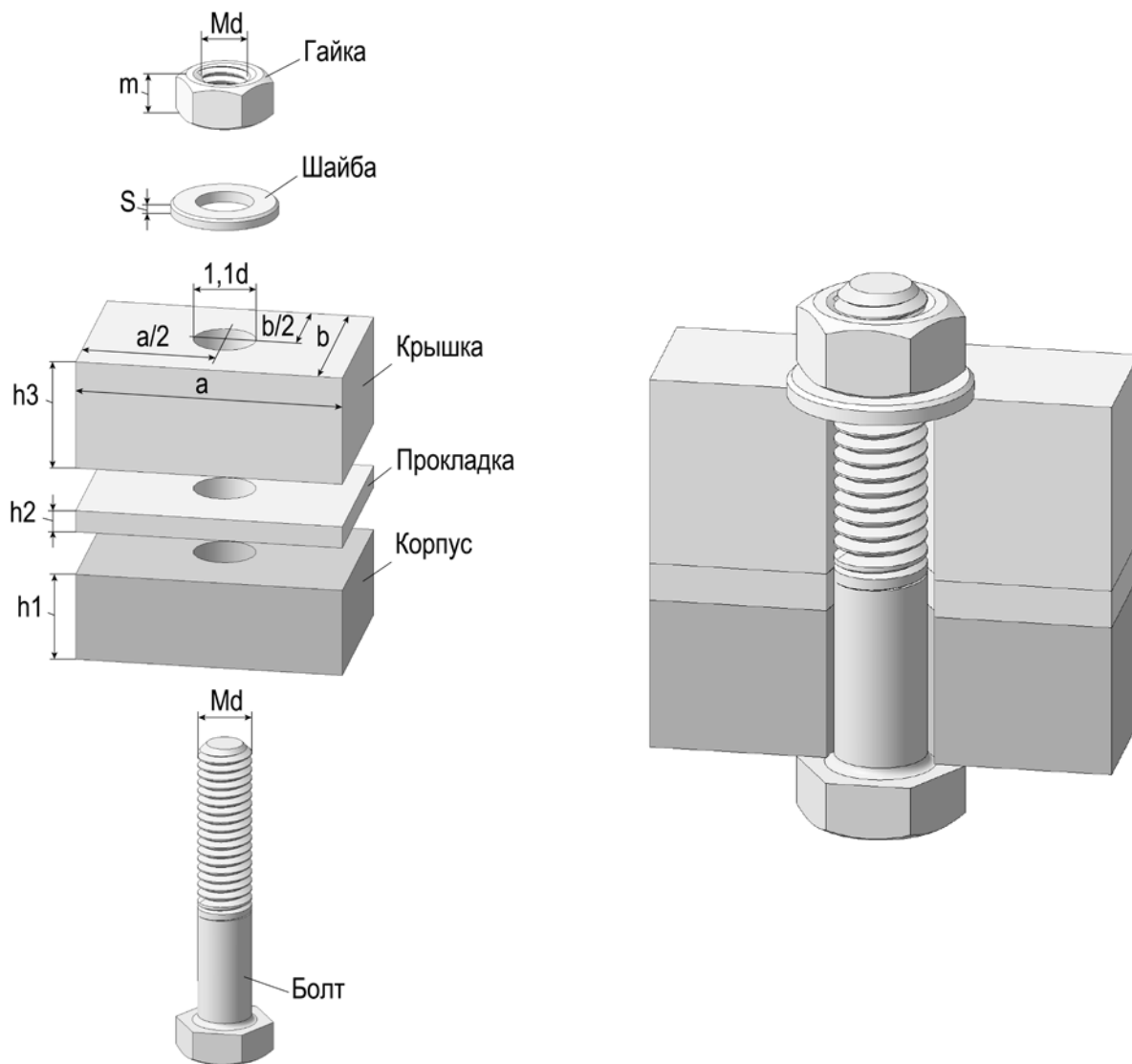


Рисунок 10 – Модель соединения болтом

В соединяемых деталях сверлятся сквозные цилиндрические отверстия, диаметр которых равен $1,1d$, где d – наружный диаметр резьбы болта. В отверстие вставляется болт, на который надевается шайба и навинчивается гайка.

Длина болта l (рис. 11) определяется по формуле:

$$l = h_1 + h_2 + h_3 + S + m + k,$$

где h_1 – высота первой соединяемой детали; h_2 – толщина прокладки; h_3 – высота второй соединяемой детали; S – толщина шайбы, m – высота гайки;

k – запас резьбы на стержне болта на выходе из гайки; **a** – длина соединяемых деталей; **b** – ширина соединяемых деталей.

Значения **h₁**, **h₂**, **h₃** выбираются в соответствии с номером варианта выполняемого задания. Значение **S** соответствует ГОСТу шайбы, **m** – ГОСТу гайки. Величина **k = 0,5d**, где **d** – наружный диаметр резьбы болта.

Полученное значение длины болта **l** округляется до ближайшей стандартной величины, предусмотренной ГОСТом.

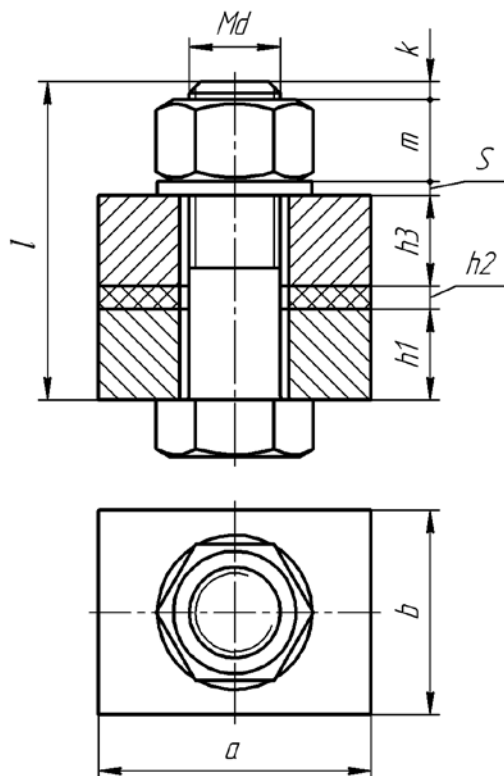


Рисунок 11 – Соединение болтом

5.1.1 Содержание задания

Вычертить соединение деталей болтом – виды спереди и сверху с выполнением продольного фронтального разреза.

