

М.В. Панфилова



СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ

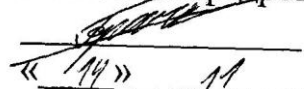
Северск, 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Северский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой МАХАП

 Е.К. Грачев

« 14 » 11 2024 г.

М.В. Панфилова

СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ

Руководство к расчетно-графической работе

по курсам «Инженерная графика» и «Инженерная и компьютерная графика» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики»

Северск 2024

УДК 744(075)
ББК 30.11я73
П 167

Автор:

Панфилова М.В. – преподаватель кафедры МАХАП СТИ НИЯУ МИФИ

Рецензент:

Ткачук С.А. – преподаватель кафедры МАХАП СТИ НИЯУ МИФИ

Панфилова М.В.

П 167 Соединения разъемные: руководство к расчетно-графической работе/ М.В. Панфилова; Северский технологический институт НИЯУ МИФИ – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2024. – 29 с. – Текст: электронный.

В руководстве даны сведения, необходимые для выполнения графической работы, которая включает резьбовые и шпоночные соединения. Приведены справочные таблицы стандартных крепежных деталей. Даны указания по содержанию и оформлению графической работы.

Руководство предназначено для студентов всех форм обучения и специальностей СТИ НИЯУ МИФИ, изучающих инженерную графику.

Руководство рассмотрено и одобрено на заседании кафедры МАХАП (протокол № 6 от 15.10.2024 г.).

Издается в соответствии с планом выпуска учебно-методической литературы на 2024 г., утвержденным Советом СТИ НИЯУ МИФИ.

Рег. № 13/24 от 18.11.2024 г.

Редактор М. В. Ворожейкина

Содержание

Введение	4
1 Цель расчетно-графической работы	5
2 Содержание и рекомендации к оформлению расчетно-графической работе «Соединения разъёмные»	5
3 Виды соединений	5
4 Резьбовые соединения	7
4.1 Резьба	7
4.2 Изображение резьбы	8
4.3 Условное обозначение резьбы на чертеже	9
5 Соединение болтом	10
5.1 Задание	10
5.2 Методические указания	10
6 Соединение шпилькой	13
6.1 Задание	13
6.2 Методические указания	13
7 Соединение винтом	15
7.1 Задание	15
7.2 Методические указания	15
8 Соединение шпонкой	17
8.1 Задание	17
8.2 Методические указания	17
Литература	20
Приложение А (справочное) Справочные таблицы для выбора крепежных изделий разъёмных соединений	21

Введение

Инженерная графика составляет основу подготовки инженеров по инженерно-техническим специальностям. Знания, умения и навыки, приобретенные в курсе инженерной графики, необходимы для изучения общеинженерных дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности. Овладение чертежом как средством выражения технической мысли и как производственным документом происходит на протяжении всего процесса обучения в вузе.

Основная задача курса инженерной графики – выработка знаний и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей, выполнения эскизов и рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей различных изделий машиностроения, составления конструкторской и технической документации, научить студентов пользоваться стандартами и справочными материалами.

В руководстве приведены теоретические сведения о видах соединений, особенностях их конструкций, стандартных элементах соединений. Руководство содержит указания по содержанию и оформлению графической работы, а также рассмотрены распространенные в технике соединения, изображения которых имеют условности, регламентированные стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

1 Цель расчетно-графической работы

1.1 Ознакомление с наиболее распространенными разъемными соединениями и деталями, при помощи которых эти соединения выполняются;

1.2 Ознакомление с основными видами резьбы, применяемой в машиностроении;

1.3 Изучение условного изображения и обозначения резьбы, резьбовых изделий и шпонок на чертежах;

1.4 Приобретение навыков работы со справочной литературой.

2 Содержание и рекомендации к оформлению расчетно-графической работе «Соединения разъемные»

В зависимости от специальности студенты выполняют графическую работу в различном сочетании нескольких заданий:

- соединение шпилькой: два изображения с фронтальным разрезом;
- болтовое соединение: два изображения с фронтальным разрезом;
- винтовое соединение: два изображения с фронтальным разрезом;
- трубное соединение: два изображения с поперечным и продольным разрезами по резьбовому соединению;
- шпоночное соединение: два изображения с разрезами;
- упрощенное изображение соединений по ГОСТ 2.315-68.

Чертеж каждого вида соединения выполняют на формате А4 с основной надписью по форме 1 ГОСТ Р 2.104–2023. В графах основной надписи указать:

- наименование соединения шрифтом №7;
- обозначение чертежа (шифр) шрифтом №7: ИГ. $\underbrace{150}_а. \underbrace{00}_б. \underbrace{00}_в. \underbrace{00}_г. \underbrace{00}_д$,

где а – название изучаемого курса (Пример: Инженерная графика);

б – код учебной группы (Пример: Д-150);

в – номер работы в семестре;

г – вариант задания;

д – номер соединения.

- Литера “У”, масштаб чертежа и название учебного заведения писать шрифтом №5.

- остальные графы заполнить шрифтом № 3,5.

3 Виды соединений

При изготовлении машин, приборов, аппаратов и т.п. их составные части – детали – в определенной последовательности соединяют между собой для выполнения совместных действий.

Соединение – сопряжение составных частей изделия, определяемое

заданными в конструкторской документации их относительным положением и видом связи между ними, лишаящей эти части определенного числа степеней свободы (ГОСТ 23887–79 «Сборка. Термины и определения»).

Классификации соединений по видам и по методу образования соединения представлена на рисунке 1.

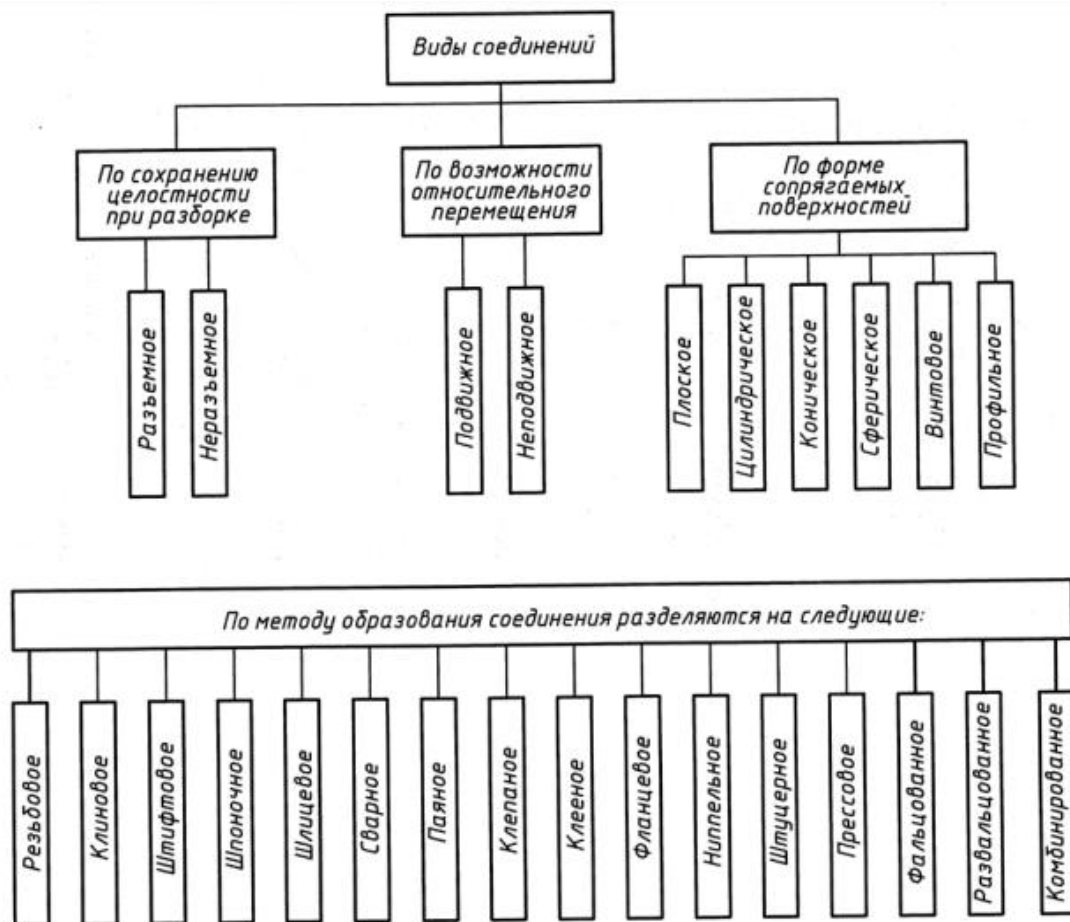


Рисунок 1 – Классификация соединений по видам и по методу образования соединения

Соединения по сохранению целостности при разборке делятся на разъемные и неразъемные. Разъемное соединение – соединение, разборка которого происходит без нарушения целостности составных частей изделия. Неразъемное соединение – соединение, при разборке которого нарушается целостность составных частей изделия.

Распространенными разъемными соединениями являются соединения при помощи крепежно-резьбовых деталей, в состав которых входят болты, шпильки, винты, гайки и шайбы. Эти детали стандартизованы, и размеры их определены в соответствующих ГОСТах.

К разъемным соединениям относятся и соединения шпонкой, которые служат для передачи вращательного движения.

При составлении сборочных чертежей соединений крепежные детали

изображают конструктивным, упрощенным или условным способом. Конструктивный способ – это способ изображения крепежных деталей со всеми подробностями по действительным размерам. Упрощенное изображение резьбовых соединений – это изображение по относительным размерам, определяемым в зависимости от номинального диаметра резьбы болта (шпильки).

