

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Российской Федерации

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кожухова Н.Ю.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ПО КУРСУ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»
ТЕМА «РЕЗЬБЫ. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Брянская область
2015

УДК 515
ББК 22.151.3
К 58

Кожухова Н.Ю. Инженерная графика. – «Резьбы. Изображение резьбовых соединений»: Методические указания. – Брянск, Брянский ГАУ, 2015. – 44 с.: ил.

В методических указаниях изложен теоретический материал, задание и методические указания по выполнению самостоятельной работы по теме «Резьбы. Резьбовые соединения».

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по подготовке бакалавров по направлениям 110800, 15100, 190100, 260800, 280700 и рекомендовано учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А.И. Купреенко

Методические указания рекомендованы учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета, протокол №1 от 1 октября 2015 года

© Брянский ГАУ, 2015
© Н.Ю. Кожухова, 2015

Оглавление

1.1 Введение	4
1.2 Классификация резьб. Их основные параметры и признаки	4
1.3 Элементы резьбы	6
1.4 Условное изображение резьбы на чертеже	8
2 Резьбовые соединения	17
2.1 Болты	18
2.2 Гайка	23
2.3 Шайбы	28
2.4 Шпилька	30
2.5 Гнездо под шпильку	32
3 Задание	33
3.1 Содержание задания	33
3.2 Расчет соединения деталей болтом	34
3.3 Расчет соединения деталей шпилькой	37
3.4 Компоновка задания	39
Список литературы	41

1.1 Введение

Машины, аппараты, приборы сельскохозяйственного производства состоят из деталей, которые тем или иным способом соединены между собой. Соединение деталей машин и приборов в изделиях могут быть разъемными, позволяющими выполнять их многократную сборку и разборку, и неразъемными, разборку которых можно произвести только с частичным разрушением некоторых деталей, входящих в соединение. Разъемные соединения делят на подвижные и неподвижные. У подвижных разъемных соединений одна деталь может перемещаться относительно другой. Подвижные соединения бывают: винтовые (ходовые), шпоночные, зубчатые (шлицевые).

К крепежным деталям с резьбой относятся: болты, шпильки, гайки, винты, шурупы, арматуры трубопроводов (фитинги), а такие детали без резьбы - шайбы и шплинты, как необходимые элементы резьбового соединения.

Целью данной работы является развитие у студентов практических навыков по выполнению чертежей резьбовых соединений в соответствии с требованиями ЕСКД и стандартов.

1.2 Классификация резьб. Их основные параметры и признаки

Резьбы подразделяют по следующим признакам (рисунок 1.1):

- единица измерения шага (метрическая, дюймовая, модульная, питчевая резьба);
- расположение на поверхности (внешняя и внутренняя резьба);
- направление движения винтовой поверхности (правая, левая);
- число заходов (одно- и многозаходная);
- профиль (треугольный, трапецеидальный, прямоугольный, круглый и др.);

- образующая поверхность, на которой расположена резьба (цилиндрическая резьба и коническая резьба);
- назначение (крепёжная, крепёжно-уплотнительная, ходовая и др.)

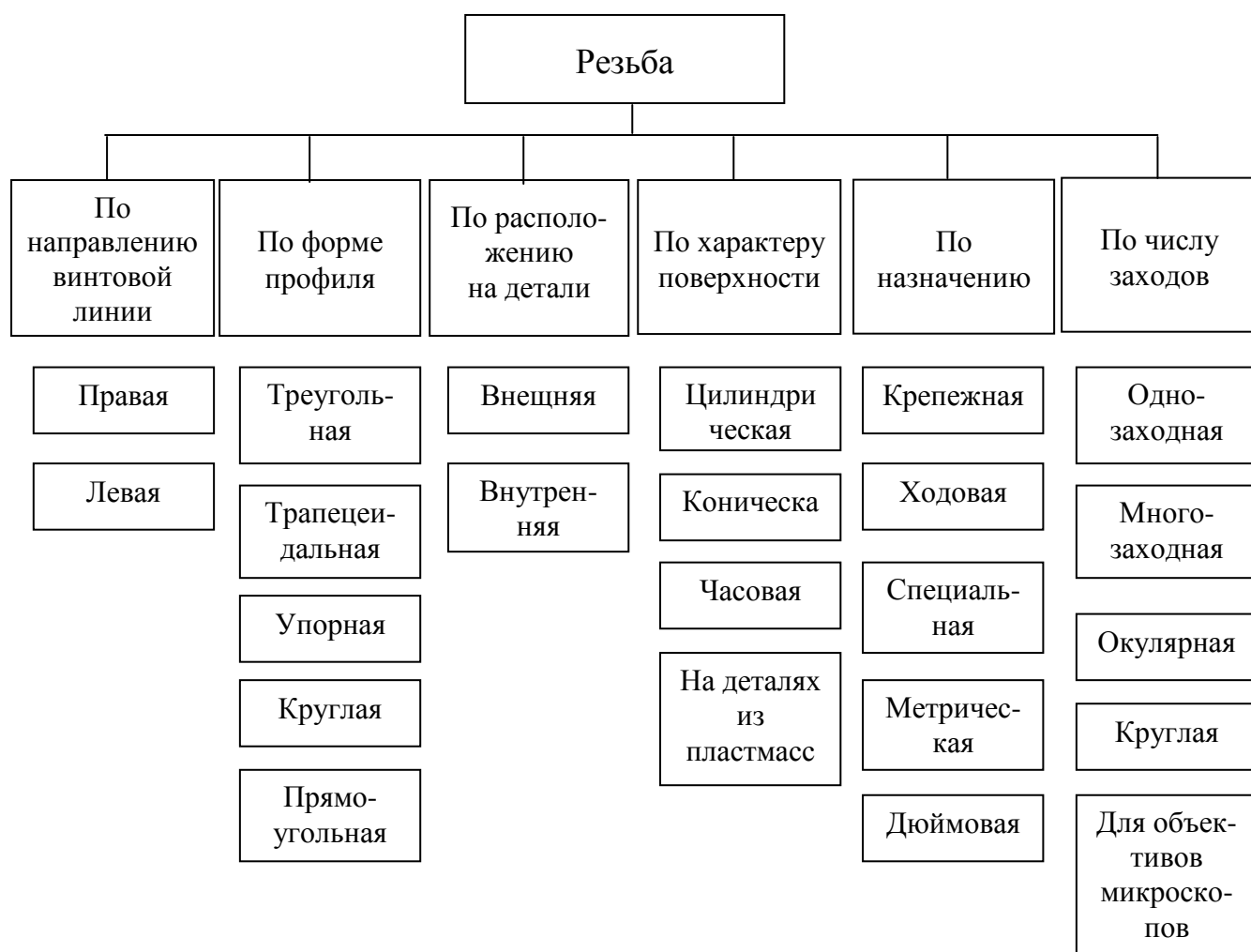


Рисунок 1.1 – Классификация резьб

Питчевая резьба - шаг резьбы измеряется в питчах (p''). Для получения числового значения (в миллиметрах) достаточно питч умножить на число пи (π). Модульная и питчевая резьба применяется при нарезании червяка червячной передачи. Профиль витка модульного червяка может иметь вид архимедовой спирали, эвольвенты окружности, удлинённой или укороченной эвольвенты и трапеции.

Основные параметры резьбы и единицы измерения (рисунок 1.2):

1. Шаг (P) расстояние между одноимёнными боковыми сторонами профиля, измеряется в долях метра, в долях дюйма или числом ниток на дюйм — это знаменатель обыкновенной дроби, числитель которой является дюймом. Выражается натуральным числом;
2. Наружный диаметр (D, d), диаметр цилиндра, описанного вокруг вершин наружной (d) или впадин внутренней резьбы (D);
3. Внутренний диаметр (D_1, d_1), диаметр цилиндра, вписанного во впадины наружной (d_1) или вершины внутренней резьбы (D_1);
4. Средний диаметр (D_2, d_2), диаметр цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что её отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы;
5. Ход (P_h) величина относительного перемещения исходной средней точки по винтовой линии резьбы на угол 360°

$$P_h = P \times n,$$

где n — число заходов;

6. Высота исходного треугольника резьбы (H);
7. Срез резьбы (r);
8. Угол подъёма резьбы (ψ).

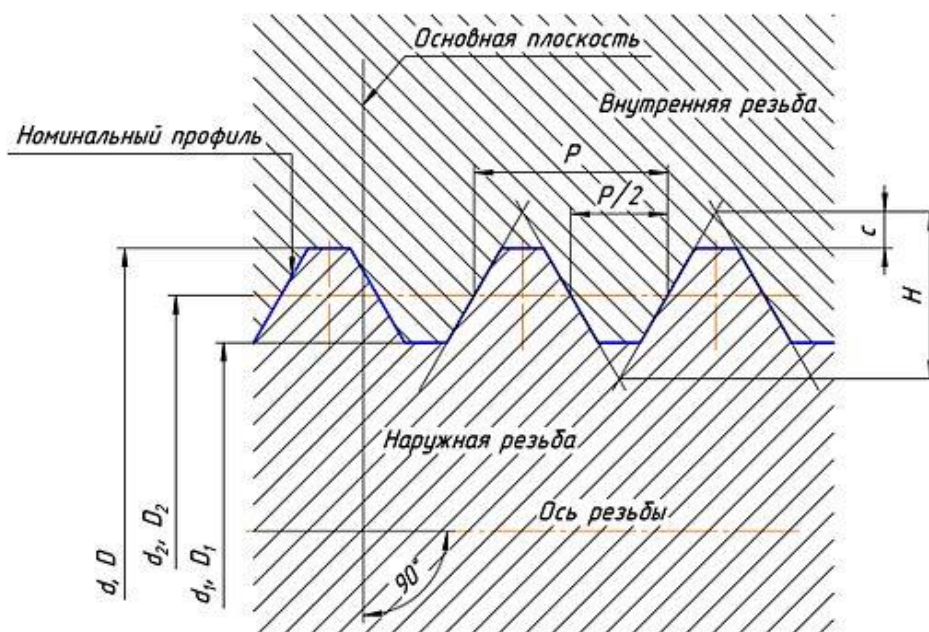


Рисунок 1.2 - Схема цилиндрической резьбы

1.3 Элементы резьбы:

Фаска – это скошенная кромка стержня или отверстия. Размер фаски по ГОСТ 2.307-68 обозначается одной размерной линией с указанием высоты фаски s и угла наклона 45° образующей или плоскости среза (рисунки 1.3 и 1.4).

Сбег резьбы – участок неполного профиля резьбы в зоне перехода полного профиля резьбы к гладкой поверхности.

Недорез – это длина участка гладкой поверхности детали со сбегом резьбы при нарезании резьбы в упор.