5.1.2 Порядок выполнения задания

- Рассчитывается длина болта **l** с учетом размеров соединяемых деталей. Размеры деталей, необходимые для расчета, соответствуют варианту выполняемого задания и представлены в **таблице 7**. Рекомендации по расчету длины болта приведены выше.

- Вычерчивается конструктивное изображение (рис. 12) соединения деталей болтом по действительным размерам крепежных деталей в соответствии с номером варианта выполняемого задания (табл. 7).
- На чертеже наносятся размеры, входящие в условное обозначение болта, а также конструктивные размеры соединяемых деталей (рис. 12).
- Составляется спецификация на стандартном бланке формата А4 (рис. 13).
- На сборочном чертеже соединения болтом наносятся номера позиций в соответствии со спецификацией.

Таблица 7 – Соединение деталей болтом. Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Параметры соединяемых деталей					Масштаб	Резьба	ГОСТ		
	a	b	h ₁	h ₂	h ₃			Болт	Гайка	Шайба
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	40	25	20	2	20	2:1	M 10	7798-70	5916-70	11371-78
2	30	22	22	5	22		M12	7798-70	5915-70	11371-78
3	32	24	25	3	25		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
4	40	34	26	5	26		M12	7798-70	5915-70	11371-78
5	42	36	28	5	28		M10	7796-70	5916-70	11371-78
6	42	38	24	3	24		M12	7798-70	5915-70	11371-78
7	45	40	29	4	29		M 12	7796-70	5916-70	11371-78
8	50	44	23	5	23	1:1	M 16	7798-70	5915-70	11371-78
9	50	45	20	5	35		M 16	7796-70	5916-70	11371-78
10	60	45	22	4	25		M 20	7798-70	5915-70	11371-78
11	60	50	25	5	20		M 20	7796-70	5916-70	11371-78
12	65	60	25	6	25		M 24	7798-70	5915-70	11371-78
13	70	55	30	6	30		M 24	7796-70	5916-70	11371-78
14	75	70	40	6	40		M 30	7798-70	5915-70	11371-78
15	70	65	45	6	45		M 30	7796-70	5916-70	11371-78
16	70	60	35	6	35		M 30	7798-70	5915-70	11371-78
17	40	30	21	2	21		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
18	60	50	16	3	16		M 24	7798-70	5915-70	11371-78
19	42	32	22	3	22		M 10	7796-70	5916-70	11371-78
20	50	40	16	3	16		M 20	7798-70	5915-70	11371-78
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	45	35	23	3	23	1:1	M 12	7796-70	5916-70	11371-78
22	40	35	17	2	17		M 16	7798-70	5915-70	11371-78
23	50	40	24	3	24	2:1	M 16	7796-70	5916-70	11371-78
24	35	30	16	2	16		M 12	7798-70	5915-70	11371-78
25	55	42	25	2	25		M 20	7796-70	5916-70	11371-78
26	30	25	14	2	14		M 10	7798-70	5915-70	11371-78

Окончание таблицы 7

27	60	50	30	4	30	1:1	M 24	7796-70	5916-70	11371-78
28	25	20	16	6	16	2:1	M 10	7798-70	5915-70	11371-78
29	70	60	37	4	37	1:1	M 30	7796-70	5916-70	11371-78
30	32	18	14	2	14		M 16	7798-70	5915-70	11371-78