4 Резьбовые соединения

4.1 Резьба

Резьбовое соединение – соединение двух деталей с помощью резьбы, в котором одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая – внутреннюю (ГОСТ 11708–82 «Резьба. Термины и определения»).

Основные параметры резьбы в соответствии с ГОСТ 11708-82 показаны на рисунке 2:

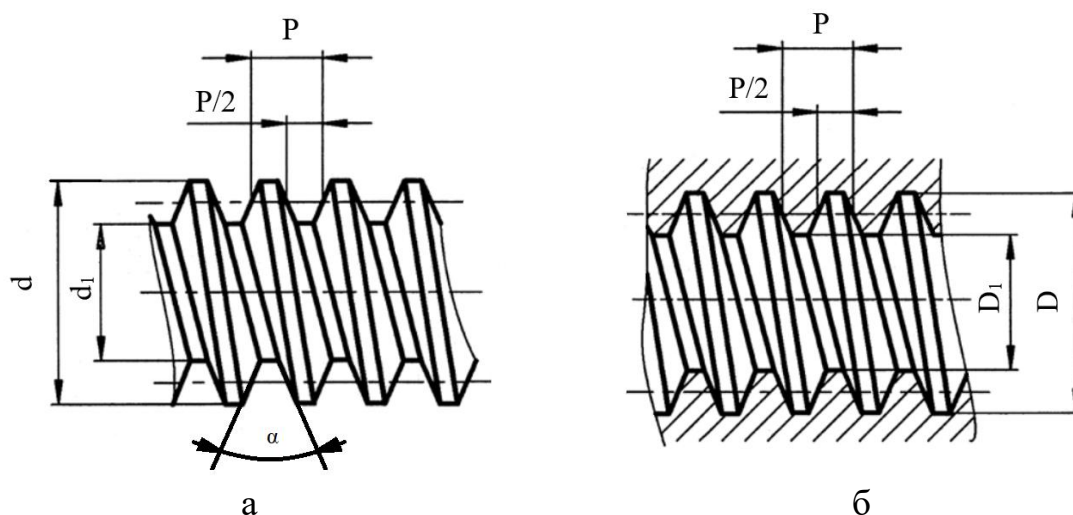


Рисунок 2 – Основные параметры резьбы:
а – наружная резьба, б – внутренняя резьба.

d, D – *наружный диаметр резьбы* (номинальный диаметр) – диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы;

d_1, D_1 – *внутренний диаметр резьбы* – диаметр воображаемого цилиндра или конуса, описанного вокруг впадин наружной резьбы или вершин внутренней резьбы; Номинальные размеры рассматриваемых параметров являются общими как для наружной (болты, винты, и др.), так и для внутренней (гайки, гнезда и т.п.) резьбы.

α – *угол профиля* – угол между смежными боковыми сторонами профиля. Для метрической резьбы $\alpha = 60^\circ$, для трубной резьбы $\alpha = 55^\circ$.

P – *шаг резьбы* – расстояние между соседними одноименными боко-

выми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось.

4.2 Изображение резьбы

В соответствии с ГОСТ 2.311-68 резьбы всех типов изображают условно:

- *на стержне* – сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру на всю длину резьбы, включая фаску.

Длиной резьбы называют длину участка детали, на котором образована резьба.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, равной $3/4$ окружности и разомкнутой в любом месте, как на рисунке 3, но не следует начинать и заканчивать разрыв на осевой линии;

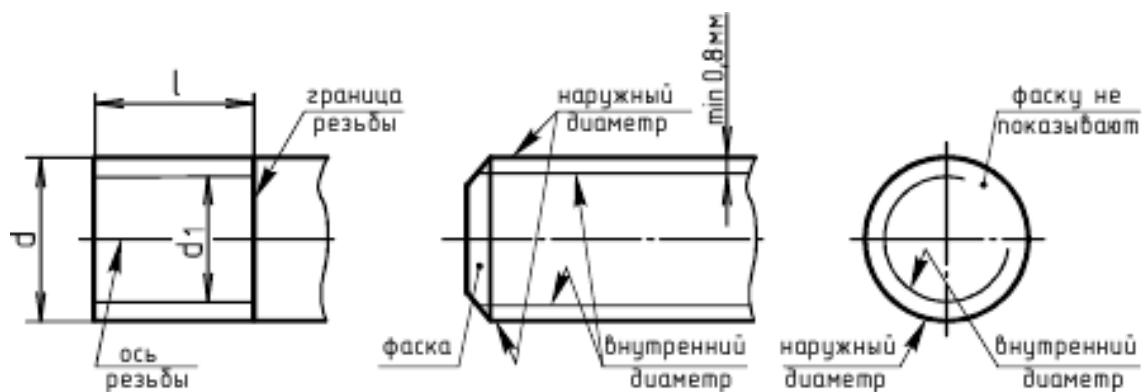


Рисунок 3 – Примеры изображения резьбы на стержне

- *в отверстии* – сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими по наружному диаметру. Тонкие линии доводят до фаски.

На плоскости, перпендикулярной оси резьбы, дугу проводят на $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте, как на рисунке 4.

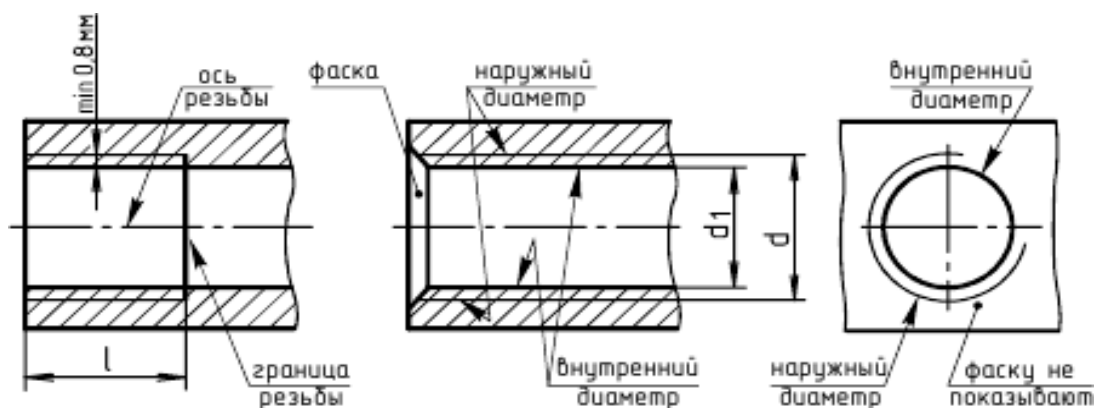


Рисунок 4 – Примеры изображения резьбы в отверстиях

Сплошную тонкую линию наносят на расстоянии, не менее 0.8 мм от основной линии, но не более шага резьбы.

Штриховку в разрезах и сечениях резьбовых изделий проводят до линии, наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии, как показано на рисунке 5.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают.

Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией.

При изображении резьбового соединения в разрезе в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня, как показано на рисунке 5.

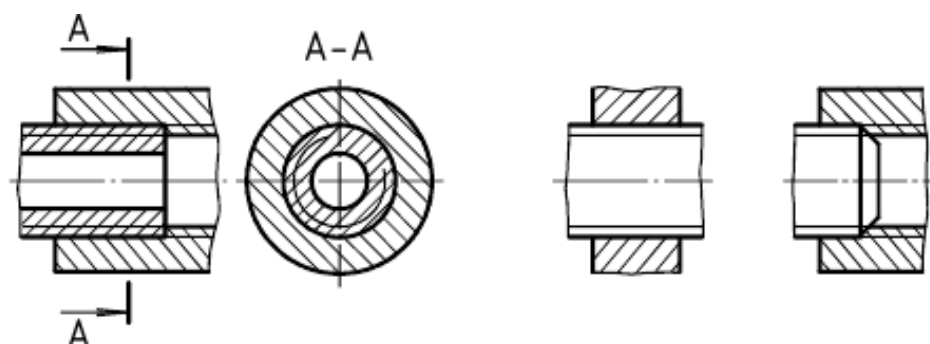


Рисунок 5 – Примеры резьбовых соединений

4.3 Условное обозначение резьбы на чертеже

Условное обозначение резьбы включает:

- букву, определяющую тип резьбы;
- номинальный диаметр резьбы;
- шаг.

В обозначение метрической резьбы входит буква М и номинальный диаметр резьбы в миллиметрах. Метрическую резьбу выполняют с крупным шагом (единственным для данного диаметра) и мелкими шагами, которых для данного диаметра может быть несколько. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, а мелкий шаг указывают обязательно.

Обозначение резьбы относят к ее наружному диаметру и проставляют над размерной линией, на ее продолжении или на полке, как показано на рисунке 6.



Рисунок 6 – Примеры обозначения резьбы на стержне и в отверстиях

Примеры условного обозначения:

- 1) **M20x0.75** – метрическая резьба с наружным диаметром 20 мм, с мелким шагом Р 0.75;
- 2) **M20** – метрическая резьба, с крупным шагом;
- 3) **M20LH, M20x1.5LH** – метрическая левая резьба.

5 Соединение болтом

5.1 Задание

Выполнить два изображения соединения болтом (главный вид и вид сверху) по действительным размерам, взятым из соответствующих стандартов, и его упрощенное изображение в соответствии с ГОСТ 2.315-68. Нанести размеры и записать условное обозначение крепежных деталей.