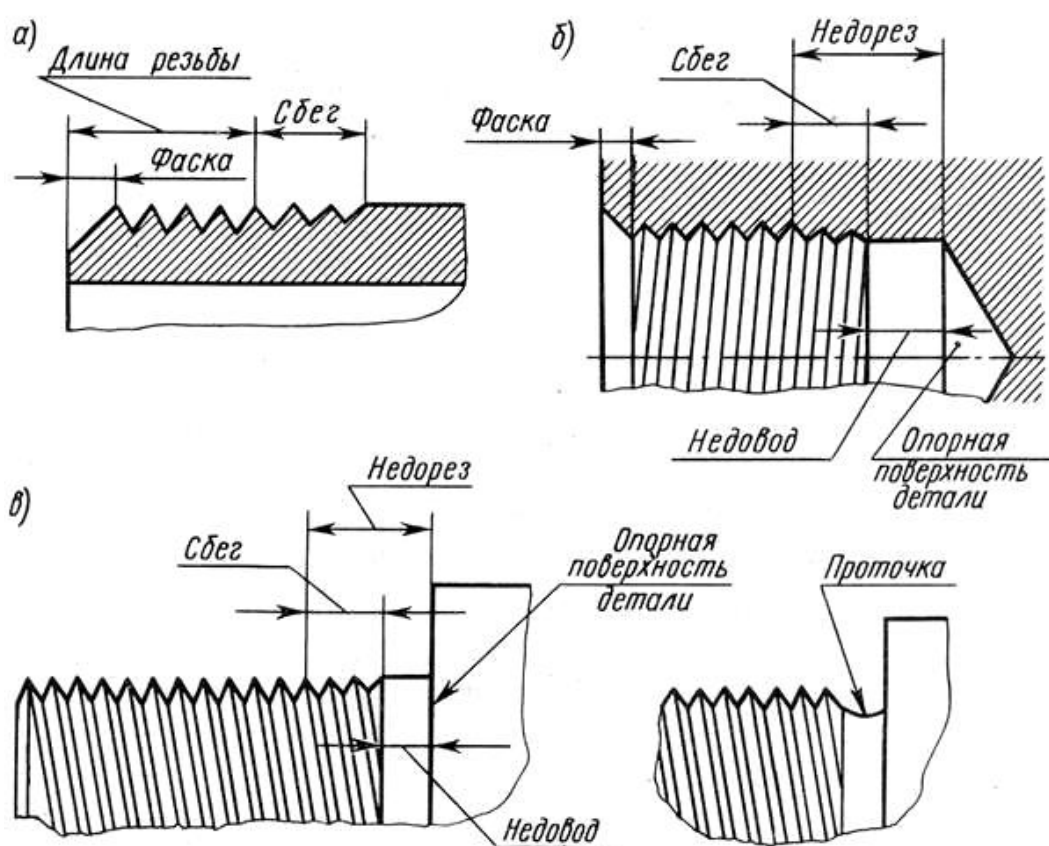
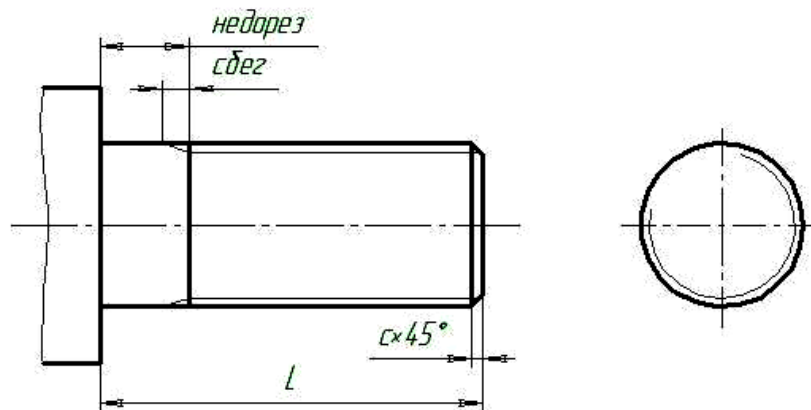
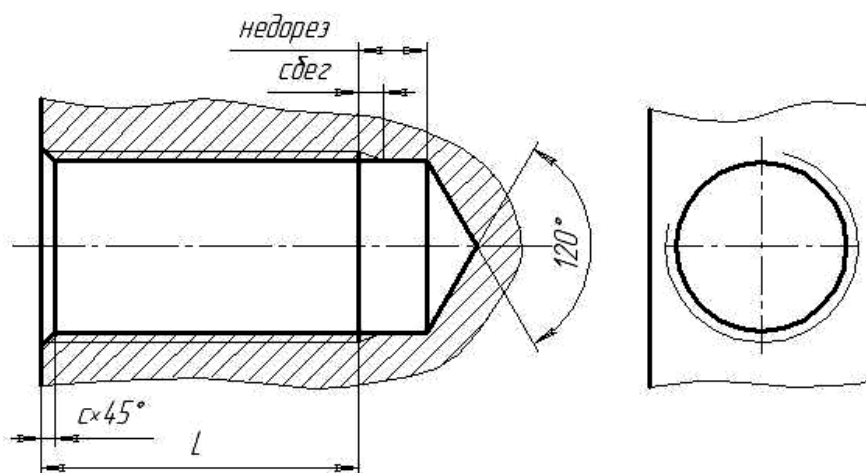


Рисунок 1.3 – Изображение резьбы на рисунке с указанием элементов резьбы

а,в) - на стержне, б) – в отверстии



а)



б)

Рисунок 1.4 – Изображение резьбы на чертеже с указанием элементов резьбы

а) - на стержне, б) – в отверстии

1.4 Условное изображение резьбы на чертежах

На чертежах резьбу принято изображать условно, согласно ГОСТ 2.311-68. Условное изображение одинаково для всех видов стандартных резьб. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы l без сбега, включая фаску, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно

равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте (не допускается начинать сплошную тонкую линию и заканчивать ее на осевой линии) (рисунок 1.5).

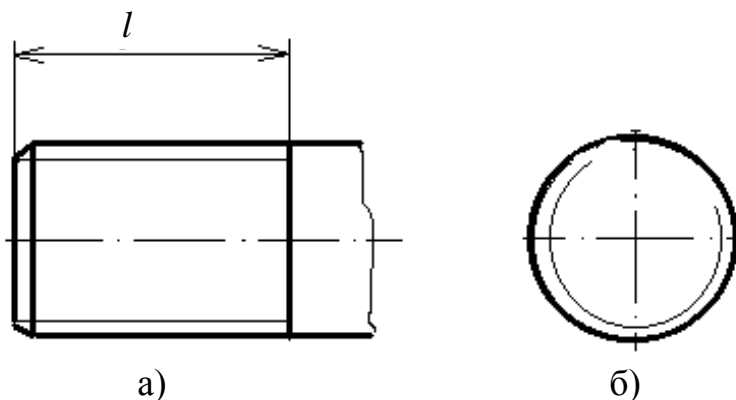


Рисунок 1.5 - Изображение резьбы на стержне

Сплошную тонкую линию наносят на расстоянии не менее 0,8мм от основной линии, но не более шага резьбы. Фаска, не имеющая специального конструктивного назначения, условно не обозначаются как на стержне, так и в отверстии.

В отверстии сплошные основные линии проводятся по внутреннему диаметру и сплошные – по наружному, на всю длину резьбы без сбега (рисунок 1.6а). При виде слева проводят дугу по наружному диаметру резьбы сплошной тонкой линией, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутую в любом месте изображения (рисунок 1.6б).

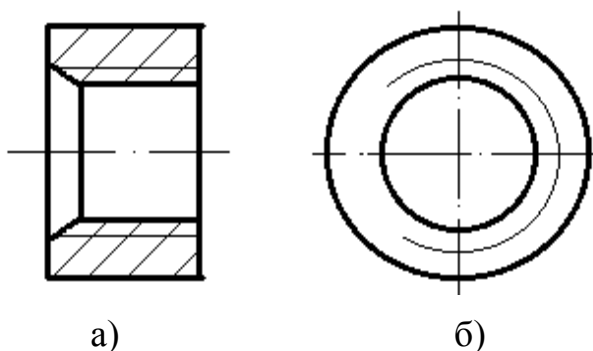


Рисунок 1.6 - Изображение резьбы в отверстии

Штриховку в разрезах в отверстиях доводят до линии внутреннего диаметра резьбы (рисунок 1.6) и до линии наружного диаметра резьбы на стержне (рисунок 1.7).

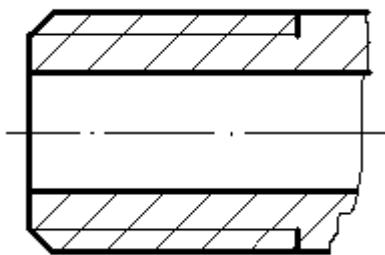


Рисунок 1.7 – Нанесение штриховки резьбы

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной линией или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рисунок 1.5)

Длиной резьбы называют длину участка детали, на котором образована резьба, включая сбеги и фаску. Обычно указывают только длину резьбы l с полным профилем (без сбега) (рисунок 1.5).

Сбег резьбы при необходимости изображают сплошной тонкой линией, а так же в данном случае могут указывать величины сбега на стержне. Размеры наносят, как показано на рисунке 1.8.

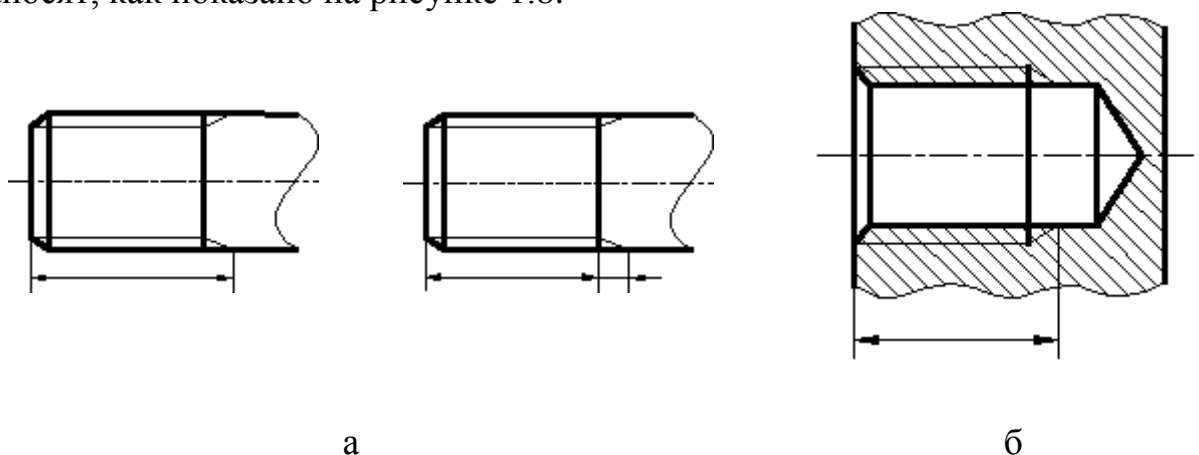


Рисунок 1.8 - Указание размера длины резьбы со сбегом
а) на стержне, б) в отверстии

Если имеется наружная проточка (рисунок 1.9) или внутренняя (рисунок 1.10), то ее ширину также включают в длину резьбы.