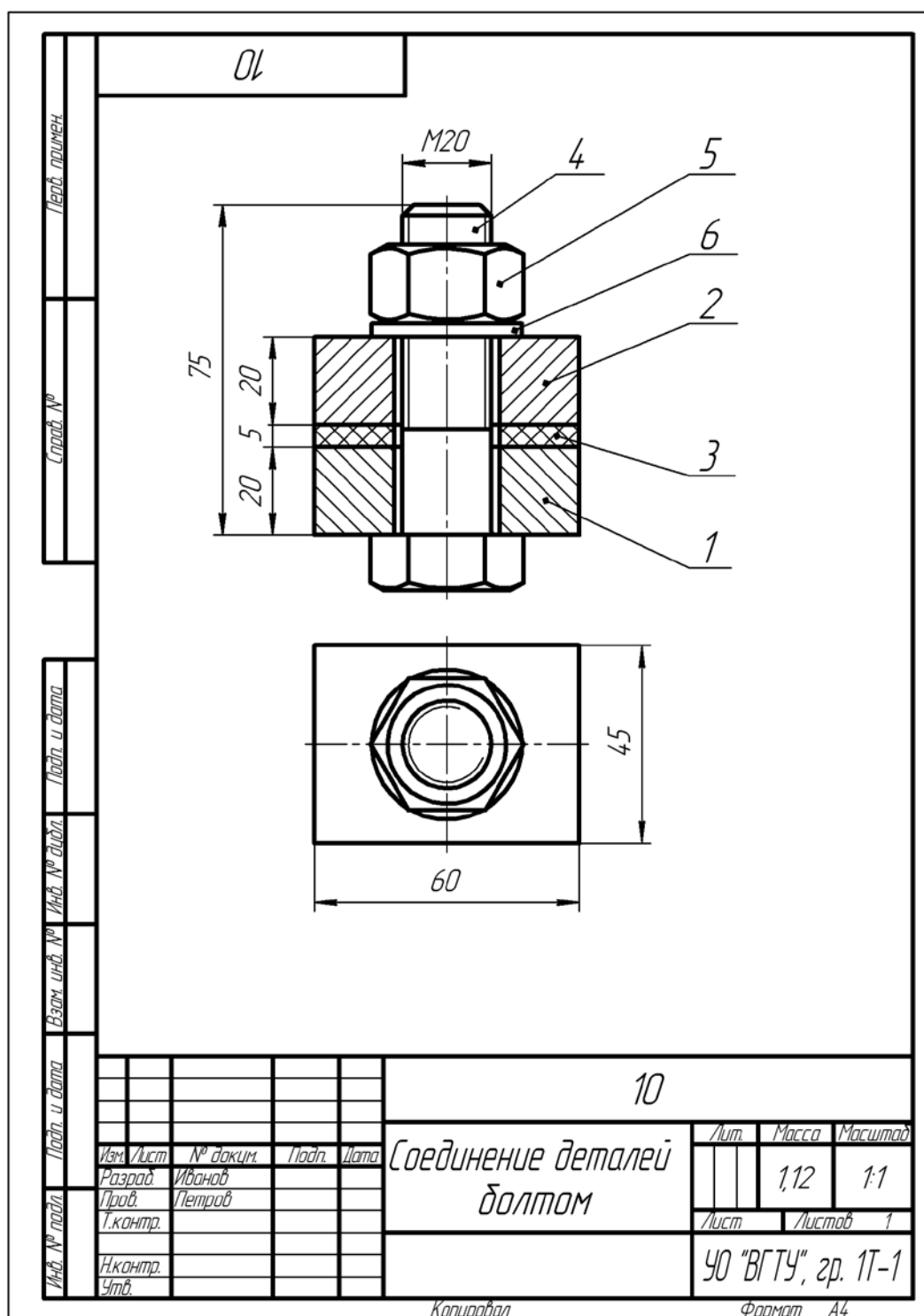


Рисунок 12 – Пример чертежа соединения деталей болтом

5.1.3 Рекомендации по упрощенному изображению резьбового соединения на сборочном чертеже

При выполнении сборочных чертежей и чертежей общего вида применяется упрощенное изображение крепежных деталей.

На рисунке 14 приведено упрощенное изображение соединения деталей болтом. При построении упрощенного изображения соединения болтом размеры головки болта, гайки и шайбы вычисляются по условным соотношениям в зависимости от номинального диаметра резьбы d . На рисунке 14 и ниже по тексту приведены эти соотношения применительно к соединению болтом.

Наружный диаметр резьбы d .

Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 0,85d$.

Диаметр вспомогательной окружности, в которую вписывается правильный шестиугольник $D = 2d$.

Высота гайки $m = 0,8d$.

Высота головки болта $H = 0,7d$.

Толщина шайбы $S = 0,15d$.

Наружный диаметр шайбы $D_m = 2,2d$.

Длина болта $l = h_1 + h_2 + h_3 + S + m + k$, где h_1 , h_2 и h_3 – толщины соединяемых деталей.

Величина выступающей над гайкой части стержня болта $k = (0,25...0,3) d$.

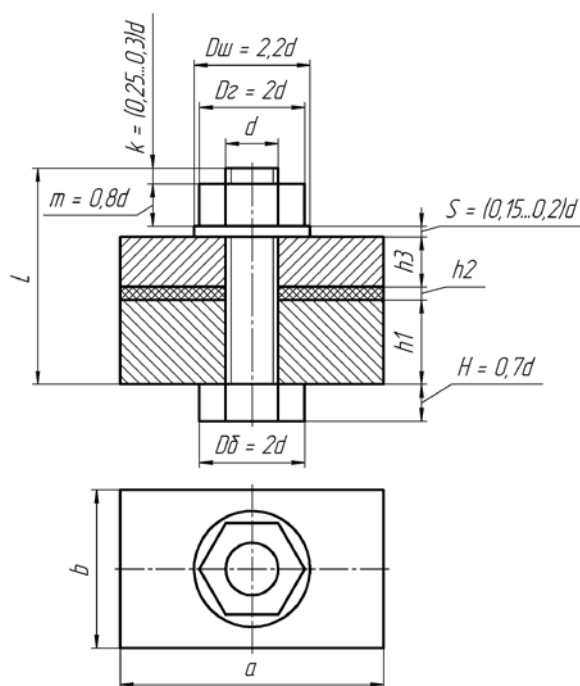


Рисунок 14 – Упрощенное изображение соединения болтом

Отличие между упрощенным и конструктивным изображением заключается в следующем:

- резьба изображается по всей длине стержня болта;
- конец резьбового стержня, головка болта и гайка изображаются без фасок;
- зазор между стержнем болта и отверстием в соединяемых деталях не изображается (рис. 14, 15).

Пример выполнения задания приводится на рисунке 15, на котором показано упрощенное соединение деталей болтом. На рисунке 16 представлена спецификация к соединению.