5.2 Методические указания

Болтовое соединение состоит из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей с отверстиями под болт. Конструкцию соединения показать в разрезе, плоскость которого проходит через ось болта и совмещенные с нею оси отверстий соединяемых деталей, как на рисунке 7 (болт, гайка и шайба при этом не пересекаются). На главном виде должно быть изображено по три грани головки болта и гайки.

Выполнение работы надо начинать с подсчета рабочей длины болта **L** по формуле

$$L = l_1 + l_2 + s_{\text{ш}} + H_{\text{г}} + k,$$

где l_1, l_2 – толщина соединяемых деталей;

$s_{\text{ш}}$ – толщина шайбы;

$H_{\text{г}}$ – высота гайки;

k – часть болта, выходящая за гайку.

l_1 и l_2 вычисляем по формуле в зависимости от варианта студента:

Для нечетного варианта

$$l_1 = l_2 + 10,$$

Для четного варианта

$$l_1 = l_2 - 10.$$

Полученную длину L сравнить с данными соответствующего стандарта в таблице А1 (приложение А) и взять ближайшую большую длину. В этой же таблице выбрать длину резьбы l_0 в зависимости от заданного диаметра и выбранной длины болта, а также размеры головки в зависимости от диаметра болта.

В рабочую длину L высота головки не входит.

Диаметры сквозных отверстий деталей D_0 взять равными $1.1d$, где d – наружный диаметр резьбы. Часть болта, выходящую за гайку, k принимаем равной $(0.25 - 0.35) d$.

На чертеже болтового соединения (выполненного по действительным размерам) нанести размеры: обозначение резьбы d , диаметр отверстия под болт D_0 , длину болта L , толщину соединяемых деталей l_1 и l_2 . На изображениях упрощенного болтового соединения размеры не наносятся.

При упрощенном изображении болтового соединения размеры деталей определяются по условным соотношениям в зависимости от наружного диаметра резьбы болта d . Фаски и зазоры не изображаются. Резьба показывается на всей длине стержня, а на виде сверху не изображается, как показано на рисунке 8.

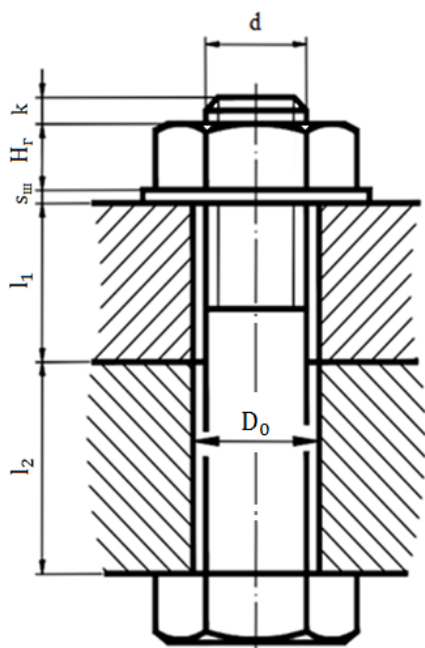


Рисунок 7 – Изображение
болтового соединения

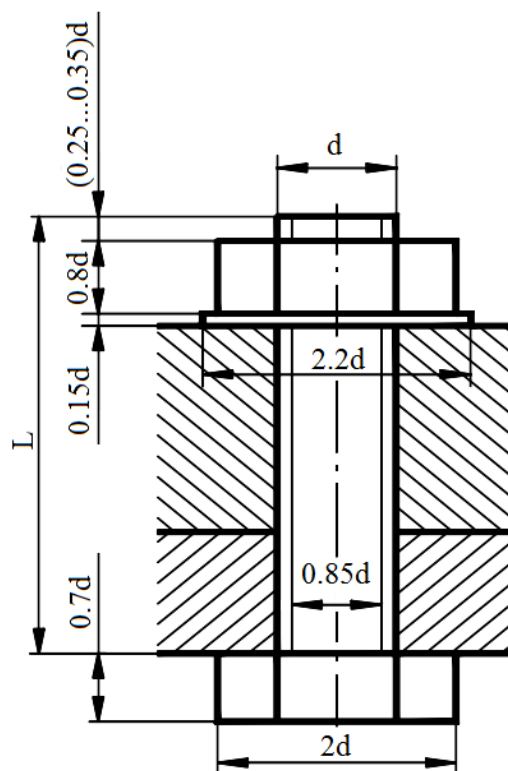


Рисунок 8 – Упрощенное изображение
болтового соединения

Болт – цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу под гайку, на другом – головку шестигранной формы.

Условное обозначение болта

Болт М 20х70 ГОСТ 7796-70 – болт исполнения I (исполнение I не указывается) с метрической резьбой диаметром $d = 20$ мм и длиной болта $L = 70$ мм.

Условное обозначение крепежных деталей записать на полках линий-выносок.

Гайкой называется деталь с резьбовым отверстием, которая навинчивается на стержень болта или шпильки в резьбовом соединении деталей.

Условное обозначение гайки

Гайка М 20х1.25 ГОСТ ISO 4032-2014 – гайка исполнения I (первое исполнение не указывается) с метрической резьбой $d = 20$ мм, с мелким шагом $P = 1.25$ мм;

Гайка 2. М 20 ГОСТ ISO 4032-2014 – гайка исполнения II с метрической резьбой $d = 20$ мм, с крупным шагом (крупный шаг в обозначении не указывается).

Шайба представляет собой плоское кольцо определенной толщины и конструкции. Шайбу устанавливают между гайкой и поверхностью детали для увеличения опорной поверхности детали и предохранения поверхности детали от повреждения при завинчивании гайки ключом, а также в тех случаях, когда наружная поверхность детали имеет неровность, чтобы

избежать перекоса гайки.

Условное обозначение шайбы

Шайба 20 ГОСТ 11371-78 – шайба нормальная исполнения I (первое исполнение не указывается) для крепежной детали с номинальным диаметром резьбы $d = 20$ мм;

Шайба 2. 20 ГОСТ 11371-78 – шайба нормальная исполнения II для крепежной детали с номинальным диаметром резьбы $d = 20$ мм.

Размеры гайки выбрать в соответствии с ГОСТ ISO 4032-2014 из таблицы А.2 (приложение А), а шайбы – в соответствии с ГОСТ 11371-78 из таблицы А.3 (приложение А) в зависимости от заданного диаметра резьбы болта или шпильки.

6 Соединение шпилькой

6.1 Задание

Выполнить два изображения соединения шпилькой (главный вид и вид сверху) по действительным размерам и упрощенное его изображение в соответствии с ГОСТ 2.315-68 по условным соотношениям размеров. Нанести размеры и записать условное обозначение крепежных деталей.

6.2 Методические указания

Соединение шпилькой состоит из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей. В одной из деталей сверлят сквозное отверстие для прохода шпильки, а в другой – глухое отверстие с резьбой, как на рисунке 9. Глухое отверстие с резьбой называется **гнездом**.

Линия разъема деталей совмещается с границей резьбы посадочного конца шпильки.

Шпилька – это цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу для ввинчивания в одну из соединяемых деталей (посадочный конец – l_1), а на другом – резьбу для навинчивания гайки (стяжной конец – l_0).

Рабочая длина шпильки l – это длина стержня без посадочного конца.

Длина посадочного конца шпильки l_1 зависит от материала той детали, в которую ввинчивается шпилька. Для резьбовых отверстий в стальных, латунных и бронзовых деталях – $l_1 = d$; в деталях из ковкого и серого чугуна – $l_1 = 1.25d$; для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов – $l_1 = 2d$. Размер l_1 надо выбрать в таблице А.4 (приложение А).

Длину стяжного конца l_0 выбрать в таблице А.4 (приложение А) в зависимости от диаметра резьбы и рабочей длины шпильки.

Толщину детали со сквозным отверстием, в соответствии с рисунком 9, определить по формуле

$$B = l - k - H_r - s_{ш},$$

где l – рабочая длина шпильки;
 k – часть шпильки, выходящая за гайку;
 H_r – высота гайки;
 $s_{ш}$ – толщина шайбы.

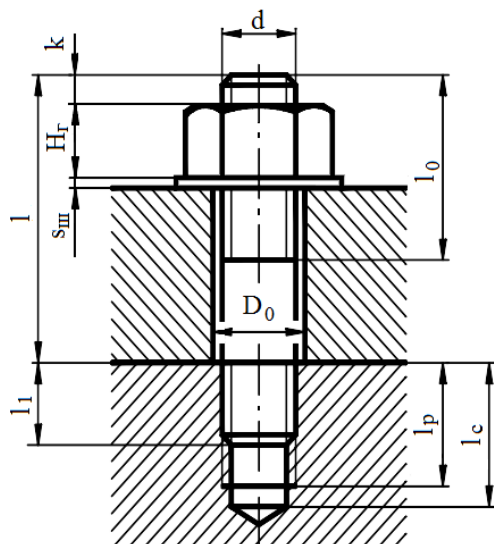


Рисунок 9 – Изображение шпилечного соединения

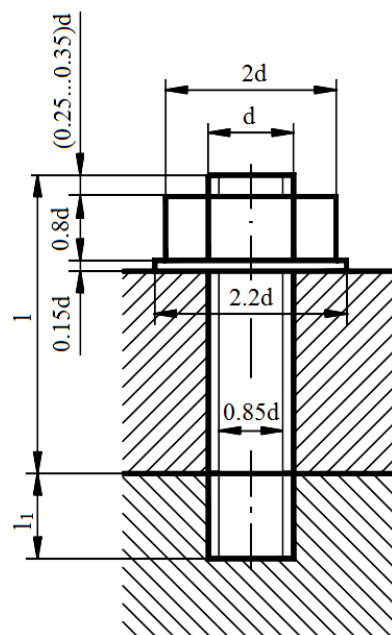


Рисунок 10 – Упрощенное изображение шпилечного соединения

Диаметр сквозного отверстия D_0 надо принять равным $1.1d$. При выполнении чертежа зазор между стержнем шпильки и отверстием выполнить не менее 1 мм.

