Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Т.П. Морозова, И.А. Челышева

КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СОЕДИНЕНИЯ

Методические рекомендации
к выполнению практических работ
по курсу «Инженерная и компьютерная графика»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Энгельс 2026

ВВЕДЕНИЕ

Соединения деталей в узлах различных механизмов бывают подвижными и неподвижными. При выполнении настоящей работы студенты знакомятся с подвижными соединениями, которые осуществляются при помощи резьбовых деталей (болтов, винтов, шпилек, гаек).

Детали этих соединений относятся к группе наиболее стандартизированных изделий. Знакомству с ним сопутствует знакомство со стандартами, регламентирующими их изготовление.

В методических указаниях используется терминология, установленная стандартами, приведены условные обозначения и изображения. В приложениях даны таблицы вариантов для выполнения задания и образец выполнения работы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.Ознакомить студентов с крепежными резьбовыми изделиями.

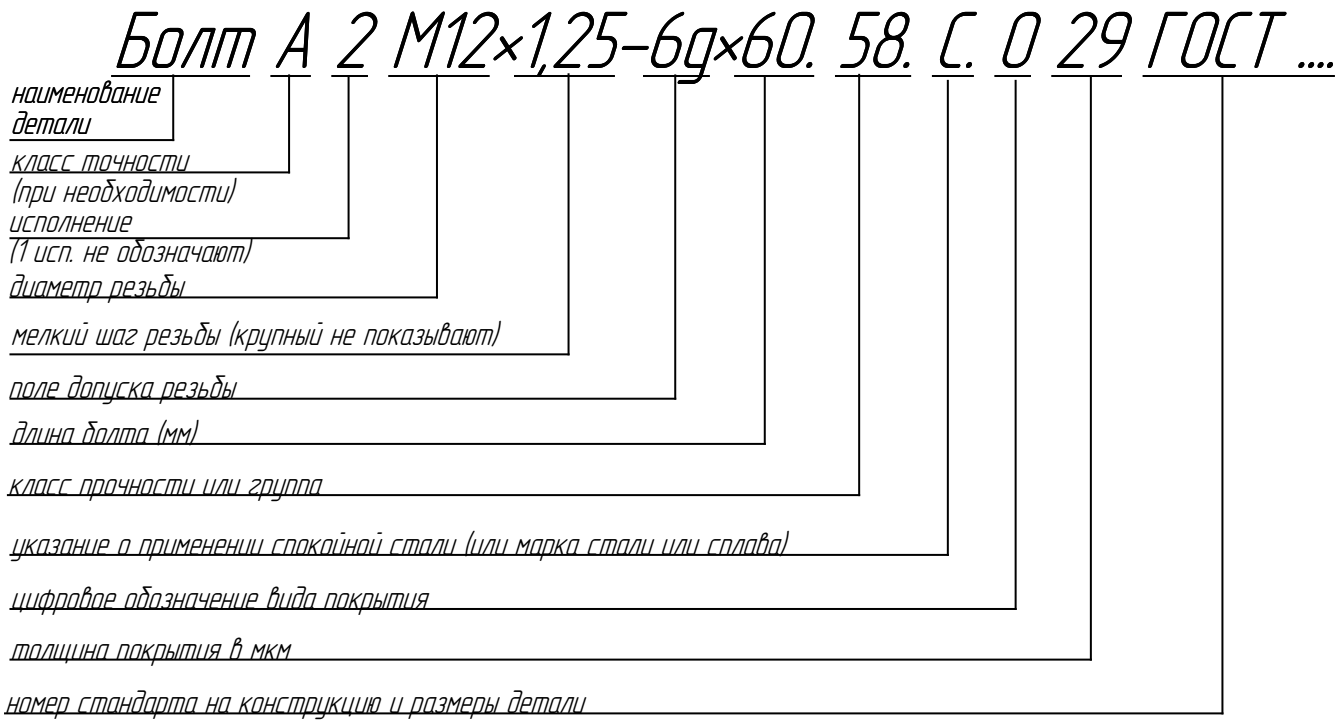
2. Показать, как выполняются рабочие чертежи крепежных резьбовых изделий и соединения в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

3. Закрепить полученные знания в практической работе.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наиболее употребительные крепежные детали: болты, винты, гайки, шпильки, шайбы, относятся к стандартным изделиям. Вычерчиваются эти детали по размерам из справочных таблиц, которые имеются в соответствующих стандартах. Наружный диаметр резьбы является основным, по отношению к нему выбираются остальные параметры.