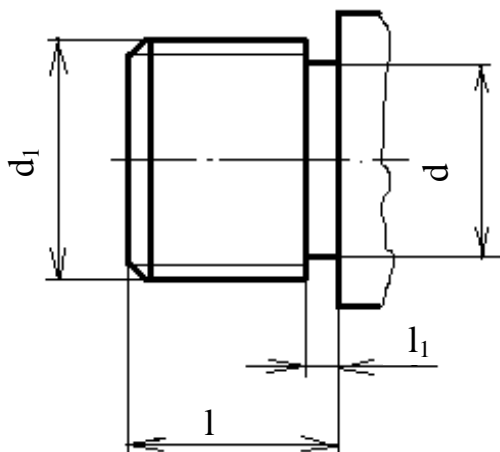


Рисунок 1.9 - Указание размера длины резьбы на стержне (с учетом проточки)

Фаски на стержне с резьбой и в отверстиях с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рисунки 1.5б, 1.6б). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

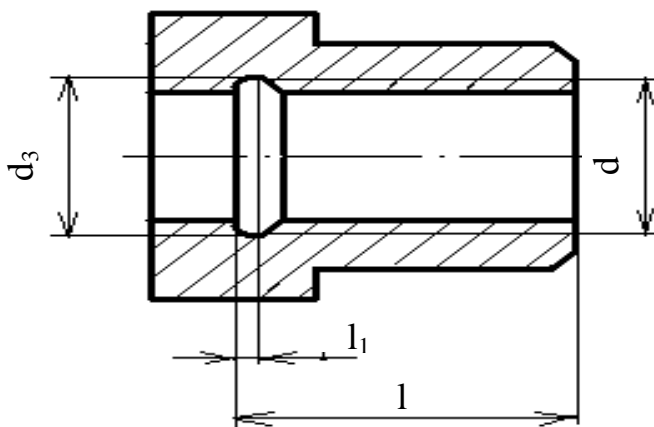


Рисунок 1.10 - Указание размера длины резьбы в отверстии (с учетом проточки)

Резьба с нестандартным профилем изображается на чертеже со всеми размерами, необходимыми для ее изготовления (рисунок 1.11). Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы, и т.п. с добавлением слова "Резьба" (рисунок 1.12).

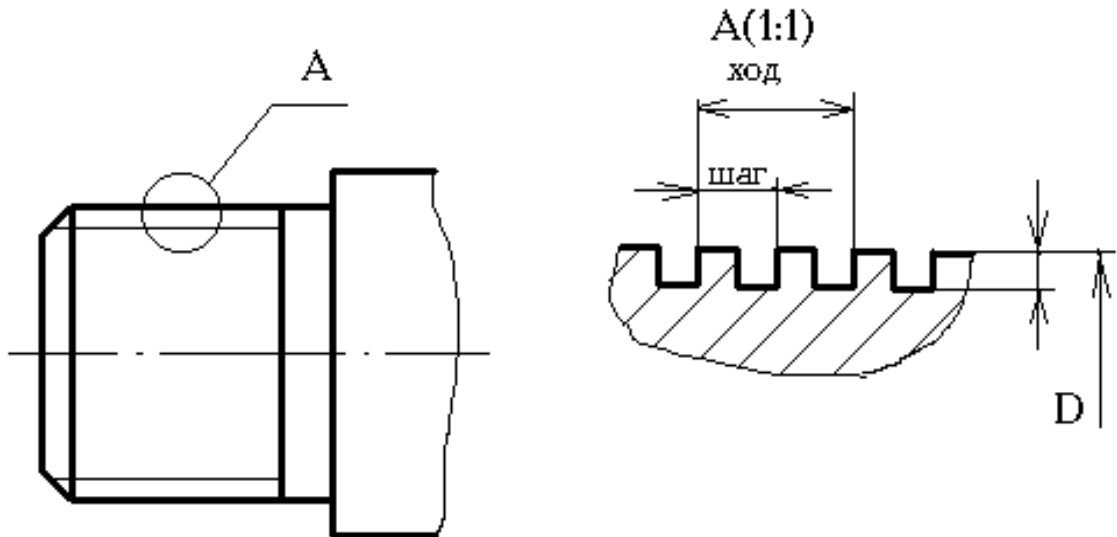


Рисунок 1.11 - Пример изображения резьбы с нестандартным профилем

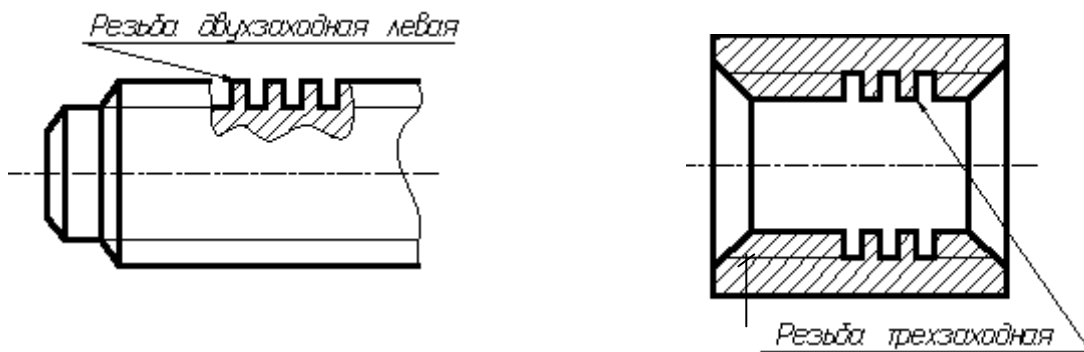


Рисунок 1.12 - Пример изображения нестандартной резьбы с указанием дополнительных данных

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси в отверстии, показывают только ту часть резьбы,

которая не закрыта резьбой стержня. В резьбовых соединениях резьба также показывается условно так, как она выполняется на стержне. Поэтому на разрезах резьбовых соединений резьба на стержне показывается полностью, а в отверстиях показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рисунок 1.13 и 1.14). При изображении резьбового соединения в разрезе стержень, не имеющий полостей, не штрихуют (рисунок 1.13).

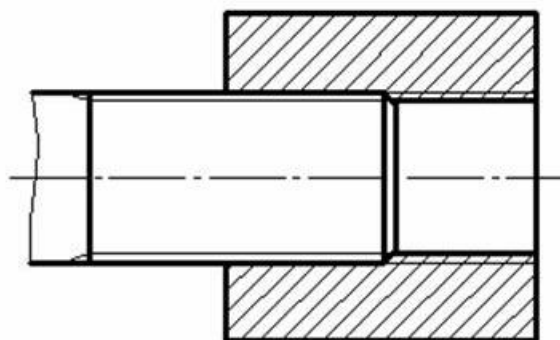


Рисунок 1.13 - Изображение резьбового соединения на разрезе

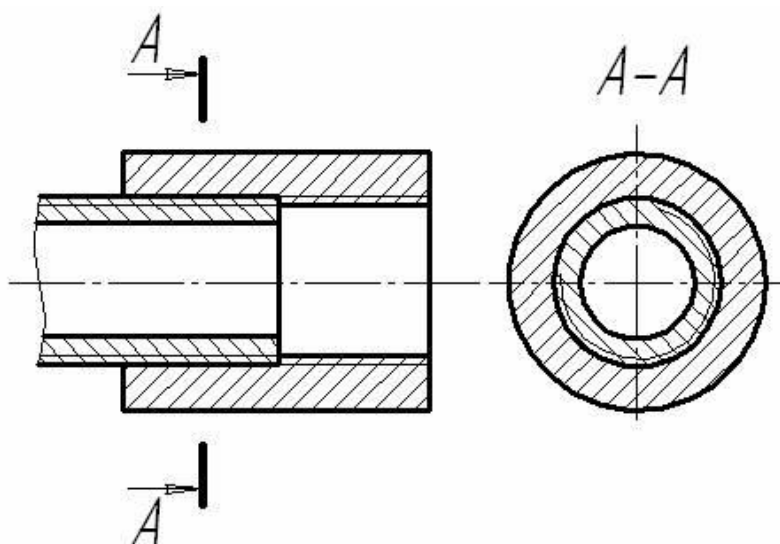


Рисунок 1.14 - Изображение трубного соединения на разрезе

По профилю все резьбы делятся на две группы – стандартные и не стандартные. Стандартные резьбы подразделяются на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь резьбы общего назначения

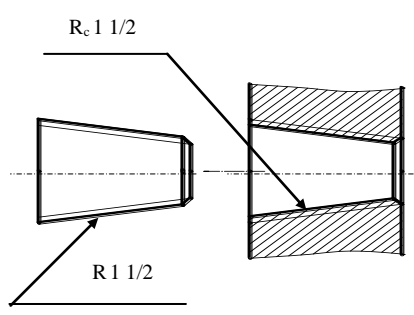
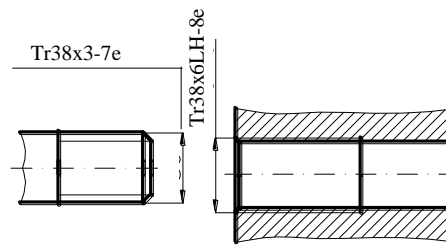
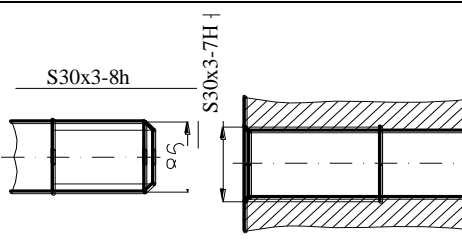
подразделяются на крепежные (с треугольным профилем) и ходовые или кинематические (с трапецидальным профилем). К специальным резьбам относятся, например, резьба с округлым профилем для цоколей и патронов электроламп.

Для обозначения резьб пользуются стандартами на отдельные типы резьб. Для всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, обозначения относятся к наружному диаметру и проставляются над размерной линией, на ее продолжении или на полке линии-выноски. Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической наносят только на полке линии-выноски.

Обозначение резьб показано в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Основные обозначения стандартных резьб

Наименование резьбы	Услов. обоз.	Содержание обозначения	Примеры изображения обозначения резьбы
1	2	3	4
Метрическая с крупным шагом, ГОСТ 9150-81	M	Условное обозначение типа, номинальный диаметр резьбы в мм	
Метрическая с мелким шагом, ГОСТ 9150-81	M	Условное обозначение типа, номинальный диаметр резьбы в мм, шаг	
Трубная цилиндрическая, ГОСТ 6357-81	G	Условное обозначение типа, условный размер (в дюймах) и класс точности	

1	2	3	4
Трубная коническая ГОСТ 6211-81 наружная внутренняя	R R _c	Условное обозначение типа резьбы и обозначение размера R – наружная R _c - внутренняя	
Коническая дюймовая с углом профиля 60°, ГОСТ 6111-52	K	Условное обозначение типа, условный диаметр в дюймах и номер стандарта	
Трапецидальная, однозаходная, ГОСТ 9484-81	Tr	Условное обозначение, номинальный диаметр в мм, шаг резьбы	
Упорная, ГОСТ 10177-82	S	Условное обозначение, номинальный диаметр в мм, шаг резьбы	

Примечание. К обозначению левой резьбы добавляется «LH».

Метрическая резьба

Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы. Профиль резьбы установлен ГОСТ 9150–81 и представляет собой равносторонний треугольник с углом профиля $\alpha = 60^\circ$. Профиль резьбы на стержне отличается от профиля резьбы в отверстии величиной притупления его вершин и впадин. Основными параметрами метрической резьбы являются: номинальный диаметр – $d(D)$ и шаг резьбы – P , устанавливаемые ГОСТ 8724–81.

По ГОСТ 8724–81 каждому номинальному размеру резьбы с крупным шагом соответствует несколько мелких шагов. Резьбы с мелким шагом

применяются в тонкостенных соединениях для увеличения их герметичности, для осуществления регулировки в приборах точной механики и оптики, с целью увеличения сопротивляемости деталей самоотвинчиванию.

В случае применения конической метрической резьбы с конусностью 1:16 профиль резьбы, диаметры, шаги и основные размеры установлены ГОСТ 25229–82. При соединении наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической по ГОСТ 9150–81 должно обеспечиваться ввинчивание наружной конической резьбы на глубину не менее 0,8.

Трубная цилиндрическая резьба

В соответствии с ГОСТ 6367–81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным 55° .