При изготовлении гнезда под шпильку вначале высверливается гладкое отверстие, затем делается фаска, после чего нарезается резьба. Глубина сверления l_c и длина резьбы l_p зависят от размера l_1 и шага резьбы P и определяются по формулам

$$l_c = l_1 + 6P,$$

$$l_p = l_1 + 2P.$$

Гнездо заканчивается конусом с углом при вершине, равным 120° . В глубину сверления l_c не входит высота конуса.

На чертеже соединения шпилькой (выполненного по действительным размерам) нанести размеры: диаметр сквозного отверстия, обозначение резьбы, длину шпильки, размеры гнезда.

Упрощенное изображение соединения вычертить по размерам, определяемым в зависимости от диаметра шпильки d , по рисунку 10. Фаски, зазоры и конец глухого отверстия с резьбой на таком изображении не показываются. Резьба изображается по всей длине шпильки, а на виде сверху

не показывается.

Условное обозначение шпильки

Шпилька М 20х50 ГОСТ 22032-76 – шпилька с метрической резьбой диаметром $d = 20$ мм с крупным шагом (крупный шаг в обозначении не указывается) и рабочей длиной $l = 50$ мм.

Условное обозначение шпильки, гайки и шайбы записать на полках линий – выносок.

7 Соединение винтом

7.1 Задание

Выполнить два изображения соединения винтом (главный вид и вид сверху) по действительным размерам и упрощенное его изображение в соответствии с ГОСТ 2.315-68 по условным соотношениям размеров. Нанести размеры и записать условное обозначение крепежных деталей.

7.2 Методические указания

Это соединение применяется для скрепления двух и более деталей. Винты вворачиваются в базовую деталь, в которой выполняется глухое (или сквозное) отверстие с резьбой, соответствующей резьбе винта. Граница резьбы на винте должна быть выше линии разъема соединяемых деталей на два-три шага резьбы.

Крепежный винт – деталь, которая применяется для разъемного соединения без гаек и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различной формы "под ключ" или с прорезью "под отвертку".

Наиболее широко применяются винты крепежные для металла:

- с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491 – 80;
- с полукруглой головкой по ГОСТ 17473 – 80;
- с потайной головкой по ГОСТ 17475 – 80;
- с полупотайной головкой по ГОСТ 17474 – 80.

Рабочей длиной винта **l** является:

- для винтов с цилиндрической и полукруглой головками – длина стержня без высоты головки;
- для винтов с потайной и полупотайной головкой – длина стержня вместе с высотой головки.

Определяющим размером соединения служит диаметр резьбы винта **d**. По нему определяют все размеры для винта с цилиндрической головкой по таблице А.5, для винта потайной головкой – по таблице А.6, для винта с полукруглой головкой – по таблице А.7 (приложение А).

Диаметр сквозного отверстия **D₀** принять равным $1.1d$, где **d** – диаметр резьбы винта.

Глубину сверления гнезда под резьбу l_r (без конической части) принять равной

$$l_r = l + 6P,$$

где l – длина винта;
 P – шаг резьбы.

Гнездо заканчивается конусом с углом при вершине, равным 120° .
 Глубину резьбы с полным профилем l_1 принять равной

$$l_1 = l + 2P.$$

Толщину соединяемой детали с глухим отверстием принимаем

$$l_2 = l + 10P.$$

На чертеже соединения указать размеры: длину винта l , диаметр винта d , диаметр сквозного отверстия D_0 и толщину детали со сквозным отверстием l_1 .

На упрощенном изображении глухое отверстие не вычерчивается, резьба выполняется по всей длине стержня, диаметр сквозного отверстия D_0 принимаем равной диаметр винта d . Головка изображается упрощенно, а шлиц показывается линией, толщиной $2s$, где s – толщина основной сплошной толстой линии, $s = 0.5 \dots 1.4$ мм. Зазоры и фаски не изображаются, как показано на рисунке 12. Размеры не указываются.

Условное обозначение винта

Винт М20х40 ГОСТ 1491-80 – винт с метрической резьбой диаметром $d = 20$ мм с крупным шагом (крупный шаг не указывается) и рабочей длиной $l = 40$ мм.

Условное обозначение винта записать на полке линии – выноски.

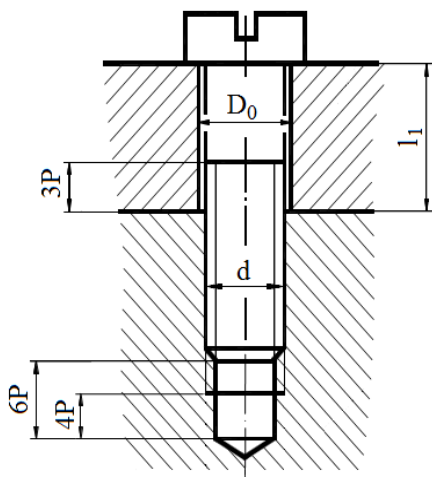


Рисунок 11– Изображение винтового соединения

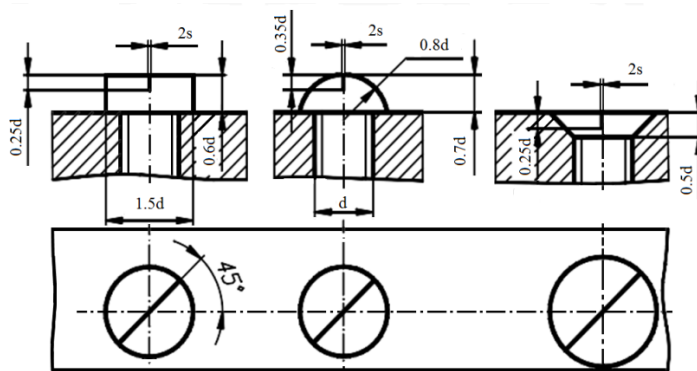


Рисунок 12 – Упрощенное изображение головок винтов

8 Соединение шпонкой

8.1 Задание

Выполнить два изображения шпоночного соединения с продольным и поперечным разрезами, чертежи вала, колеса со шпоночным пазом и шпонки. Нанести размеры и записать условное обозначение шпонки.

8.2 Методические указания

Шпонки применяют для передачи вращающего момента от одной детали (вала) к другой (колеса). Шпоночное соединение представляют в виде сборки вала, колеса и шпонки. Применяются шпонки призматические (ГОСТ 23360-78), клиновые (ГОСТ 24068-80) и сегментные (ГОСТ 24071-97).

Призматические шпонки изготавливаются в трёх исполнениях: со скруглениями на обеих боковых гранях (1 исполнение), без скруглений (2 исполнение) и со скруглением одной боковой грани (3 исполнение). Боковые грани у этих шпонок являются рабочими поверхностями, а над верхней поверхностью имеется зазор.

Клиновые шпонки выпускаются в четырёх исполнениях. Рабочими поверхностями являются верхняя и нижняя грани, между боковыми гранями шпонки и паза – зазоры.

Шпонки сегментные выпускаются в двух исполнениях и применяются для соединения с валом деталей, имеющих сравнительно короткие ступицы.

Определяющим размером соединения служит диаметр вала **D**, по нему определяют все размеры для шпонок призматических по таблице А.8, для шпонок клиновых – по таблице А.9, для шпонок сегментных – по таблице А.10 (приложения А).

При выполнении задания длину шпонки **l** следует выбирать произвольно из стандартного ряда длин для шпонок призматических по таблице А.8, для шпонок клиновых – по таблице А.9, для шпонок сегментных – по таблице А.10 (приложения А).

Длина ступицы колеса **L₁** зависит от величины **l** и должна быть равна:

- для призматической и сегментной шпонок

$$L_1 = l + (10 \dots 12);$$

- для клиновых шпонок

$$L_1 = l.$$

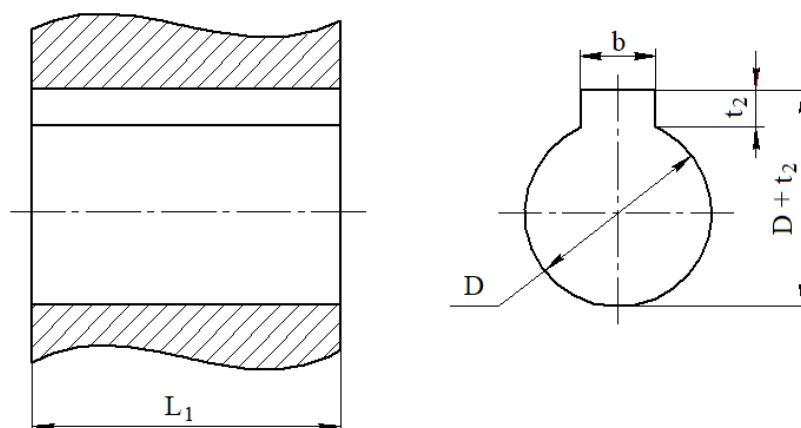


Рисунок 13 – Изображение ступицы колеса

При выполнении соединения с призматической шпонкой длина паза под шпонку в валу принимаем равной длине шпонки l .