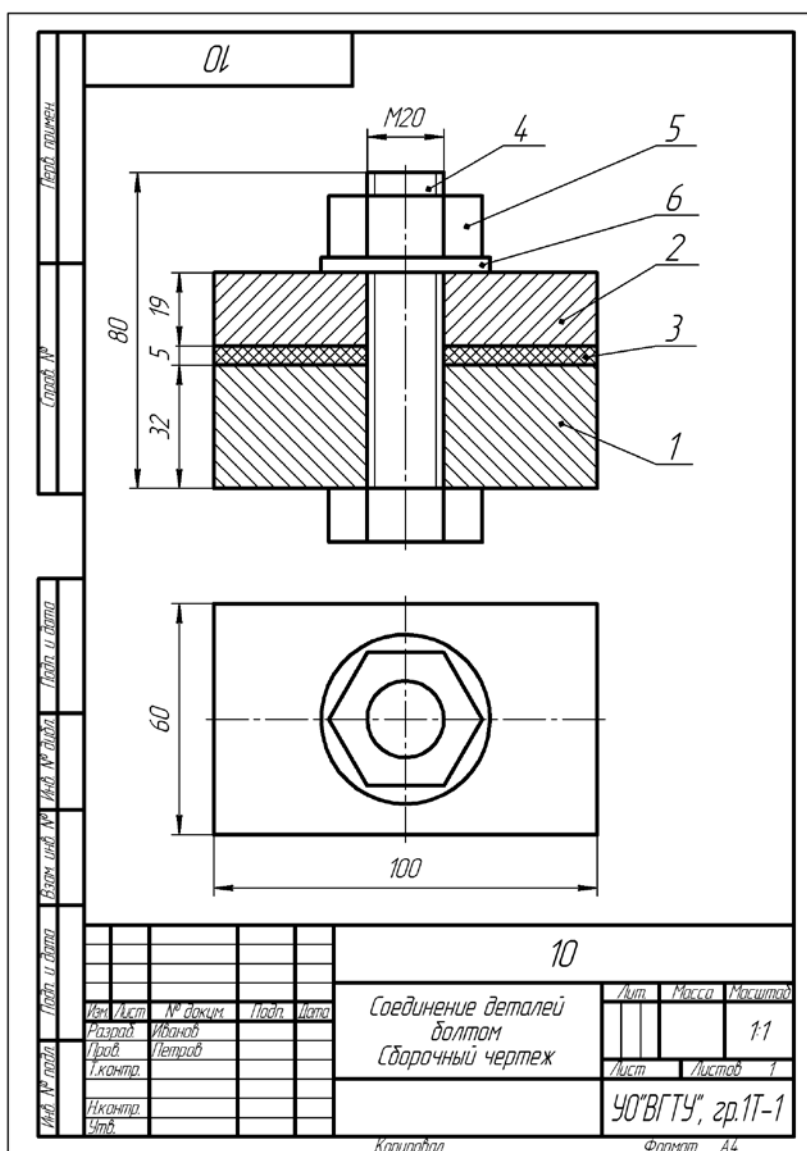


Рисунок 15 – Сборочный чертеж упрощенного изображения «Соединение деталей болтом»

5.2. Указания по выполнению чертежа соединения деталей винтами и штифтом

Соединение деталей винтами и штифтом представляет собой сборочную единицу, состоящую из двух винтов, штифта и соединяемых деталей (рис. 17).

На рисунке 18 соединяемые детали представлены в разрезе, на рисунке 19 – соединение в разрезе.