Резьба стандартизована для диаметров от 1/16 " до 6" при числе шагов z от 28 до 11. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

Трубную резьбу применяют для соединения труб, а также тонкостенных деталей цилиндрической формы. Такого рода профиль (55°) рекомендуют при повышенных требованиях к плотности (непроницаемости) трубных соединений. Применяют трубную резьбу при соединении цилиндрической резьбы муфты с конической резьбой труб, так как в этом случае отпадает необходимость в различных уплотнениях.

Трубная коническая резьба

Параметры и размеры трубной конической резьбы определены ГОСТ 6211–81, в соответствии с которым профиль резьбы соответствует профилю дюймовой резьбы. Резьба стандартизована для диаметров от 1/16" до 6" (в

основной плоскости размеры резьбы соответствуют размерам трубной цилиндрической резьбы).

Нарезаются резьбы на конусе с углом конусности $1/2 = 1^\circ 47' 24''$ (как и для метрической конической резьбы), что соответствует конусности 1:16.

Применяется резьба для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков.

Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба имеет форму равнобокой трапеции с углом между боковыми сторонами, равным 30° . Основные размеры диаметров и шагов трапецеидальной однозаходной резьбы для диаметров от 10 до 640 мм устанавливают ГОСТ 9481–81. Трапецеидальная резьба применяется для преобразования вращательного движения в поступательное при значительных нагрузках и может быть одно- и многозаходной (ГОСТ 24738–81 и 24739–81), а также правой и левой.

Упорная резьба

Упорная резьба, стандартизованная ГОСТ 24737–81, имеет профиль неравнобокой трапеции, одна из сторон которой наклонена к вертикали под углом 3° , т. е. рабочая сторона профиля, а другая – под углом 30° . Форма профиля и значение диаметров шагов для упорной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 10177–82. Резьба стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагом от 2 до 24 мм и применяется при больших односторонних усилиях, действующих в осевом направлении.

2 Резьбовые соединения

Любая сборочная единица состоит из отдельных деталей, которые различными способами соединяются между собой.

Неразъемными являются соединения, которые невозможно разобрать без частичного или полного нарушения соединяющих элементов. К неразъемным относятся соединения, получаемые сваркой, пайкой, склеиванием, сшиванием, клепкой.

Соединения, детали которых могут быть разъединены без нарушения самих деталей, называются разъемными. К таким соединениям относятся: резьбовые, шпоночные, зубчатые, а также соединения, выполняемые с применением штифтов и пружин.

Резьбовым называют соединение составных частей изделия с применением детали, имеющей резьбу.

Достоинства резьбовых соединений

- 1) универсальность,
- 2) высокая надёжность,
- 3) малые габариты и вес крепёжных резьбовых деталей,
- 4) способность создавать и воспринимать большие осевые силы,
- 5) технологичность и возможность точного изготовления.

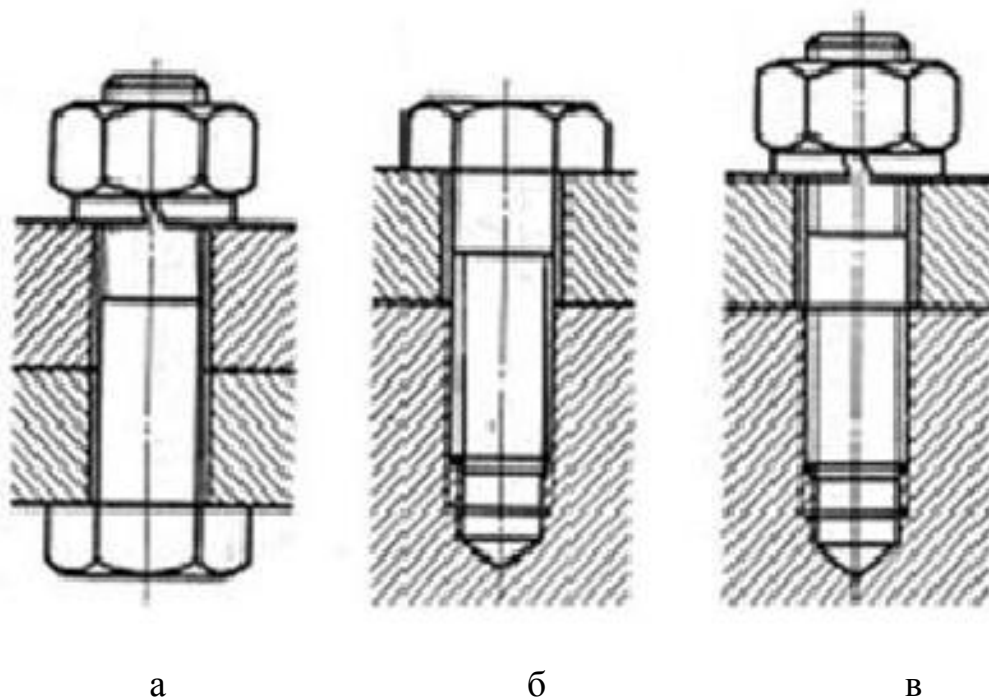


Рисунок 2.1 - Виды резьбовых соединений

Недостатки резьбовых соединений

- 1) значительная концентрация напряжений в местах резкого изменения поперечного сечения;
- 2) низкий КПД подвижных резьбовых соединений.

В зависимости от деталей, входящих в резьбовые соединения различают болтовое (рисунок 2.1а), винтовое (рисунок 2.1 б), шпилечное (рисунок 2.1в) соединения.

2.1 Болты

Болт – это резьбовое изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого расположена резьба под гайку, а на другом – головка головку различной формы (рисунок 2.2).

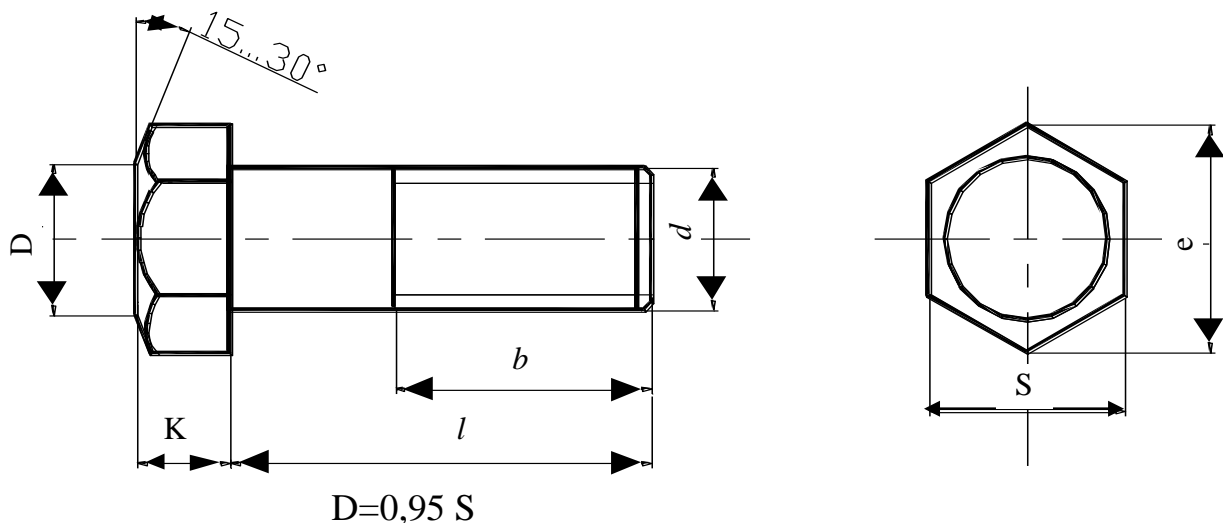


Рисунок 2.2 – Болт с шестигранной головкой

В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с головками различной формы: шестигранной, полукруглой, потайной. Наиболее часто применяют болты с шестигранной головкой, изготовленные нормальной, повышенной и грубой точности. В зависимости от назначения, шестигранные головки болтов выполняют нормальной высоты по ГОСТ 7798-70 и уменьшенной высоты по ГОСТ 7796-70. Каждому диаметру болта

d соответствуют определенные размеры его головки. Размеры болтов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные размеры болтов с шестигранной головкой
(нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		d_1	S	K	e (не менее)	r		Предельное смещение оси отверстия в стержне относительно оси резьбы
	крупный	мелкий					не менее	не более	
6	1		6	10	4	10,9	0,25	0,6	0,20
8	1,25	1	8	13	5,5	14,2	0,4	1,1	0,20
10	1,5	1,25	10	17	7	18,7	0,4	1,1	0,20
12	1,75	1,25	12	19	8	20,9	0,6	1,6	0,25
(14)	2	1,5	14	22	9	24,3	0,6	1,6	0,25
16	2	1,5	16	24	10	26,5	0,6	1,6	0,30
(18)	2,5	1,5	18	27	12	29,9	0,6	1,6	0,30
20	2,5	1,5	20	30	13	33,3	0,8	2,2	0,30
(22)	2,5	1,5	22	32	14	35	0,8	2,2	0,45
24	3	2	24	36	15	39,6	0,8	2,2	0,45
(27)	3	2	27	41	17	45,2	1,0	2,7	0,45
30	3,5	2	30	46	19	50,9	1,0	2,7	0,45
36	4	3	36	55	23	60,8	1,0	3,2	0,45
42	4,5	3	42	65	26	72,1	1,2	3,3	0,50
48	5	3	48	75	30	83,4	1,6	4,3	0,50

Примечание: 1 Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2 Размеры: d_1 , S , H , r – номинальные.

3 Принятые обозначения:

d_1 – диаметр стержня;

S – размер «под ключ»;

r – радиус под головкой.

K – высота головки;

e – диаметр описанной окружности;

В условном обозначении болтов указывают следующие параметры: наименование, класс точности (если он не включен в наименовании стандарта), исполнение (исполнение 1 не указывают), диаметр, мелкий шаг, стандартная длина болта, номер стандарта.

В учебных целях обозначение болта может записываться упрощенно.

Пример условного обозначения:

а) болт с диаметром резьбы $d=10\text{мм}$, длиной $l=60\text{мм}$, исполнение 1, с крупным шагом:

Болт М10х60 ГОСТ7798-70;

б) то же, исполнение 2, с мелким шагом:

Болт2М10х1,25 х 60 ГОСТ7798-70.

При одном и том же диаметре болт может изготавливаться различной длины l , которая стандартизирована. Стандартная длина болта зависит от толщины соединяемых деталей (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Длина болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Номинальная длина болта, 1	Длина резьбы, b (знаком x отмечены болты с резьбой на всей длине стержня)														
	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
8	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	X	X	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	X	X	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	X	X	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	X	X	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(18)	X	X	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	X	X	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
(22)	18	X	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
25	18	X	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
(28)	18	22	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
30	18	22	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
(32)	18	22	26	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
35	18	22	26	30	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-
(38)	18	22	26	30	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-
40	18	22	26	30	34	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-

45	18	22	26	30	34	38	x	x	x	x	x	x	-	-	-
50	18	22	26	30	34	38	42	x	x	x	x	x	x	-	-
55	18	22	26	30	34	38	42	46	x	x	x	x	x	x	-
60	18	22	26	30	34	38	42	46	50	x	x	x	x	x	-
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	x	x	x	x	x
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	x	x	x	x
75	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
80	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
(85)	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	x	x	x
90	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
(95)	-	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
100	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	x	x
(105)	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
110	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	x
(115)	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	102
120	-	-	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	90	102

Примечание: болты с размерами длин, заключенными в скобках, применять не рекомендуется.

2.2 Гайки

Гайка – деталь со сквозным резьбовым отверстием для навинчивания на стержень с резьбой. Гайки в зависимости от назначений и условий эксплуатации бывают шестигранные, шестигранные прорезные и корончатые, круглые и др.