Расстояние L_2 , определяющее положение паза относительно торца вала, выбрать произвольно ($L_2 = 10 \dots 15$ мм), как указано на рисунке 14.

На изображении вала под сегментную шпонку величину L_4 принимаем $L_4 = 0.75d$.

При выполнении шпоночного соединения с клиновой шпонкой изобразить шпонку забитой в ступицу не до конца. Плоскость разреза А-А провести перед шпонкой. Расстояние от торца вала до оси скругления паза L_3 на изображении вала под клиновую шпонку принимаем $L_3 = 1.25l$.

Диаметр скругления в валу D_1 принимаем равным $2D$.

На главном виде вал и шпонка показываются не рассечёнными. Для выявления формы шпонки и глубины паза следует применить местный разрез. При выполнении поперечного разреза зазор между колесом и шпонкой показать равным $1 \dots 1.5$ мм.

На чертеже соединения нанести размеры, как показано на рисунках А.8, А.9, А.10 (приложение А).

Условное обозначение шпонки нанести на полке линии-выноски.

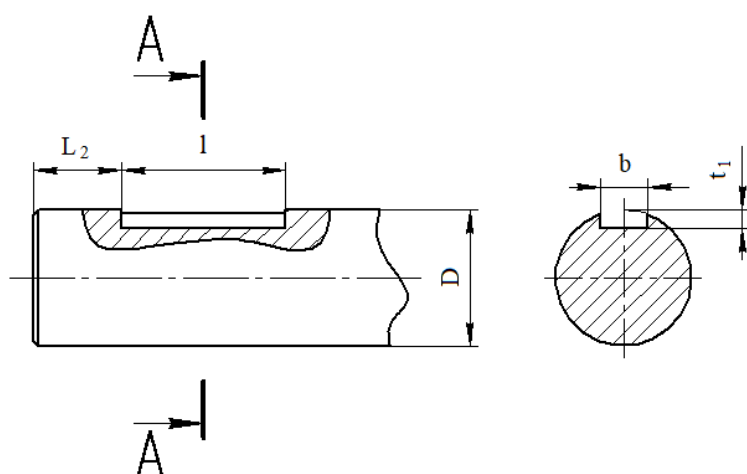
Условное обозначение шпонок

Включает: наименование, вариант исполнения (исполнение 1 не указывается), ширину b , высоту h , длину l и номер стандарта, определяющего размеры шпонки:

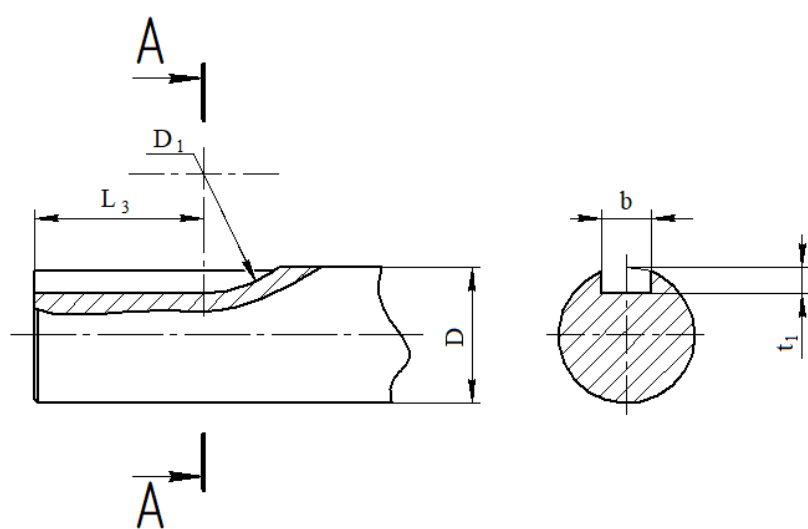
Шпонка 5x6.5 ГОСТ 24071-80 – шпонка сегментная исполнения 1 с размерами $b = 5$ мм, $h = 6.5$ мм.

Шпонка 2 16x10x 70 ГОСТ 23360-78 – шпонка призматическая исполнения 2 с размерами $b = 16$ мм, $h = 10$ мм, $l = 70$ мм.

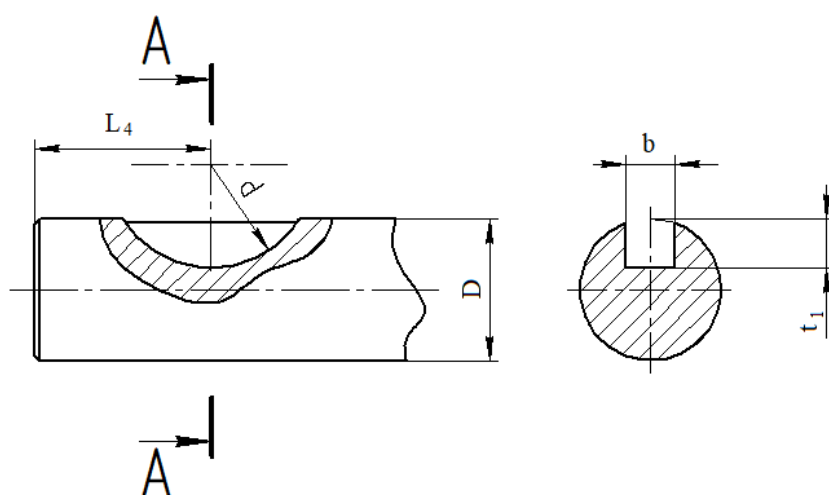
Условное обозначение записать над изображением шпонки.



а



б



в

Рисунок 14 – Изображение вала:
а – с призматической шпонкой, б – с клиновой шпонкой,
в – с сегментной шпонкой.

Рекомендованная литература

Основная литература

- 1) Чекмарев А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 13-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 355 с.
- 2) Серга Г. В. Инженерная графика для машиностроительных специальностей: учебник для вузов / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова; под общей редакцией Г.В. Серги. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 276 с.
- 3) Инженерная графика: учебник для вузов / Н. П. Сорокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанова; под редакцией Н. П. Сорокина. – 7-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 432 с.

Дополнительная литература

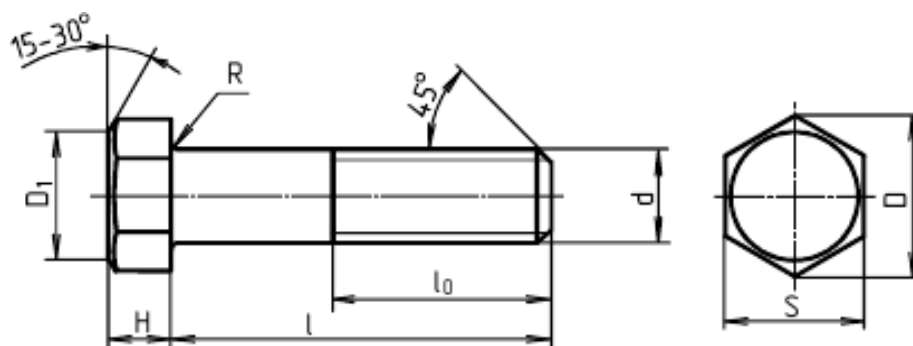
- 1) Алеутдинова М. И. Рабочая тетрадь по инженерной графике : практическое руководство / М. И. Алеутдинова .— 1 компьютерный файл (pdf; 2955 KB) .— Северск : Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2016 .— 43 с. : ил. — Заглавие с титульного листа экрана .— Электронная версия печатной публикации.— Свободный доступ из сети Интернет .— Adobe Reader .— <URL:ftp://ftp.ssti.ru/library/textbook/2016/b0018.pdf>.
- 2) Федоренко В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин; Под ред. Г. Н. Поповой. - 14-е изд., перераб. и доп. - Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1981. - 416 с.: ил.

Приложение А
(справочное)
**Справочные таблицы для выбора крепежных
изделий разъёмных соединений**

Таблица А.1 – Размеры болтов с шестигранной головкой ГОСТ 7798–70

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Шаг резьбы, P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Размер под ключ, S	13	17	19	24	30	36	46	55	55	75
Высота головки болта, Н _б	5,5	7	8	10	13	15	19	23	26	30
Диаметр опис.окр., D	14,2	18,7	20,9	26,5	33,3	39,6	50,9	60,8	72,1	83,4
Радиус под головкой, R	1,1	1,1	1,6	1,6	2,2	2,2	2,7	3,2	3,3	4,3
Фаска, с	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	5
Длина болта, L	Длина резьбы, l ₀									
45	22	26	30	38	х	х	х	-	-	-
50	22	26	30	38	х	х	х	х	-	-
55	22	26	30	38	46	х	х	х	х	-
60	22	26	30	38	46	х	х	х	х	х
65	22	26	30	38	46	54	х	х	х	х
70	22	26	30	38	46	54	х	х	х	х
75	22	26	30	38	46	54	66	х	х	х
80	22	26	30	38	46	54	66	х	х	х
90	22	25	30	38	46	54	66	78	х	х
100	22	26	30	38	46	54	66	78	х	х
110	-	26	30	38	46	54	66	78	90	х
120	-	26	30	38	46	54	66	78	90	102
Примечание – Знаком «х» отмечены болты резьбой на всей длине болта.										