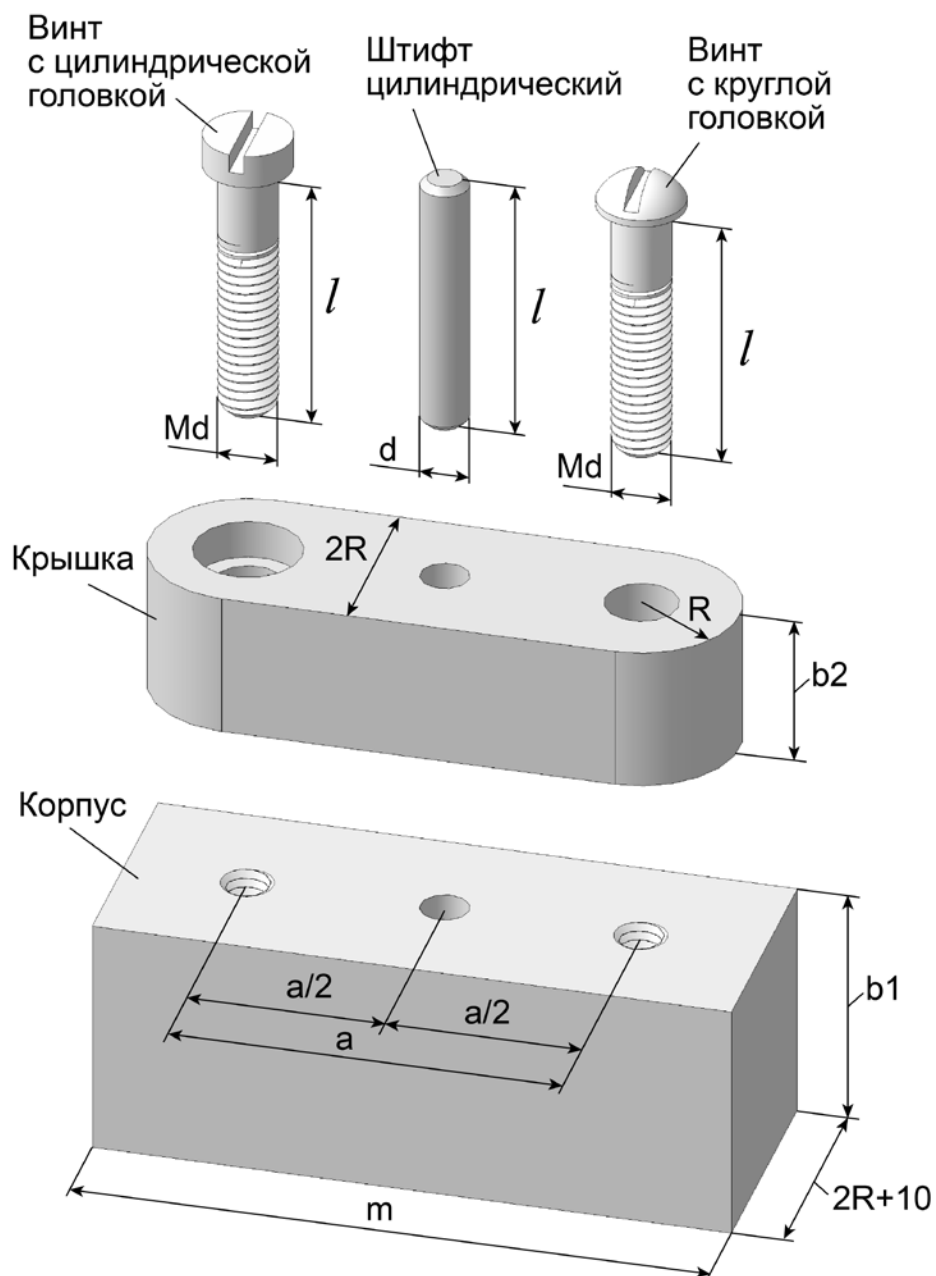


Рисунок 17 – Модель соединения винтами и штифтом

Винты свободно входят в сквозные гладкие отверстия присоединяемой детали и ввинчиваются в резьбовые отверстия базовой детали (глухое и сквозное). Диаметр сквозного отверстия под винт следует выбрать из ГОСТ 11284. Допускается диаметр отверстия принять равным $1,1d$, где d – наружный диаметр резьбы винта.

Если длина винта не указана, её следует рассчитать. Длина винта зависит от материала базовой детали, в которую ввинчивается винт, и толщины b_2 присоединяемой детали.

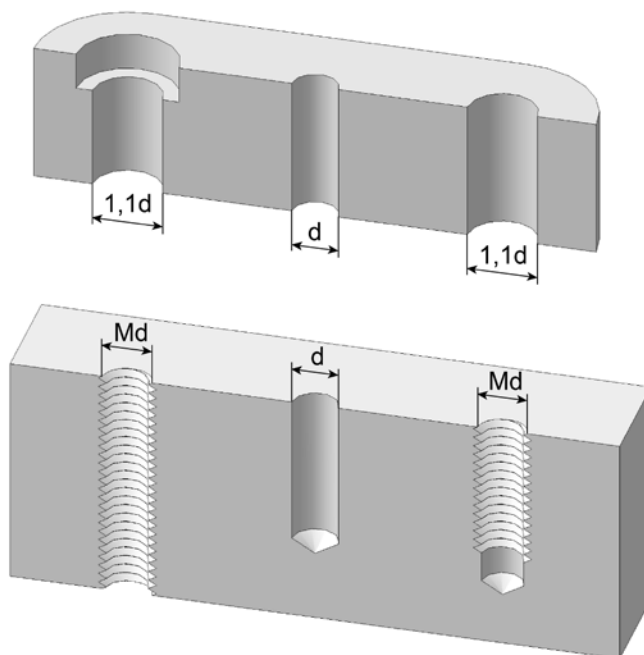


Рисунок 18 – Соединяемые детали в разрезе

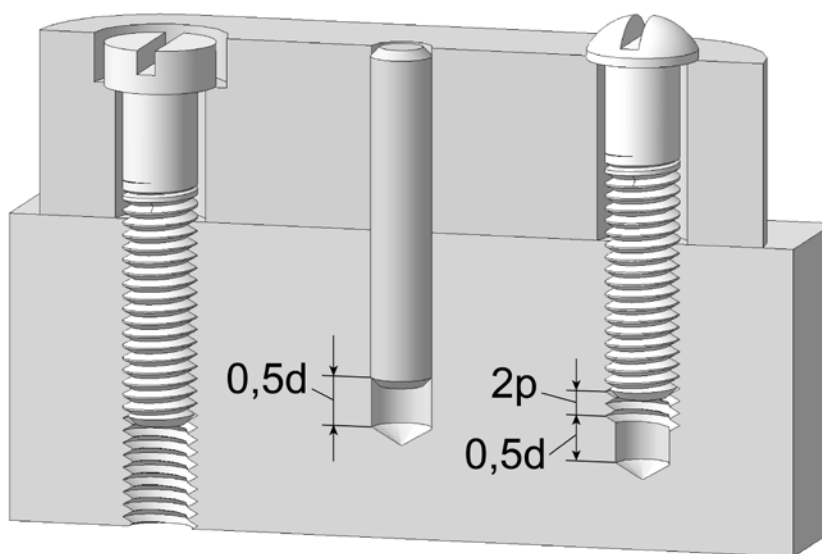


Рисунок 19 – Модель соединения деталей винтами и штифтом

5.2.1 Содержание задания

Вычертить соединение деталей двумя винтами и штифтом в двух видах – спереди и сверху (или слева), предварительно рассчитав глубину резьбового отверстия, глубину отверстия под штифт, длину винта и штифта, если не заданы их конкретные значения. На виде спереди выполнить продольный фронтальный разрез. Данные для выполнения задания выбираются из **таблицы 8** в соответствии с номером варианта индивидуального задания.

5.2.2 Порядок выполнения задания

1. Рассчитывается глубина резьбового отверстия и отверстия под штифт (рис. 19), длина винта и штифта, с учетом материала и размеров соединяемых деталей, если они не даны в задании. Рекомендации по расчету приведены ниже.

2. Согласно данным варианта на формате А3 (или А4) вычерчивается соединение деталей винтами и штифтом в двух видах с выполнением продольного фронтального разреза. Конструкция соединяемых деталей приведена на рисунке 17 и 18. При необходимости используется масштаб увеличения.

3. Составляется спецификация на стандартном бланке формата А4.

4. Наносятся номера позиций на сборочном чертеже соединения в соответствии со спецификацией.

5.2.3 Рекомендации по расчету длины винтов и штифта

Длина винта $l = b_2 + l_1$ или $l = (b_2 - k) + l_1$, в зависимости от формы головки винта и вида соединения, где l – расчетная длина винта, b_2 – высота присоединяемой детали (определяется в соответствии с номером варианта выполняемого задания), k – высота головки винта (соответствует ГОСТу винта).