Шестигранные гайки различают по высоте: нормальной высоты, низкие, высокие и особо высокие, с уменьшенным размером «под ключ», с крупным или мелким шагом.

Широко применяют шестигранные гайки, выпускаемые в одном, двух и трех исполнениях (рисунок 2.3).

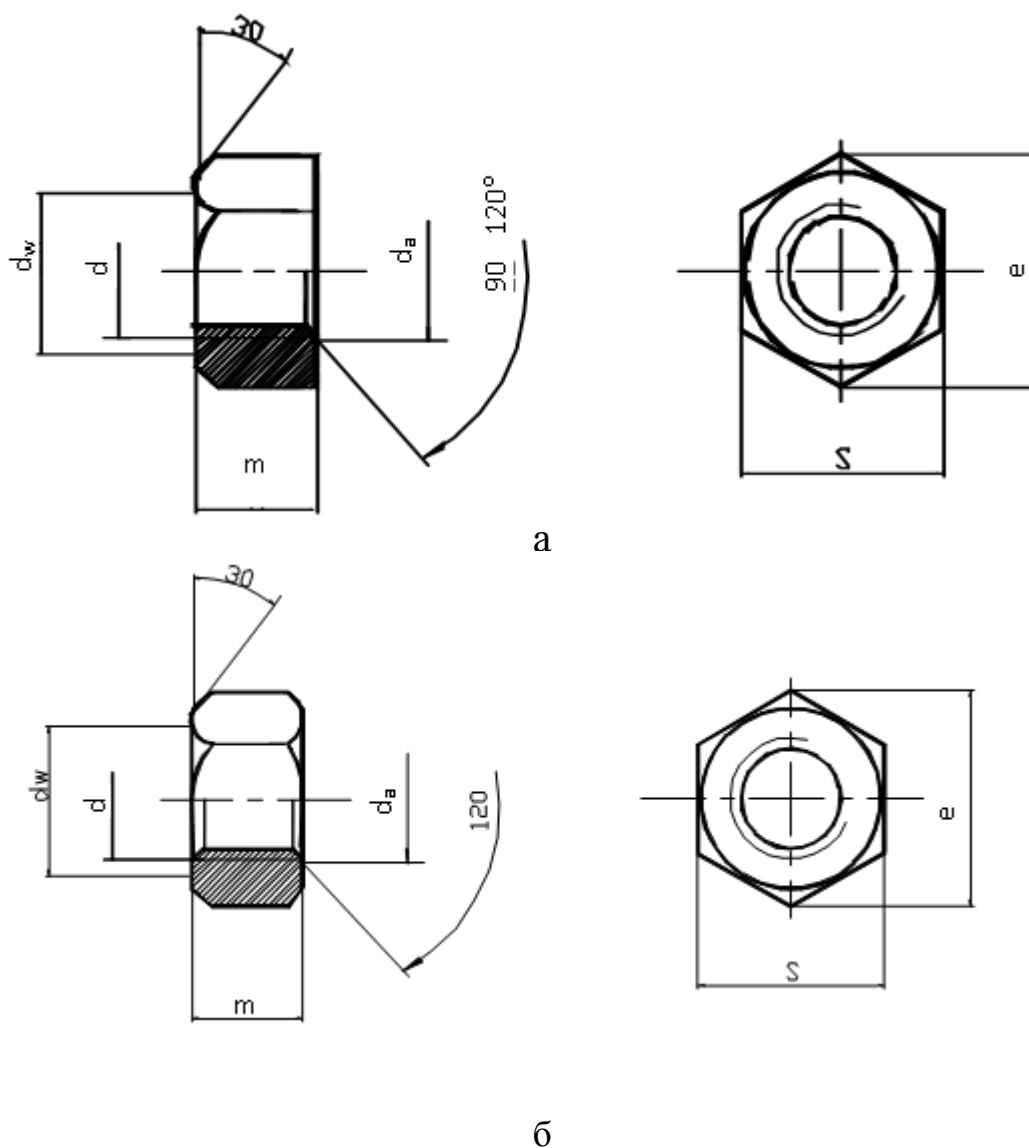


Рисунок 2.3 – Болт (а – 1 исполнение; б - 2 исполнение)

Пример условного обозначения:

а) гайка исполнения 1, с диаметром резьбы $d=12\text{мм}$, с крупным шагом:

Гайка М12 ГОСТ 5915-70;

б) то же, исполнение 2, с мелким шагом:

Гайка 2М12х1,25 ГОСТ 5915-70.

Таблица 2.3 – Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915-70, мм

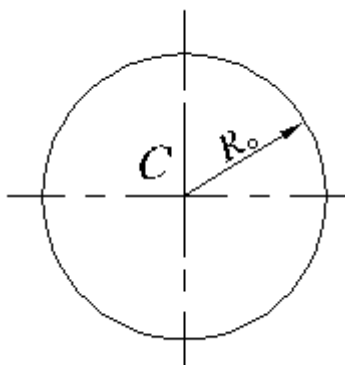
Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы		Размер «под ключ», S	d_a		Диаметр описанной окружности, e (не менее)	Высота, m	d_w , не менее
	крупный	мелкий		Не менее	Не более			
6	1	-	10	6	6,75	10,9	5	9
8	1,25	1	13	8	8,75	14,0	6,5	11,7
10	1,5	1,25	17	10	10,8	18,7	8	15,5
12	1,75	1,25	19	12	13,0	20,9	10	17,2
(14)	2	1,5	22	14	15,1	24,3	11	29,1
16	2	1,5	24	16	17,3	26,5	13	22,0
(18)	2,5	1,5	27	18	19,4	29,9	15	24,8
20	2,5	1,5	30	20	21,6	33,3	16	27,7
(22)	2,5	1,5	32	22	23,8	35,0	18	29,5
24	3	2	36	24	25,9	39,6	19	33,2
(27)	3	2	41	27	29,2	45,2	22	38,0
30	3,5	2	46	30	32,4	50,9	24	42,7
36	4	3	55	36	38,9	60,6	29	51,1
42	4,5	3	65	42	45,4	72,1	34	59,9
48	5	3	75	48	51,8	83,4	38	69,4

Примечание: 1 Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

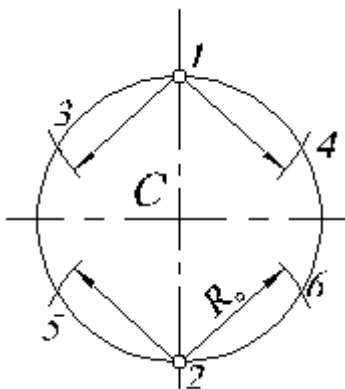
2 Размеры S и m – номинальные.

Строя изображения гаек и головок шестигранных болтов, необходимо ясно понимать, что кривые на гранях гаек и головок являются гиперболами (рисунки 2.2 и 2.3), но их, как правило, на чертежах заменяют дугами окружностей. Рассмотрим порядок их построения.

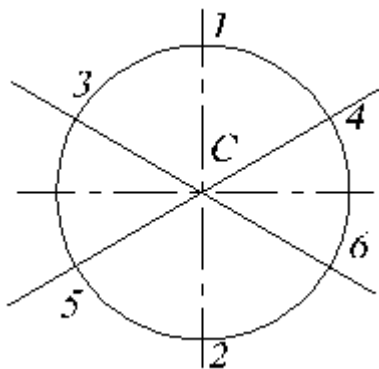
На месте вида слева провести вертикальную и горизонтальную центровые линии. Проводим окружность с центром в точка С радиусом $=S/2$.



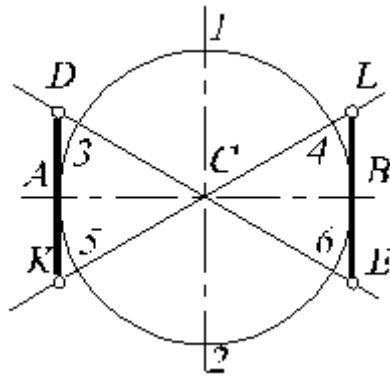
Раствором циркуля R_0 из точек 1 и 2 делаем засечки 3 и 4, 5 и 6 на построенной окружности, разделив ее тем самым на шесть частей.



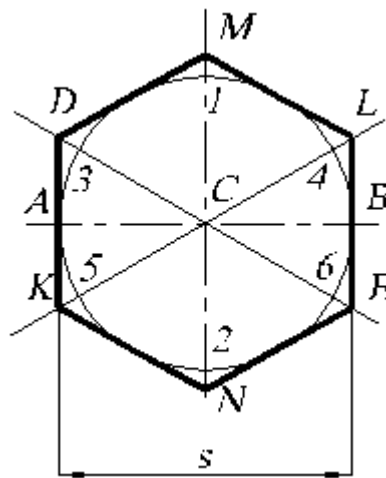
Проводим линии 3-6 и 4-5.



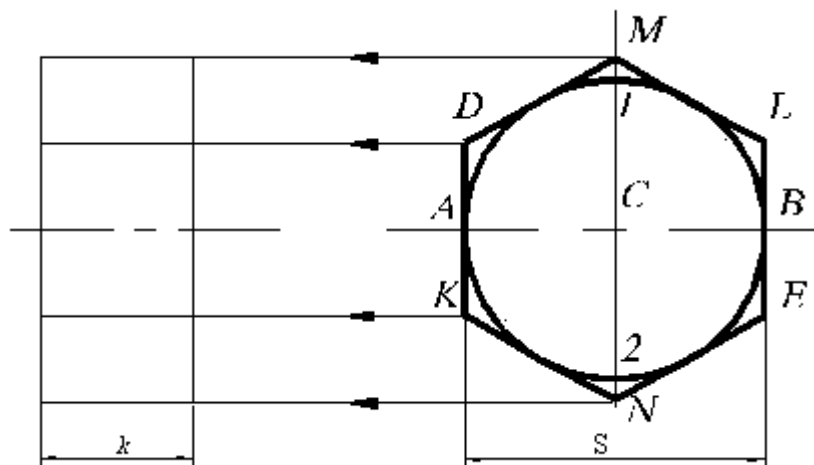
Через точки А и В проводим вертикальные прямые и отмечаем точки D и E пересечения их с диагональю 3-6 будущего шестиугольника. Аналогичные точки появятся на диагонали 4-5.



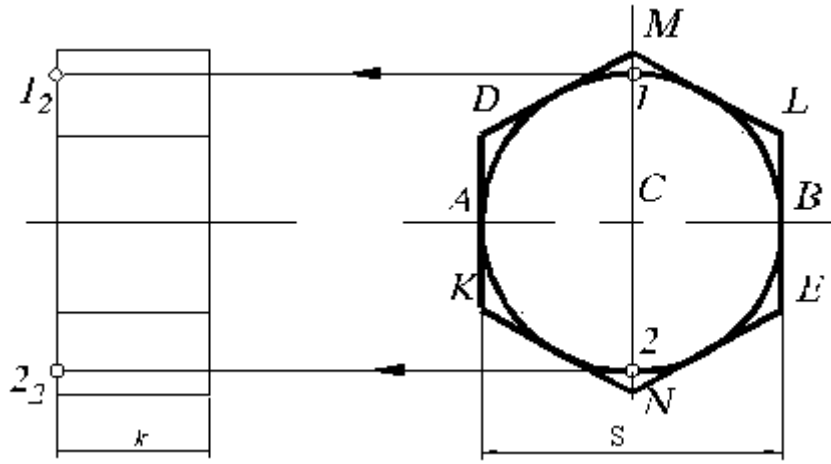
Отмечаем точки M и N на вертикальной центральной линии ($CM=CN=CD$) и соединяем полученные точки M,L,E,N,K,D. Получаем изображение шестигранной призмы на виде слева.