$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Рисунок А.1 – Болт с шестигранной головкой

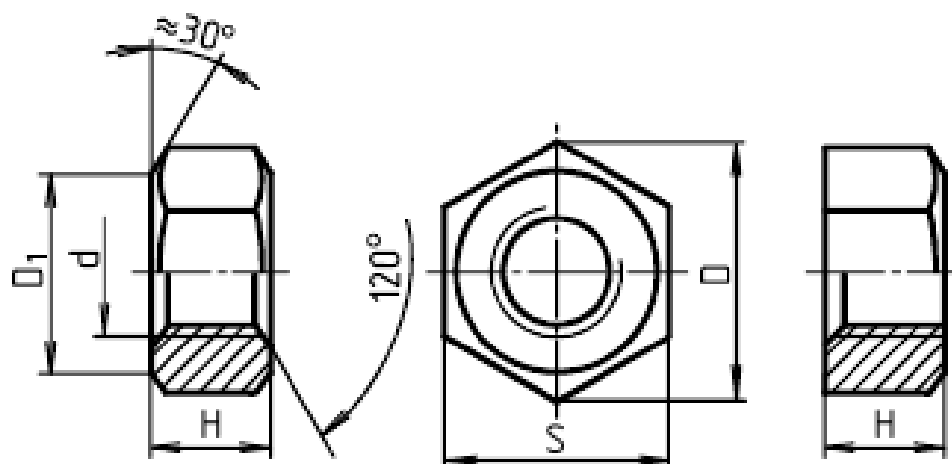
Таблица А.2 – Размеры гаек шестигранных ГОСТ ISO 4032-2014

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Размер "под ключ", S	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75
Диаметр опис. окр., D	14,4	17,7	20	26,8	33	40	50,9	60,8	71,3	82,6
Высота гайки, H	6,5	8	10	14	17	21	25	30	33	37

Исполнение 1

Исполнение 2



$$D_1 = (0,9 \dots 0,95) S$$

Рисунок А.2 – Гайка шестигранная (исполнение 1 и 2)

Таблица А.3 – Размеры шайб нормальных ГОСТ 11371–78

В миллиметрах

Диаметр болта, шпильки, d	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Внутренний диаметр, d ₁	8,4	10,5	13	17	21	25	31	37	43	50
Наружный диаметр, d ₂	17	21	24	30	37	44	56	66	78	92
Толщина, s	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5	7	8

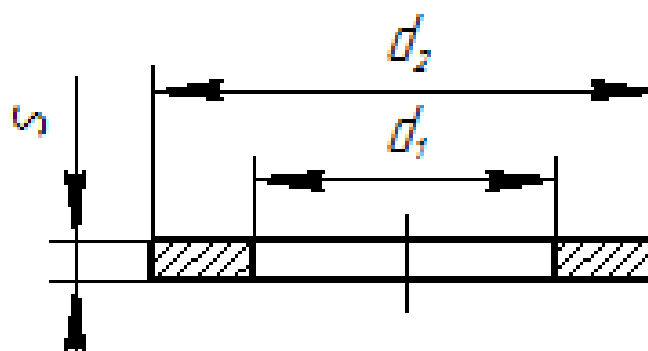


Рисунок А.3 – Шайба нормальная

Таблица А.4 – Размеры шпилек с ввинчиваемым концом ГОСТ 22032-76

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Длина ввинчиваемого резьбового конца, l_1	16	20	24	32	40	48	60	72	84	96
Шаг резьбы, P	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Фаска, с	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	5
Длина шпильки, l	Длина резьбового конца, l_0									
45	22	26	30	38	x	x	-	-	-	-
50	22	26	30	38	x	x	-	-	-	-
55	22	26	30	38	x	x	-	-	-	-
60	22	26	30	38	46	x	x	-	-	-
65	22	26	30	38	46	x	x	-	-	-
70	22	26	30	38	46	54	x	x	-	-
75	22	26	30	38	46	54	x	x	-	-
80	22	26	30	38	46	54	x	x	x	x
85	22	26	30	38	46	54	66	x	x	x
90	22	26	30	38	46	54	66	x	x	x
100	22	26	30	38	46	54	66	78	x	x
110	22	26	30	38	46	54	66	78	90	x
120	22	26	30	38	46	54	66	78	90	x
Примечание – Знаком «х» отмечены шпильки с $l_0 = l - 0,5d - 2P$										

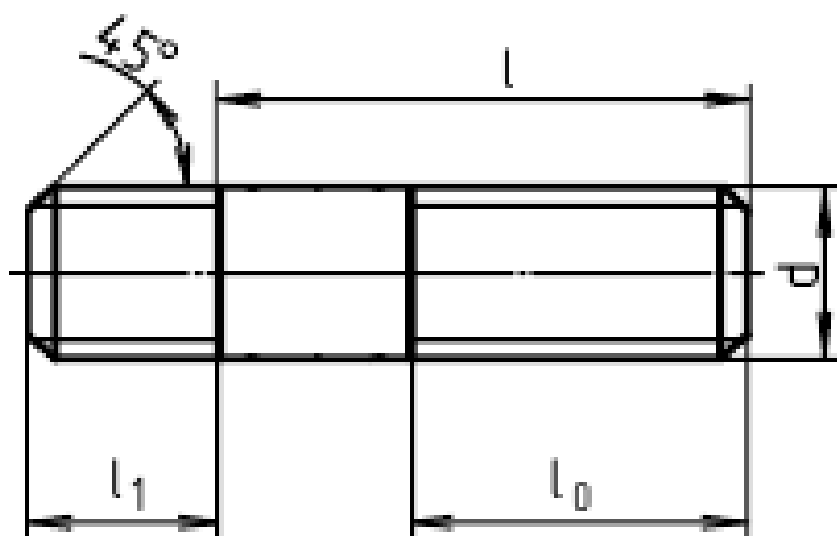


Рисунок А.4 – Шпильки с ввинчиваемым концом

Таблица А.5 – Размеры винтов с цилиндрической головкой ГОСТ 1491–80

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	6	8	10	12	14	16	18	20
Шаг резьбы, P	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
Длина винта, l	7 – 60	12 – 80	18 – 100	18 – 100	25 – 100	30 – 100	35 – 110	40 – 120
Длина резьбы, b	18	22	26	30	34	38	42	46
Диаметр головки, D	10	13	16	18	21	24	27	30
Высота головки, k	3,9	5	6	7	8	9	10	11
Ширина шлица, t	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5
Глубина шлица, h	не менее	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0	4,5
	не более	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6	5,6
Примечание – Длины винтов берутся из ряда 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 75; 80; 90; 100; 110; 120.								

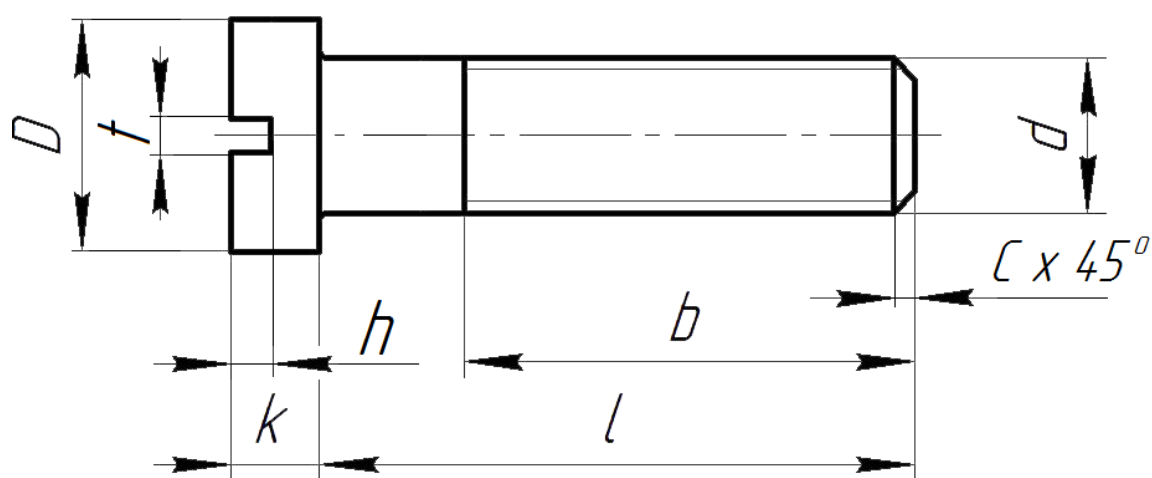


Рисунок А.5 – Винты с цилиндрической головкой

Таблица А.6– Размеры винтов с потайной головкой ГОСТ 17475–80

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	6	8	10	12	14	16	18	20
Шаг резьбы, Р	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
Длина винта, l	7 – 60	12 – 80	18 – 100	18 – 100	25 – 100	30 – 100	35 – 110	40 – 120
Длина резьбы, b	18	22	26	30	34	38	42	46
Диаметр головки, D	11	14,5	18	21,5	25	28,5	32,5	36
Высота головки, k	3	4	5	6	4	8	9	10
Ширина шлица, t	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5
Глубина шлица, h	не менее	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
	не более	1,6	2,1	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5
Примечание – Длины винтов берутся из ряда 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 75; 80; 90; 100; 110; 120.								