Длина l_1 зависит от материала детали, в которую ввинчивается винт:

$l_1 = d$	для стали,
$l_1 = 1,25d$	для чугуна,
$l_1 = 2d$	для легких сплавов.

Полученное значение длины винта l округляется до ближайшей стандартной величины в ряду длин винтов: 8, 9, 10, 11, 12, (13), 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, (42), 45, (48), 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, 110, 120.

Длина l винта принимается равной стандартной величине.

L – глубина резьбы в отверстии. Значение $L = l_1 + 2P$, где P – шаг резьбы, который выбирается в соответствии с ГОСТ 8724-81 (СТ СЭВ 181-75) для данного диаметра резьбы винта. Следовательно, запас резьбы в отверстии под винтом должен составлять не менее двух – трех шагов резьбы (рисунок 17).

В таблице 9 приводятся значения крупных и мелких шагов для некоторых диаметров метрической резьбы. Здесь же указываются размеры «с» фасок для соответствующих шагов резьбы.

В таблице 10 приводятся значения размеров опорных поверхностей под головки крепежных винтов, а также диаметры сквозных отверстий d_1 в присоединяемых деталях под крепежные детали.

L_1 – глубина сверления под резьбу. Значение $L_1 = L + 0,5d$, где d – номинальный диаметр резьбы винта (рисунок 17).

l_2 – длина посадочного конца штифта. Значение $l_2 = 2d$, где d – диаметр штифта. Расчетная длина штифта $l_{расч.} = h + l_2$. Значение $l_{расч.}$ необходимо округлить до ближайшего значения длины штифта в ряду длин штифтов в соответствии с ГОСТ 3128-70 (СТ СЭВ 240-87): 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, (25), 26, 28, 30, 32, 35, (36), 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Длина l штифта принимается равной стандартной величине. L_3 – глубина сверления под штифт: $L_3 = l_2 + 0,5d$.

Отверстия под штифты в соединяемых деталях сверлятся совместно во время сборки.

Таблица 8 – Соединение винтами и штифтом. Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Диаметр резьбы винтов Md	Длина винтов l	ГОСТ винта		Штифт ГОСТ 3128-70		Размеры соединяемых деталей				
			Винт 1	Винт 2	Диаметр d	Длина l	Толщина b_2	Толщина b_1	m	a	R
01	M6	30	17473-80	1491-80	6	28	20	25	70	40	10
02	M20	70	17473-80	1491-80	20	80	45	55	160	90	25
03	M20	60	17473-80	1491-80	16	70	40	45	150	90	20
04	M18	50	17473-80	1491-80	16	55	30	50	140	80	20
05	M16	50	17473-80	1491-80	16	55	30	50	130	70	20
06	M14	60	17473-80	1491-80	12	60	40	50	136	70	18
07	M12	50	17473-80	1491-80	10	55	35	45	130	80	15
08	M10	45	17473-80	1491-80	10	50	30	40	110	60	15
09	M8	40	17473-80	1491-80	8	45	25	40	120	70	15
10	M20	50	17473-80	1491-80	16	55	25	55	150	90	20
11	M20	70	17473-80	1491-80	20	80	50	60	150	80	25
12	M18	60	17473-80	1491-80	16	70	40	50	140	80	25

Окончание таблицы 8

13	M16	70	17473-80	1491-80	12	70	50	55	140	80	20
14	M14	55	17473-80	1491-80	12	60	40	50	136	80	18
15	M12	60	17473-80	1491-80	10	65	45	45	120	70	15
16	M10	40	17473-80	1491-80	10	45	25	40	110	60	15
17	M8	35	17473-80	1491-80	8	40	25	35	115	65	15
18	M20	75	17473-80	1491-80	20	85	50	60	155	85	25
19	M20	65	17473-80	1491-80	16	75	40	50	145	85	20
20	M18	55	17473-80	1491-80	16	65	35	55	150	90	20
21	M16	55	17473-80	1491-80	16	60	35	45	130	70	20
22	M14	45	17473-80	1491-80	12	55	30	40	136	80	18
23	M12	50	17473-80	1491-80	10	55	35	50	120	70	15
24	M10	45	17473-80	1491-80	10	55	30	40	110	60	15
25	M8	40	17473-80	1491-80	8	50	25	30	110	60	15

Диаметры и шаги метрической резьбы, а также размеры фасок принимаются по ГОСТ 8724.

Поверхности опорные под крепежные детали выбираются по ГОСТ 12876.

Задание «Соединение деталей винтами и штифтом» выполняется на формате А3 или А4 в зависимости от размеров деталей и масштаба изображения (рис. 20). К чертежу составляется спецификация, пример которой приводится на рисунке 21.