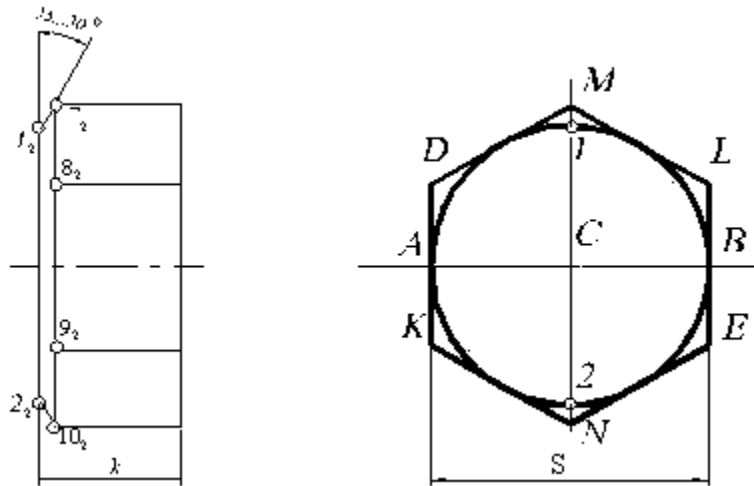
Зная высоту головки болта K, строим главный вид шестигранной призмы.



Строим фронтальную проекцию точек 1 и 2, определяющих основание конической фаски.

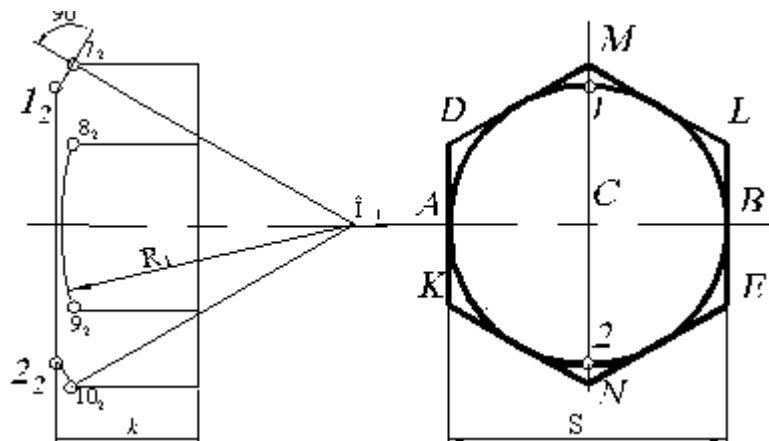


Из точек 1_2 и 2_2 проводим прямые образующие конуса - фаски под углом 30° . Получаем точки $7_2, 10_2$ - пересечения образующих конуса с крайними ребрами. Построение точек $8_2, 9_2$ понятно из чертежа.

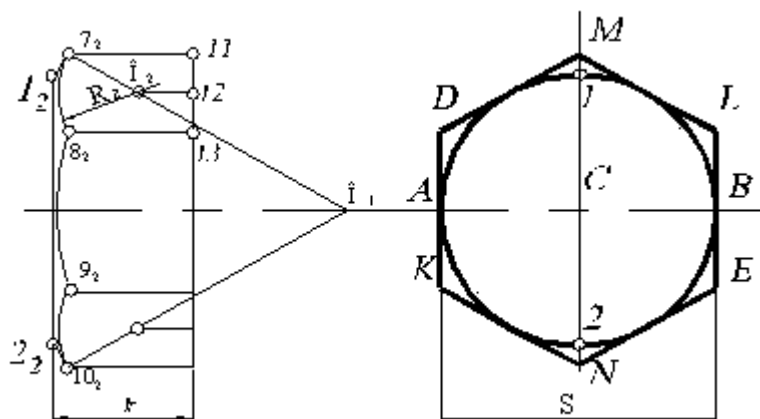


Для определения радиуса R_1 и центра O_1 большой дуги проводим перпендикуляр к отрезку $1_2 7_2$ до пересечения с горизонтальной осью. Определяем центр большой оси O_1 .

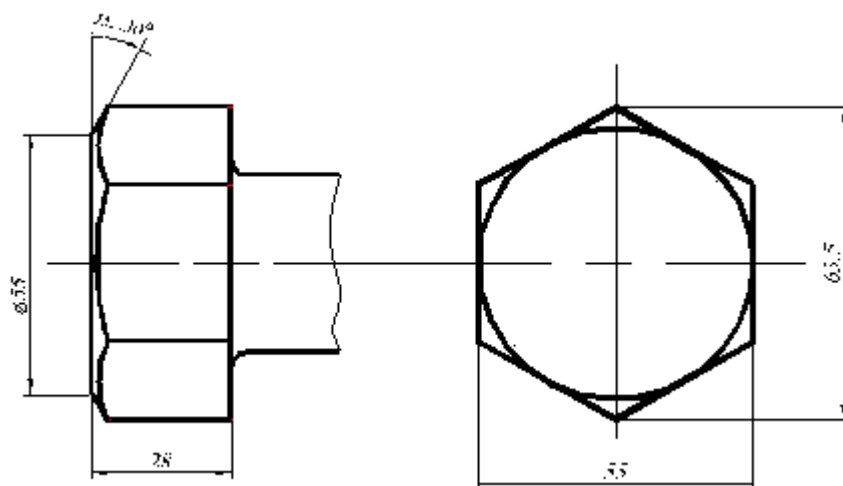
$$R_1 = O_1 8_2 = O_1 9_2$$



Центр малой дуги O_2 определяется как точка пересечения отрезка O_2-12 и O_17_2 , причем $11-12 = 12-13$. Величина радиуса малой дуги $R_2 = O_27_2 = O_28_2$.



Окончательно изображение головки болта с нанесенными размерами будет иметь следующий вид.



2.3 Шайбы

Шайбы применяют для предохранения поверхности детали от повреждения гайкой при затяжке последней и увеличения опорной площади гайки, головки болта или винта, для устранения возможности самоотвинчивания гаек при испытываемых ими вибрациях, изменения температуры в других случаях. Различают шайбы круглые, квадратные, пружинные, косые и др.

Круглые шайбы бывают двух исполнений (рисунок 2.4).

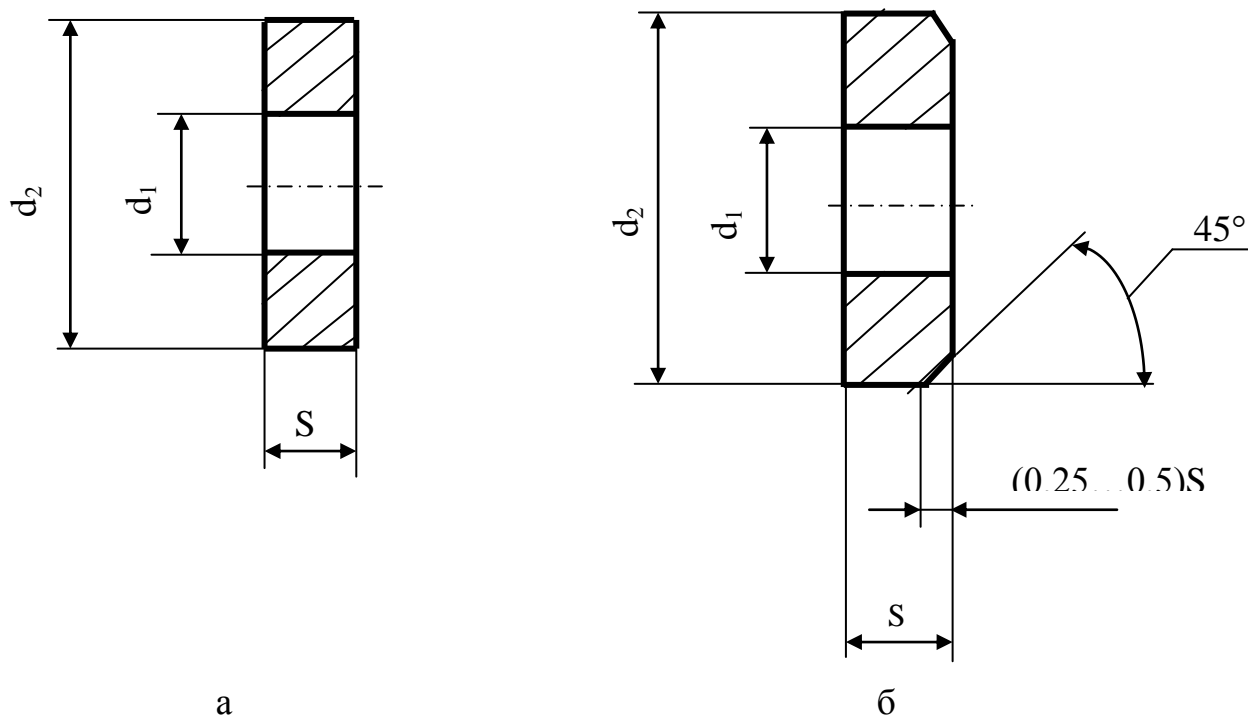


Рисунок 2.4 – Шайба (а – 1 исполнение; б - 2 исполнение)

Таблица 2.4 – Шайбы нормальные по ГОСТ 11371-78, мм

Номинальный диаметр резьбы крепежной детали	d_1	d_2	S
6	6,4	12,5	1,6
8	8,4	17	1,6
10	10,5	21	2,0
12	13	24	2,5
14	15	28	2,5
16	17	30	3
18	19	34	3
20	21	37	3
22	23	39	3
24	25	44	4
27	28	50	4
30	31	56	4
36	37	66	5
42	43	78	7

Пример условного обозначения:

а) шайба исполнения 1, для крепления детали диаметром резьбы 12мм:

Шайба12 ГОСТ 11371-78;

б) то же, исполнение 2:

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78.

2.4 Шпилька

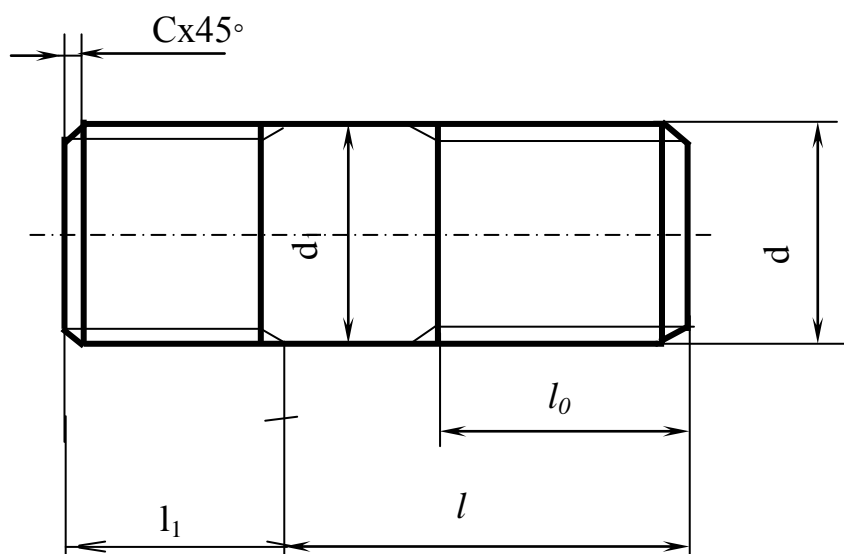
Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах (рисунок 2.5).