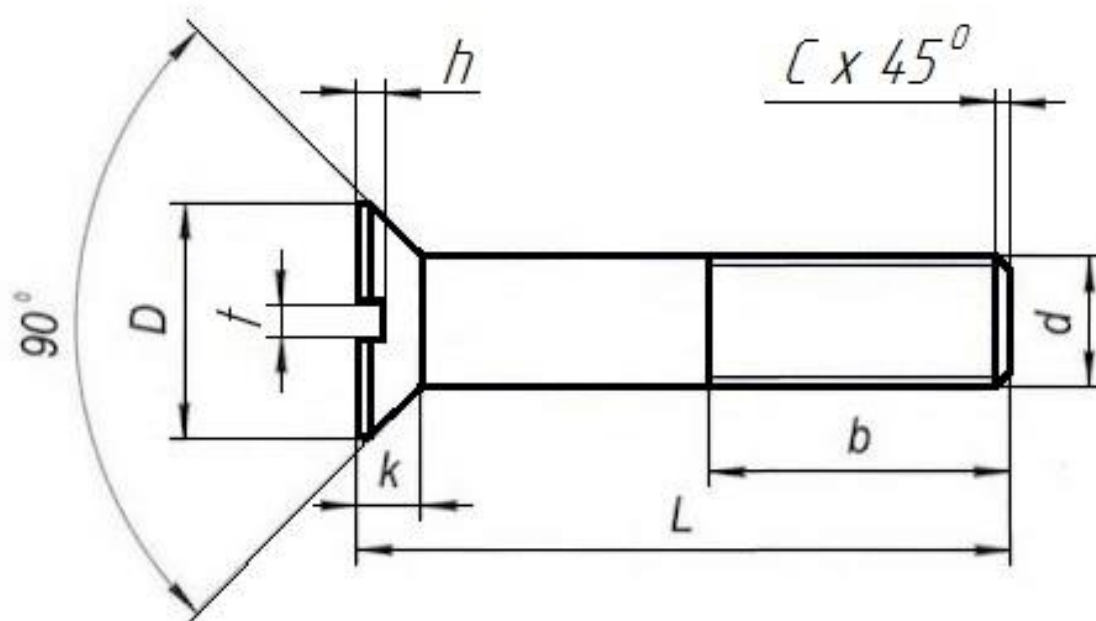


Рисунок А.6 – Винты с потайной головкой

Таблица А.7 – Размеры винтов с полукруглой головкой ГОСТ 17473–80

В миллиметрах

Диаметр резьбы, d	6	8	10	12	14	16	18	20
Шаг резьбы, P	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
Длина резьбы, b	18	22	26	30	34	38	42	46
Длина винта, l	7 – 60	12 – 80	18 – 100	18 – 100	25 – 100	30 – 100	35 – 110	40 – 120
Диаметр головки, D	10	13	16	18	21	24	27	30
Радиус сферы головки, R ₁	5,1	6,6	8,1	9,1	10,6	12,1	13,6	15,1
Высота головки, k	4,2	5,6	7	8	9,5	11	12	14
Ширина шлица, t	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5
Глубина шлица, h	не менее	2,3	3,26	3,76	3,96	4,26	4,76	5,26
	не более	2,7	3,74	4,24	4,44	4,74	5,24	5,74
Примечание – Длины винтов берутся из ряда 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 75; 80; 90; 100; 110; 120.								

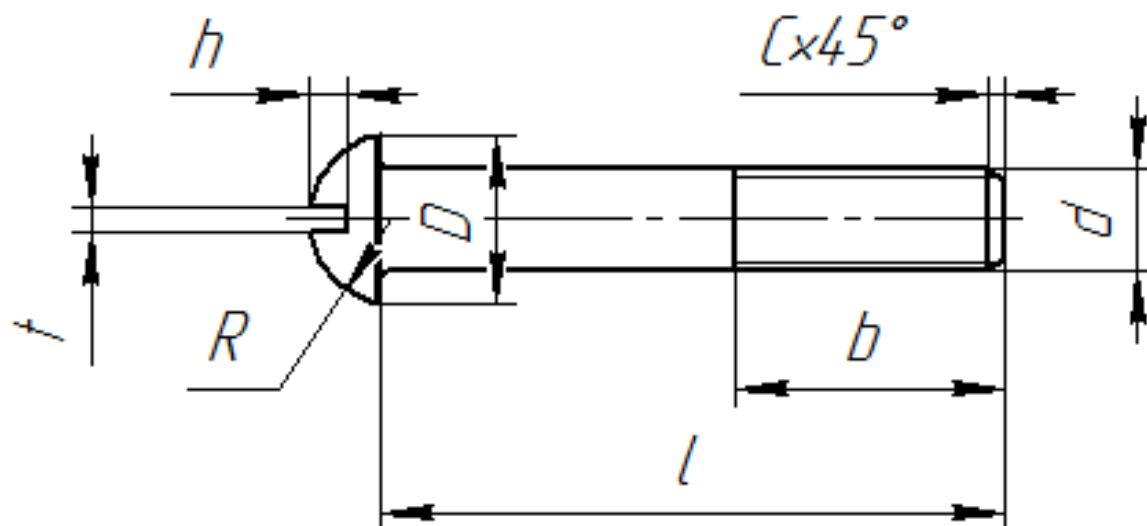


Рисунок А.7 – Винты с полукруглой головкой

Таблица А.8 – Размеры призматических шпонок и сечений пазов ГОСТ 23360–78

В миллиметрах

Диаметр вала, D	Размеры шпонки		Глубина паза		Длина шпонки, l	Фаска, с
	b	h	Вал t_1	Колесо t_2		
(17 ... 22]	6	6	3,5	2,8	14 – 70	0,25– 0,4
(22 ... 30]	8	7	4	3,3	18 – 90	
(30 ... 38]	10	8	5	3,3	22 – 110	0,4 – 0,6
(38 ... 44]	12	8	5	3,3	28 – 140	
(44 ... 50]	14	9	5,5	3,8	36 – 160	
(50 ... 58]	16	10	6	4,3	45 – 180	

Примечание – Ряд длин l: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100

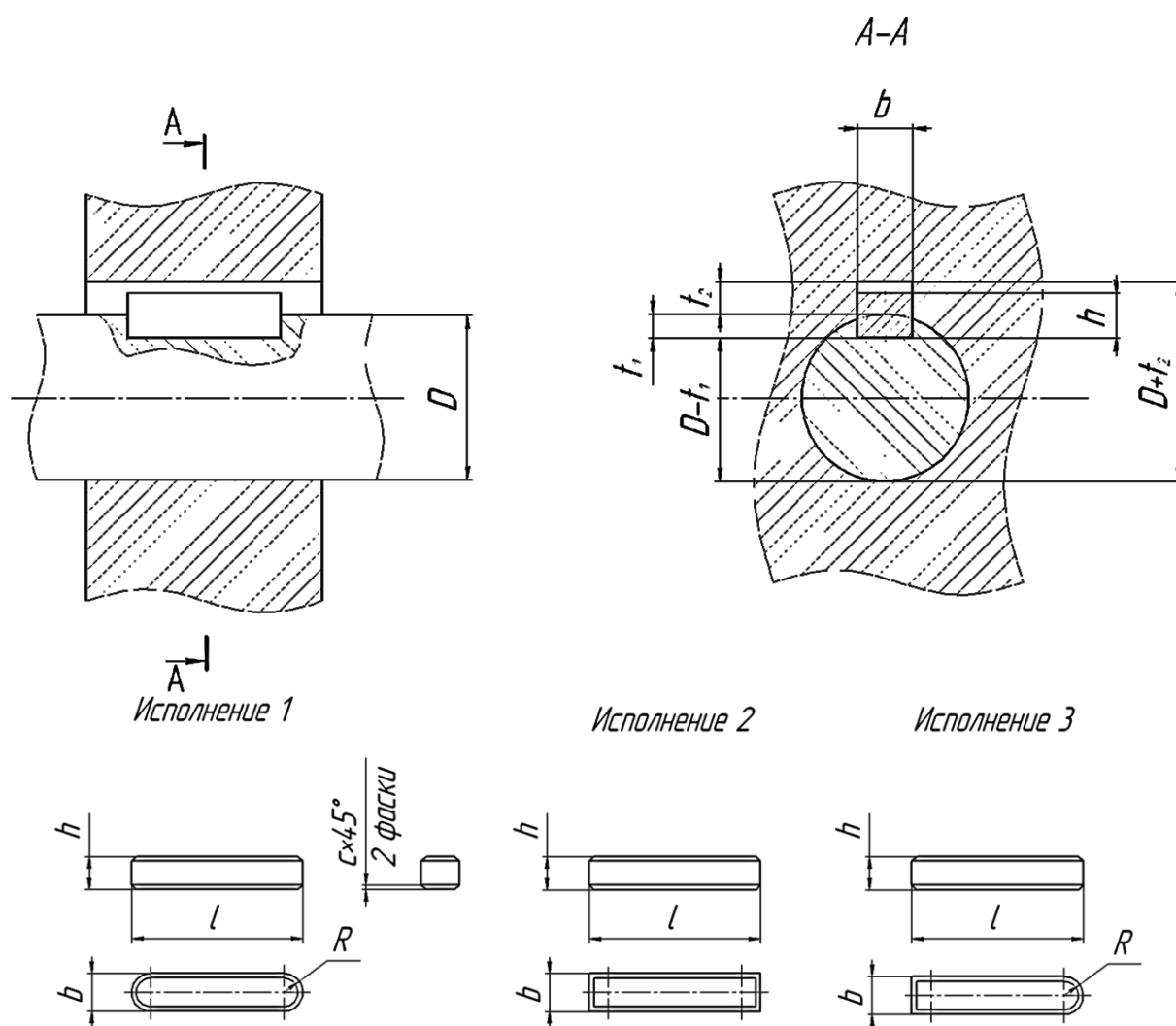


Рисунок А.8 – Размеры призматических шпонок и сечений пазов

Таблица А.9 – Размеры клиновых шпонок и сечений пазов по ГОСТ 24068–80

В миллиметрах

Диаметр вала, D	Размеры шпонки		Глубина паза		Длина шпонки, l	Фаска, с
	b	h	Вал t1	Колесо t2		
(17 ... 22]	6	6	3,5	2,2	14 – 70	0,25 – 0,4
(22 ... 30]	8	7	4	2,4	18 – 90	
(30 ... 38]	10	8	5	2,4	22 – 110	0,4 – 0,6
(38 ... 44]	12	8	5	2,4	28 – 140	
(44 ... 50]	14	9	5,5	2,9	36 – 160	
(50 ... 58]	16	10	6	3,4	45 – 180	
Примечание – Ряд длин l: 14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100						