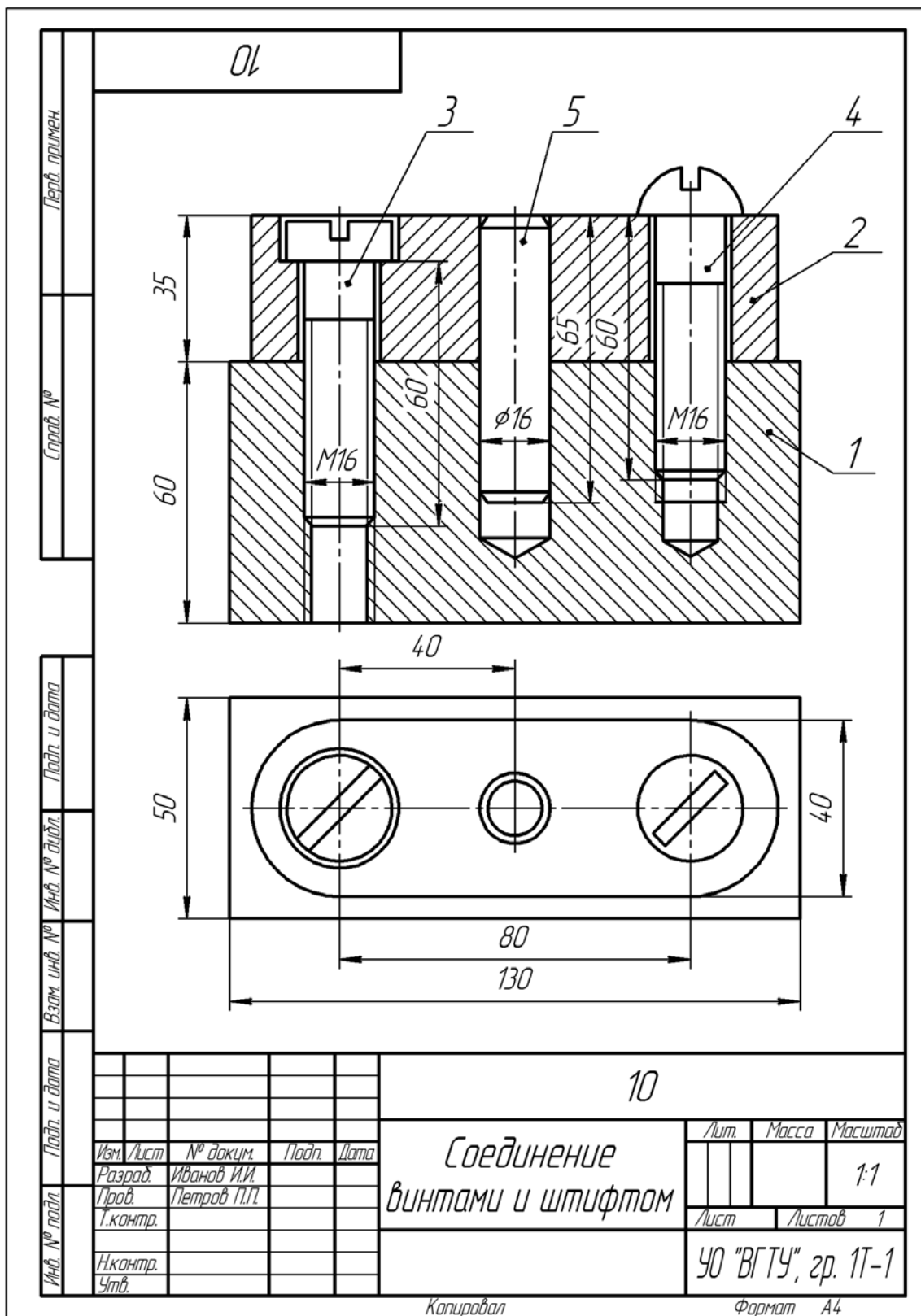


Рисунок 20 – Сборочный чертеж «Соединение винтами и штифтом»

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					<u>Документация</u>			
	A4				<u>Сборочный чертеж</u>			
					<u>Детали</u>			
		1		Корпус	1			
		2		Крышка	1			
					<u>Стандартные изделия</u>			
Подп. и дата		3		Винт М16х60 ГОСТ 1491-80	1			
		4		Винт М16х60 ГОСТ 17473-80	1			
		5		Штифт 16х65 ГОСТ 3128-80	1			
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	10		
	Разраб.	Иванов				Соединение винтами и штифтом		
	Пров.	Петров						
	Н.контр.							
	Утв.						Лит.	Лист
								1
						УО "ВГТУ", зр. 1Т-1		

Копировал Формат А4

Рисунок 21 – Спецификация к сборочному чертежу
«Соединение винтами и штифтом»

6. Порядок выполнения соединения деталей крепежными деталями в среде САПР Компас 3D.

При выполнении работы на компьютере устанавливается следующий порядок работы:

- 1) запустить программу Компас 3D;
- 2) согласно данным таблицы 7 и 8 построить 3D модели деталей для соединения крепежными деталями;
- 3) собрать детали в режиме Сборка, установив необходимые сопряжения между деталями;
- 4) из библиотеки стандартных изделий добавить крепежные изделия в сборку, установив необходимые сопряжения между соединяемыми деталями и крепежными;
- 5) выполнить чертеж соединения с компьютерной модели сборки.

Поскольку крепежные детали на чертежах в разрезе не имеют штриховки, то необходимо удалить штриховку командой «не штриховать», как показано на рисунке 22. Чертеж примет вид как показано на рисунке 23.