У шпильки различают:

l_0 – длина гаечного конца (без сбега),

l_1 – длина резьбы, включая сбег ввинчиваемого конца шпильки.

Для ввинчивания в резьбовые отверстия в деталях из стали, бронзы, латуни и титановых сплавов $l_1=d$. В деталях из ковкого и серого чугуна $l_1=1,25d$ и



$1,6d$. В деталях из легких сплавов $l_1=2d$ и $2,5d$.

Рисунок 2.5 – Шпилька

Обозначение шпильки: «Шпилька М12х120 ГОСТ 22032-76».

Шпилька с диаметром резьбы $d=12$ мм, с крупным шагом $P=1,75$ мм, длиной шпильки $l=120$ мм.

Таблица 2.5 – Основные размеры шпилек общего применения ГОСТ 22032-76,
ГОСТ 22033-76, мм

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, P		Диаметр стержня, d ₁	ввинчиваемого резьбового конца, l
	крупный	мелкий		
6	1	-	6	6
8	1,25	1	8	8
10	1,5	1,25	10	10
12	1,75	1,25	12	12
(14)	2	1,5	14	14
16	2	1,5	16	16
(18)	2,5	1,5	18	18
20	2,5	1,5	20	20
(22)	2,5	1,5	22	22
24	3	2	24	24
(27)	3	2	27	27
30	3,5	2	30	30
36	4	3	36	36
42	4,5	3	42	42
48	5	3	48	48

Примечание: Шпильки с размерами, заключенными в скобки, по возможности не применять.

Таблица 2.6 – Длина шпилек общего применения (ГОСТ 22032-76, ГОСТ 22033-76), мм

Номинальная длина шпильки l (без резьбового ввинчиваемого конца l_1)	Длина резьбового конца l_0 (без сбега резьбы) при d					
	10	12	16	20	24	30
20	x	-	-	-	-	-
25	x	x	-	-	-	-
30	x	x	-	-	-	-
35	26	x	x	-	-	-
40	26	30	x	x	-	-
45	26	30	X	X	X	-
50	26	30	38	X	X	-
55	26	30	38	X	X	-
60	26	30	38	46	X	X
65	26	30	38	46	X	X
70	26	30	38	46	54	X
75	26	30	38	46	54	X
80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120	26	30	38	46	54	66

Примечание: Знаком X отмечены шпильки с длиной гаечного конца $l_0=l - 0,5d$.

2.5 Гнездо под шпильку

Гнездо под шпильку вначале высверливают (рисунок 2.6), затем снимают фаску, после чего нарезают резьбу.

Глубина сверления L_1 зависит от размера l_1 – ввинчиваемого конца шпильки. $L_1 = l_1 + 6P$, где P – шаг резьбы.

Длина резьбы $L = l_1 + 2P$ (рисунок 2.7).

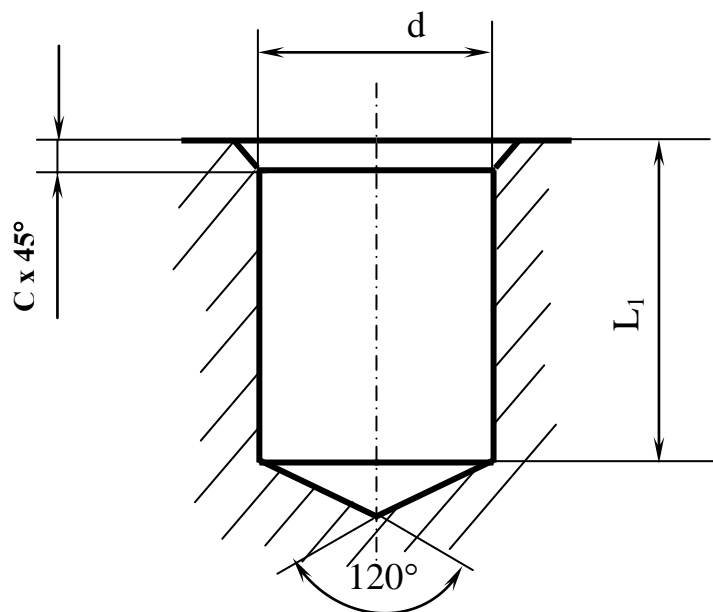


Рисунок 2.6 – Сверленное гнездо под шпильку

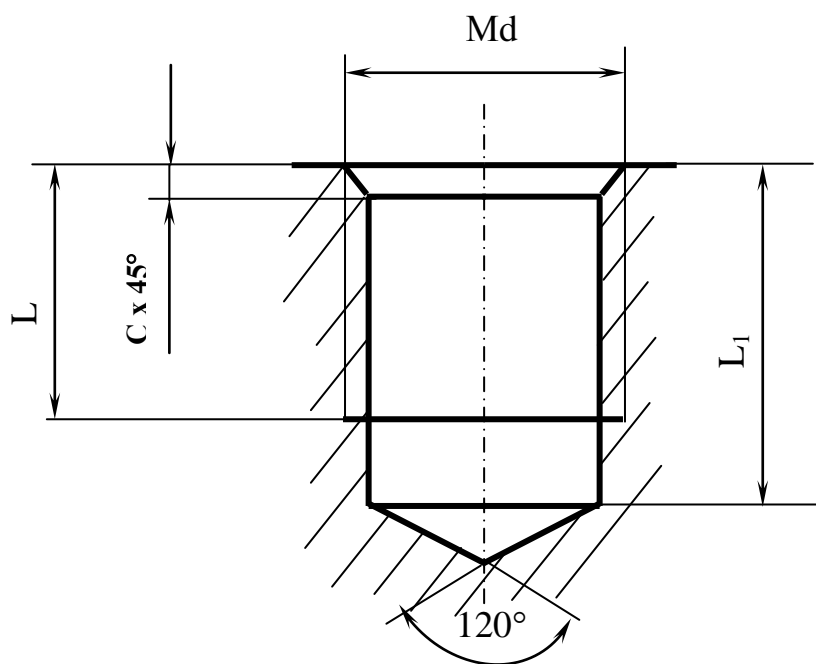


Рисунок 2.7 – Нарезанное гнездо под шпильку

3 Задание

3.1 Содержание задания

Согласно данным таблицы 3.1 построить изображения болтом: болта, гайки, шайбы. Размер l - длина болта подобрать по ГОСТ 7798-70.

Построить изображение шпильки согласно данных таблицы 3.2. Размер l - длина шпильки – подобрать по ГОСТ 22032-76. Выполнить построение гнезда под шпильку: сверление отверстия и нарезание резьбы в нем, рисунок 2.6 и 2.7. Построение выполнить на листе формата А3, масштаб 1:1, рисунок 3.3.

3.2 Расчет соединения деталей болтом

Таблица 3.1 – Исходные данные к соединению деталей болтом

№ вариант а	d	n	m ₁	c	№ вариант а	d	n	m ₁	c
1	16	25	50	2	16	20	15	25	2,5
2	20	18	30	2,5	17	30	20	30	2,5
3	16	25	50	2	18	20	30	20	2,5
4	24	16	40	2,5	19	24	20	30	2,5
5	30	20	30	2,5	20	16	20	45	2
6	24	20	40	2,5	21	20	25	25	2,5
7	20	15	35	2,5	22	24	15	40	2,5
8	16	25	50	2	23	30	18	35	2,5
9	24	24	30	2,5	24	24	10	40	2,5
10	20	30	25	2,5	25	30	20	35	2,5
11	24	30	20	2,5	26	20	15	25	2,5
12	30	30	30	2,5	27	24	15	30	2,5
13	20	15	40	2,5	28	16	15	25	2
14	24	30	20	2,5	29	24	20	25	2,5
15	30	10	40	2,5	30	20	10	30	2,5

Рассчитываем необходимые элементы по приведенным ниже формулам:

$$d_2=0,85d \quad (3.1)$$

$$m=0.8d \quad (3.2)$$

$$D_{ш}=2,2d \quad (3.3)$$

$$A=1,1d \quad (3.4)$$

$$R=1,5d \quad (3.5)$$

$$b_1=3d \quad (3.6)$$

$$e=2d \quad (3.7)$$

$$K_1=(3...4)P \quad (3.8)$$

$$S=0,15d \quad (3.9)$$

$$b=2d+2P \quad (3.10)$$

$$R_1=d \quad (3.11)$$

$$r=0,1d \quad (3.12)$$

$$K=0,7d \quad (3.13)$$

$$l=n+m_1+S+m+K_1 \quad (3.14)$$

В качестве примера рассчитаем размер l для 30 вариантов (рисунок 3.1).

Согласно таблицы 3.1 находим для 30 варианта: $d=20\text{мм}$, $n=10\text{мм}$, $m_1=30\text{мм}$, $c=2,5\text{мм}$. По формулам 3.1 ... 3.14 получим:

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,85 \times 20 = 17; & K_1 &= 4 \times 2,5 = 10; \\ m &= 0,8 \times 20 = 16; & S &= 0,15 \times 20 = 3,0; \\ D_{ш} &= 2,2 \times 20 = 44; & b &= 2 \times 20 + 2 \times 2,5 = 45; \\ A &= 1,1 \times 20 = 22; & R_1 &= 20; \\ R &= 1,5 \times 20 = 30; & r &= 0,1 \times 20 = 2; \\ b_1 &= 3 \times 20 = 60; & K &= 0,7 \times 20 = 14. \\ D &= 2 \times 20 = 40; \end{aligned}$$

Согласно выражению формулы (3.14) будем иметь:

$$l=10+30+3+16+10=69\text{мм}.$$

Из таблицы 2.1 по заданному номинальному диаметру резьбы d определяем шаг резьбы P . В нашем случае крупный шаг $P=2,5\text{мм}$.

Тогда, согласно формулы (3.10), получим:

$$b=2 \times 20 + 2 \times 2,5 = 45\text{мм}.$$

Из таблицы 2.2 подбираем ближайшее стандартное значение номинальной длины болта l . В нашем случае имеем $l=70\text{мм}$.