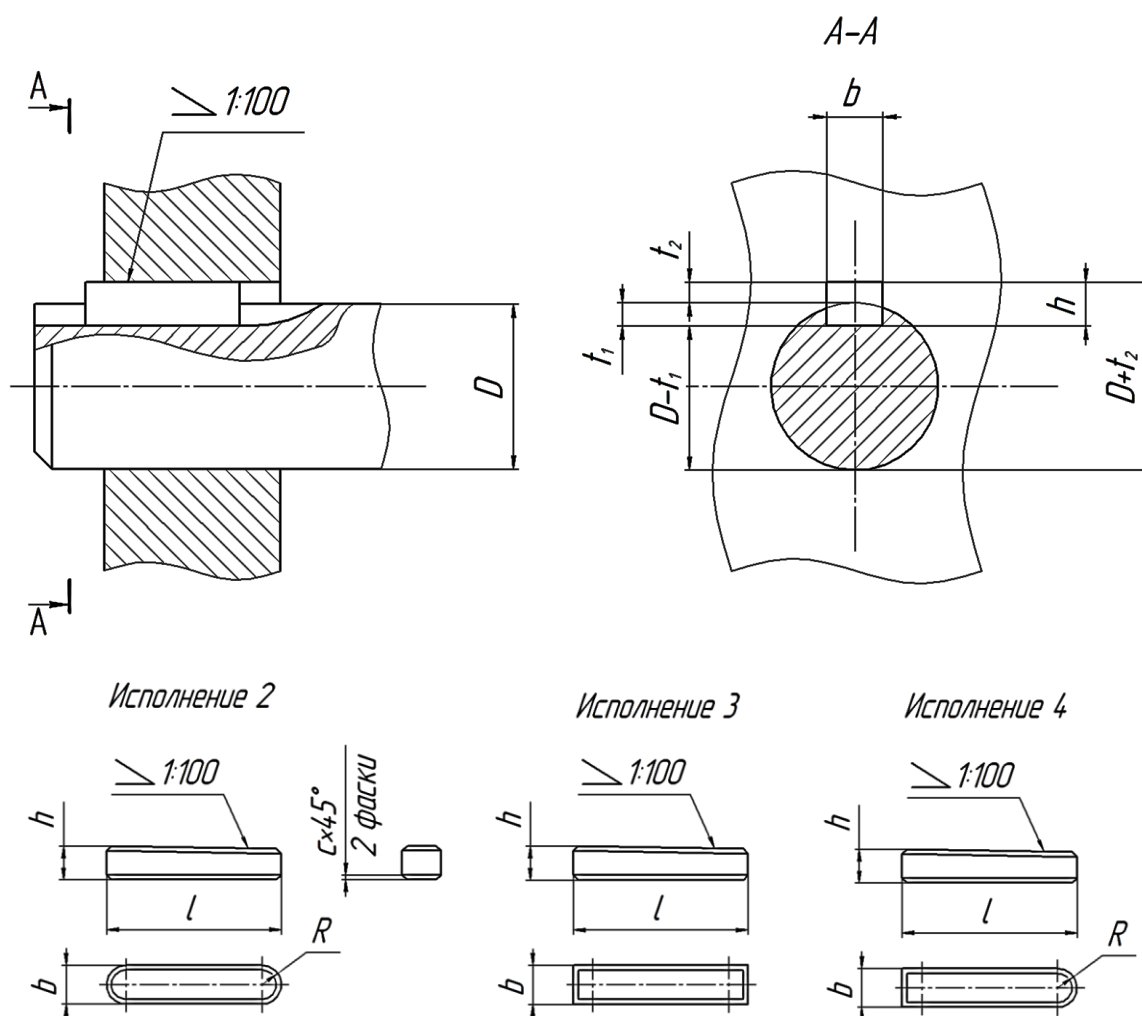


Рисунок А.9 – Размеры клиновых шпонок и сечений пазов

Таблица А.10 – Размеры сегментных шпонок и сечений пазов по
ГОСТ24071– 80

В миллиметрах

Диаметр вала, D	Размеры шпонки			Глубина паза		Фаска, с
	b	h	d	Вал t1	Колесо t2	
(18 ... 20]	5	7,5	19	5,5	2,3	0,25–0,4
(20 ... 22]	5	9	22	7	2,3	
(22 ... 25]	6	9	22	6,5	2,8	
(25 ... 28]	6	10	25	7,5	2,8	
(28 ... 32]	8	11	28	8	3,3	0,4–0,6
(32 ... 38]	10	13	32	10	3,3	

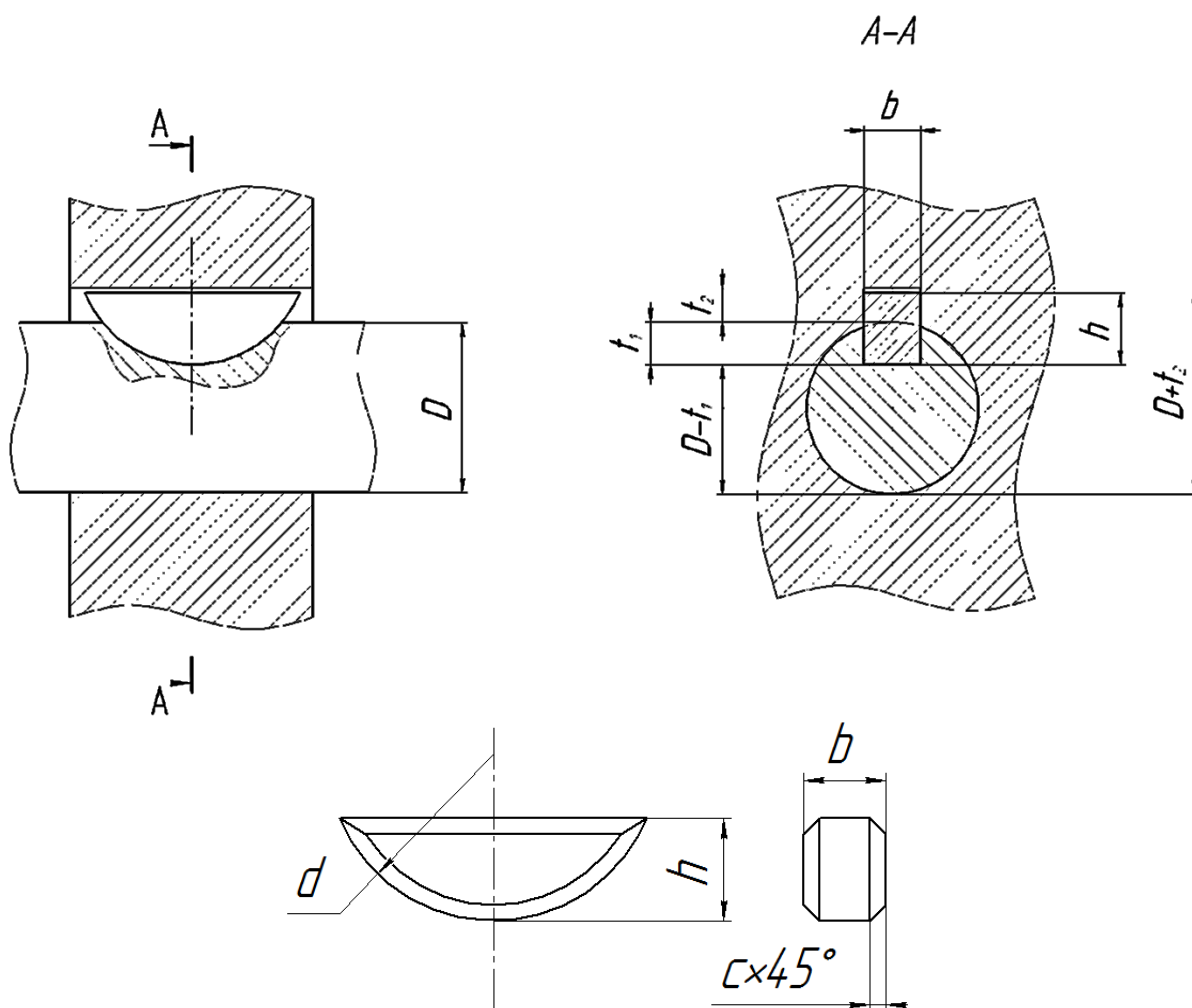


Рисунок А.10 – Размеры сегментных шпонок и сечений пазов