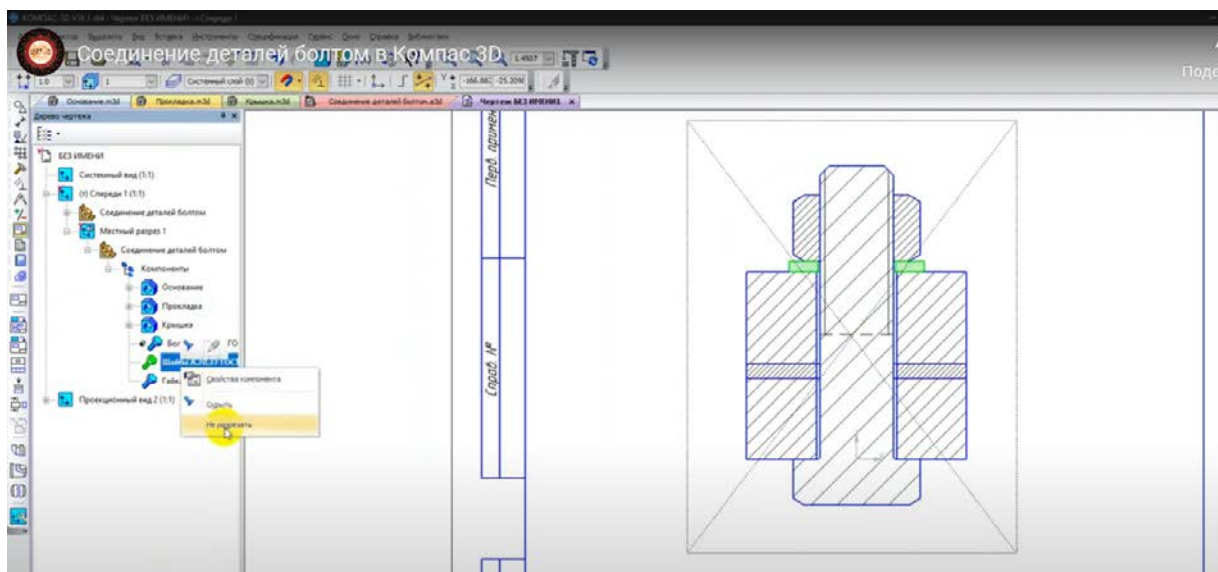


Рисунок 22 – Удаление штриховки с чертежа

Для просмотра видео получения болтового соединения в виде 3D модели и чертежа можно воспользоваться ссылкой :

<https://www.youtube.com/watch?v=NR3586QArPE>

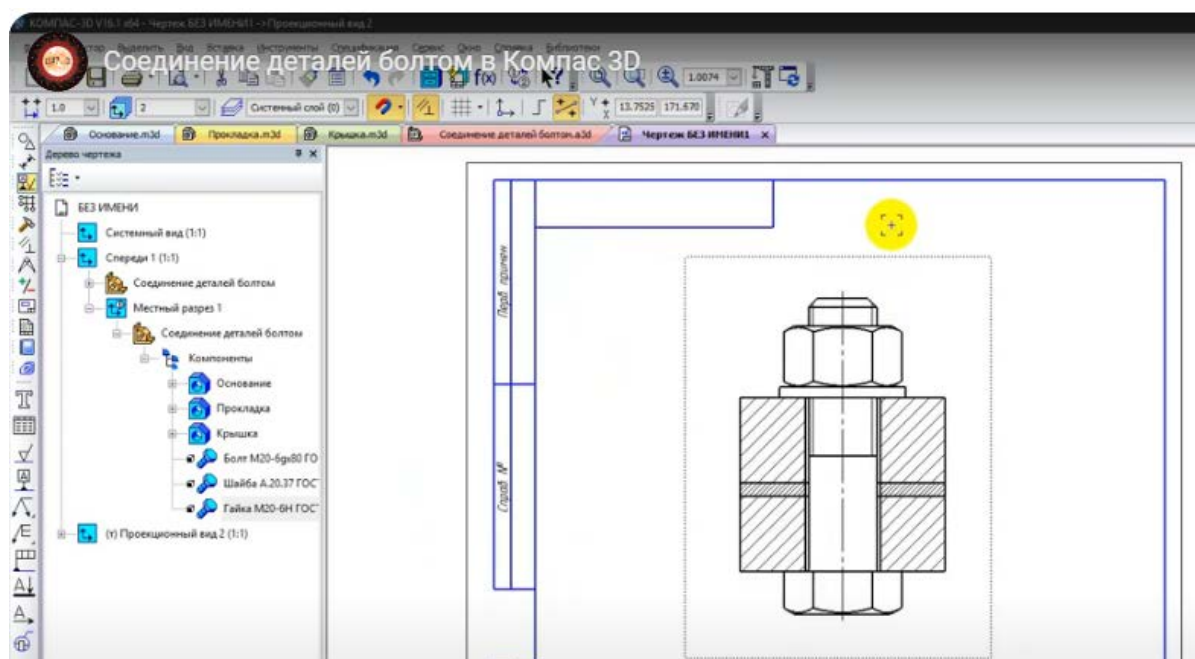


Рисунок 23 – Фрагмент чертежа соединения болтом

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 2.301 Единая система конструкторской документации. Форматы.
2. ГОСТ 2.302 Единая система конструкторской документации. Масштабы.
3. ГОСТ 2.303 Единая система конструкторской документации. Линии.
4. ГОСТ 2.304 Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные.
5. ГОСТ 2.306 Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах.
6. ГОСТ 2.307 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений.
7. ГОСТ 2.104 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
8. ГОСТ 2.108 Единая система конструкторской документации. Спецификация.
9. ГОСТ 2.311 Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы.
10. ГОСТ 7798 Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 7796 Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности В. Конструкция и размеры.
12. ГОСТ 5915 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры.
13. ГОСТ 5916 Гайки шестигранные низкие класса точности В. Конструкция и размеры.
14. ГОСТ 11371 Шайбы. Технические условия.
15. ГОСТ 17473 Винты с полукруглой головкой класса точности А и В. Конструкция и размеры.
16. ГОСТ 1491 Винты с цилиндрической головкой класса точности А и В. Конструкция и размеры.
17. ГОСТ 3128 Штифты.
18. ГОСТ 8724 Межгосударственный стандарт. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги.
19. ГОСТ 12876 Поверхности опорные под крепежные детали. Размеры.
20. ГОСТ 10549 Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски.
21. ГОСТ 2.315 Единая система конструкторской документации. Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей.
22. ГОСТ 11708 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения.
23. ГОСТ 9150 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль.
24. Бунина Л. А., Гришаев А. Н., Розова Л. И. Начертательная геометрия и инженерная графика. Резьбовые детали и соединения. Сборник заданий и

методических рекомендаций для студентов механических и технологических специальностей. – Витебск, 2014. – 53 с.

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Методические рекомендации к выполнению задания
«Резьбовые детали и соединения»

Составители:

Рассохина Ирина Михайловна
Розова Людмила Ивановна
Гришаев Александр Николаевич

Корректор *А.С. Прокопюк*

Компьютерная верстка *И.М. Рассохина*

Подписано к печати 04.06.2025. Формат 60x90^{1/8}. Усл. печ. листов 4,3.
Уч.-изд. листов 2,5. Тираж 60 экз. Заказ № 116.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.