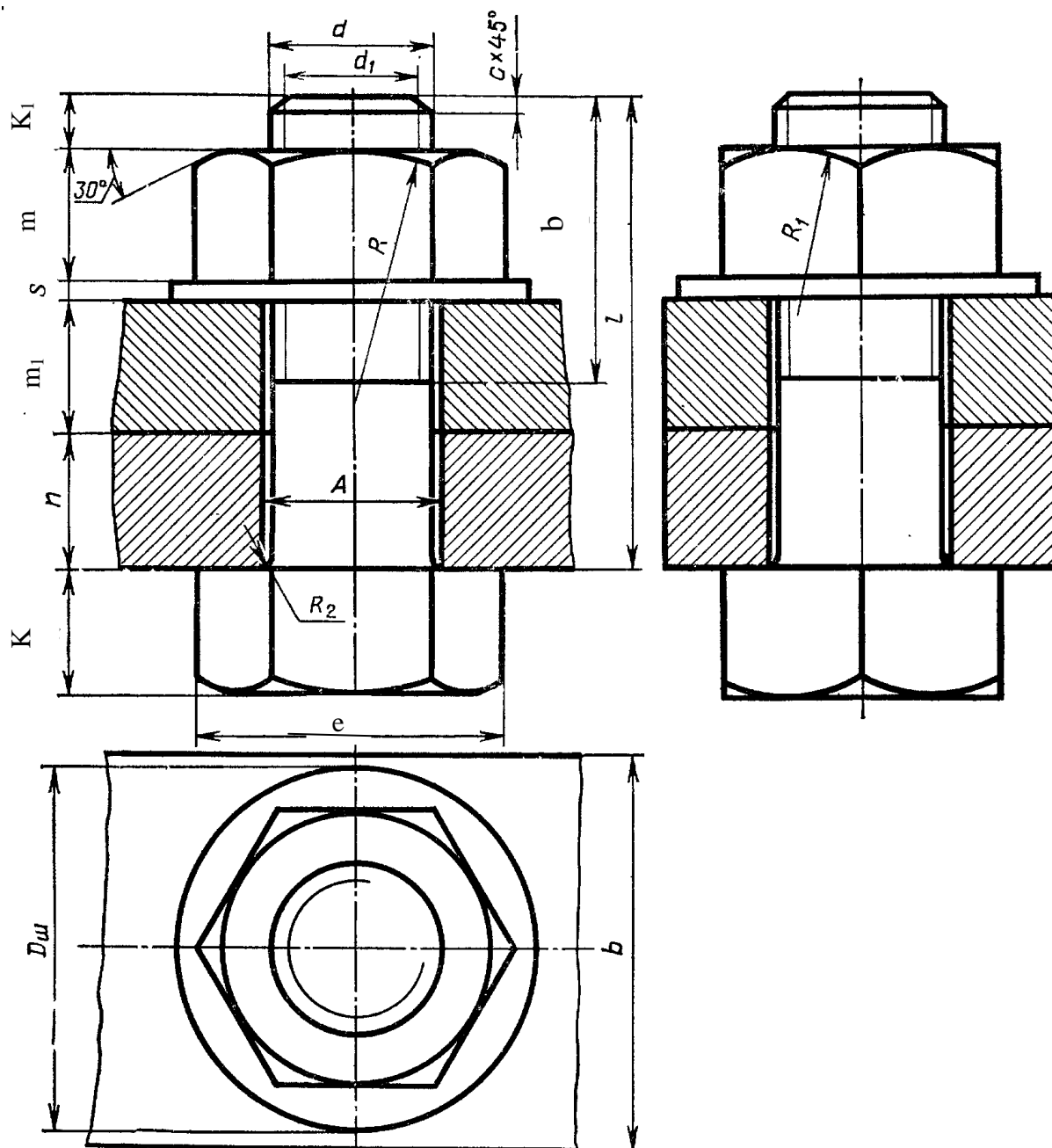


Рисунок 3.1 – Соединение деталей болтом

На сборочных чертежах общих видов соединения болтом изображают в соответствии с ГОСТ 2.315-68 упрощенно и условно (в зависимости от масштаба). На упрощенном изображении не показывают фаски, зазор между стержнем и отверстием; резьбу на разрезе проводят до конца стержня, а на виде сверху – не показывают. Крепежные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны или менее 2мм, изображают условно (рисунок 3.2).

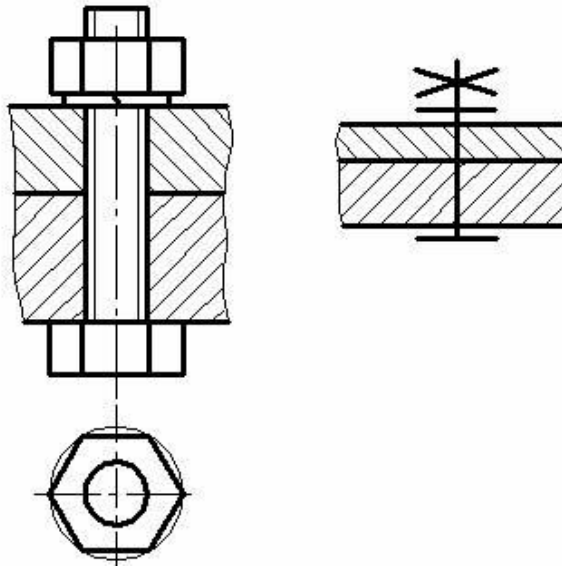


Рисунок 3.2 – Упрощенное и условное изображения болтом

Размеры гайки по ГОСТ 5917-70 необходимо смотреть в таблице 2.3.

Размеры шайбы по ГОСТ 11371-78 – в таблице 2.4.

3.3 Расчет соединения деталей шпилькой

Рассчитывают необходимые элементы по формулам 3.1...3.11, а также:

$$L=l_1+2P \quad (3.15)$$

$$L_1=l_1=6P \quad (3.16)$$

$$l_1=d \quad (3.17)$$

$$l=n+S+m+K_1 \quad (3.18).$$

Соединение деталей шпилькой (рисунок 3.2) рассчитывается по аналогии с расчетом соединения деталей болтом.

Так для 30 варианта, согласно таблицы 3.2, получим:

$$d=30\text{мм}; n=15\text{мм}; c=2,5.$$

Затем рассчитываем параметры по формулам 3.1...3.11; 3.15...3.18.

$$d_2=0,85 \times 30=25,5;$$

$$S=0,15 \times 30=4,5;$$

$$m=0,8 \times 30=24;$$

$$l_0=2 \times 30+2 \times 3,5=67;$$

$$A=1,1 \times 30=33;$$

$$l_1=30;$$

$$R=1,5 \times 30=45;$$

$$L=30+2 \times 3,5=37;$$

$$K_1=4 \times 3,5=14,5;$$

$$L_1=30+6 \times 3,5=51.$$

Таблица 3.2 – Исходные данные к соединению деталей шпилькой

№ варианта	d	n	c	№ варианта	d	n	c
1	16	16	2	16	30	15	2,5
2	20	18	2,5	17	24	14	2,5
3	30	20	2,5	18	20	20	2
4	20	20	2,5	19	20	15	2,5
5	24	14	2,5	20	30	16	2,5
6	30	20	2,5	21	24	20	2,5
7	20	15	2,5	22	16	20	2,5
8	16	20	2	23	20	20	2,5
9	20	18	2,5	24	30	20	2,5
10	20	15	2,5	25	20	15	2,5
11	30	20	2,5	26	24	15	2,5
12	24	18	2,5	27	30	15	2,5
13	16	15	2	28	16	20	2,5
14	20	16	2,5	29	20	20	2,5
15	30	20	2,5	30	30	15	2,5

c – размер фаски

Согласно формулы (3.18) имеем:

$$l=15+4,5+24+14=57,5.$$

По таблице 2.6 находим ближайшее значение l , в нашем случае равное 60мм, и на пересечении данной строки со столбцом, соответствующим $d=30$ мм, получим $l_0=l-0.5d=60-15=45$ мм.

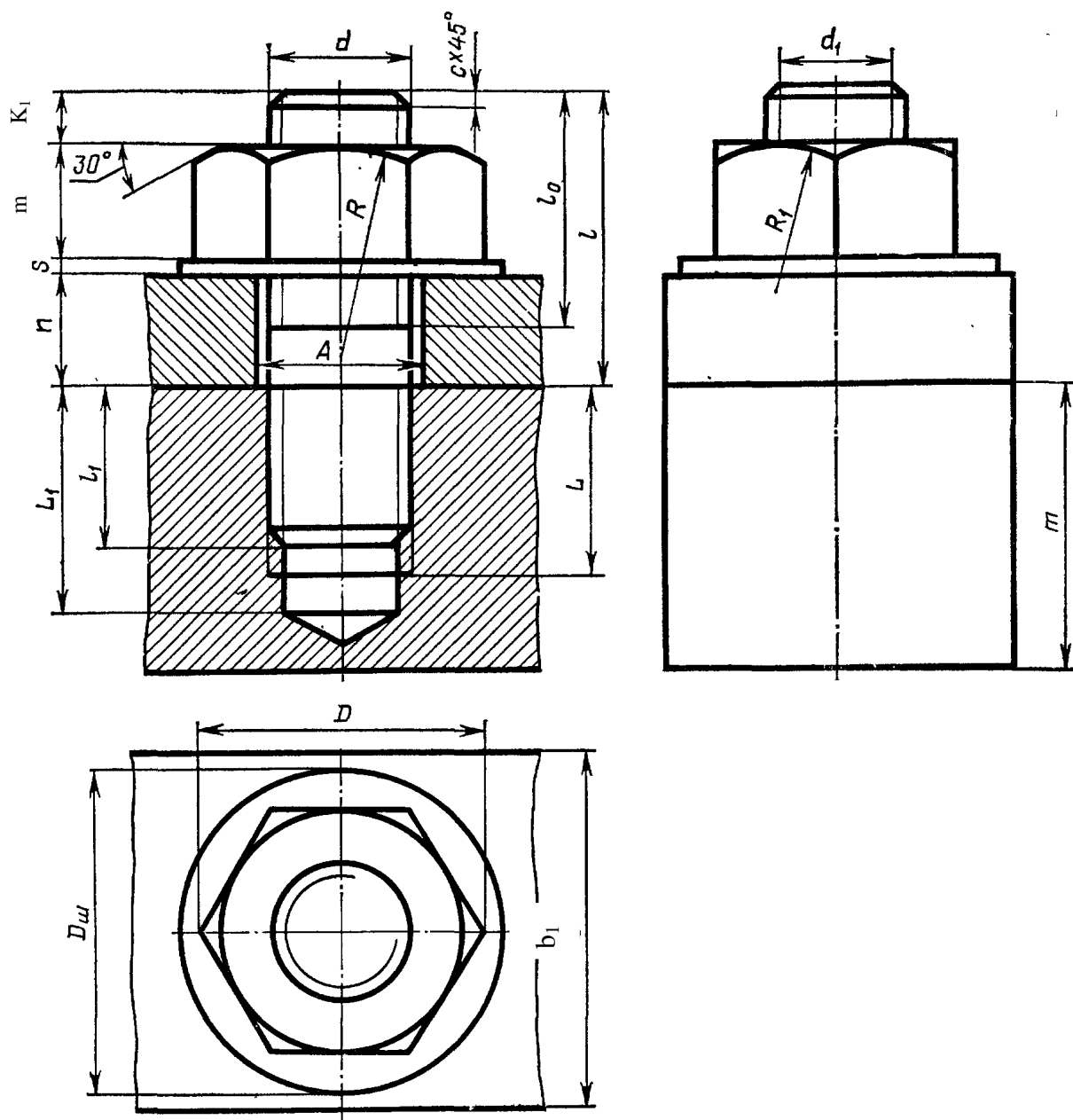


Рисунок 3.2 – Соединение деталей шпилькой

3.5 Компановка задания

На рисунке 3.3 изображено построение задания по резьбовому соединению.

Список литературы

1. Стандарты ЕСКД и другие по состоянию на июнь 2008 г..
2. Государственные стандарты. Указатель 2015 г. (по состоянию на 01.03.2015).Изд. официальное. Государственный комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации.
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учебн. для бакалавров – М.: ЮРАЙТ., 2011
4. Кожухова Н.Ю. Общие правила выполнения чертежа. - Брянск: Брянская ГСХА. – 2010. – 84с.
5. Балягин С.Н. Черчение: Справ. пособие – М.: АСТ, Астрель, 2002
6. Березина Н.А. Инженерная графика – М.: Инфра-М, 2010

Кожухова Нэлли Юрьевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ПО КУРСУ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»
ТЕМА «РЕЗЬБЫ. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Редактор Павлютина И.П.

Компьютерный набор и верстка Кожуховой Н.Ю.

Подписано к печати 22.12.2015 Формат 60x84 1/24 Бумага печатная.

Усл. п.л. 2,55

Тираж 100

Издат. №4933

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино, Брянский ГАУ