Условное обозначение стандартных изделий дает полное представление об их конструкции, размерах, виде покрытия и т. д. Полное условное обозначение для болтов, винтов, гаек, шпилек производится по следующей схеме:



Точность деталей машин характеризуется отклонением размеров элементов, отклонением формы. Прочность – свойство материала деталей сопротивляться разрушению под действием внешней нагрузки. Покрытие – защитные пленки, наносимые на поверхности детали с целью защиты металлов от коррозии или для декоративных целей. Допуски на размер – это величины, на которые деталь может отличаться от номинальных значений.

Так как в курсе черчения не изучаются все эти разделы и на изображение детали они не влияют, будем выполнять обозначение деталей только по сокращенному варианту.

Например: Болт М12х 60 ГОСТ 7798-70, где

М12- диаметр резьбы (шаг крупный),

60-длина болта.

1.1 Болт

Болт представляет собой цилиндрический стержень, снабженный на одном конце головкой, на другом – резьбой, на которую навинчивается гайка. По форме головки болты бывают шестигранные, полукруглые, потайные и др. На каждый вид имеется свой ГОСТ. Наиболее распространены болты с шестигранной головкой (рис 1).

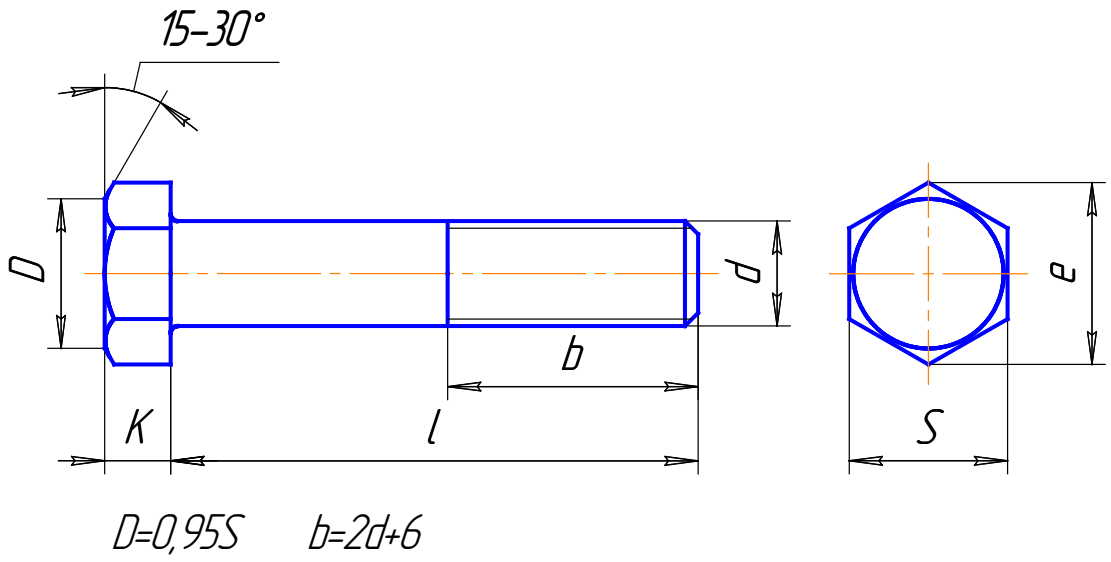


Рис. 1

d и l –значения, которые записываются в обозначении.
Например: М12 х 60 обозначает: d=12; l=60 мм.

1.2 Винт

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. Винты, в отличие от болтов, чаще всего имеют в головке шлиц, предусмотренный под отвертку. Головки бывают цилиндрической (рис. 2а), полукруглой (рис. 2б), конической (рис. 2в) и т.д. формы.

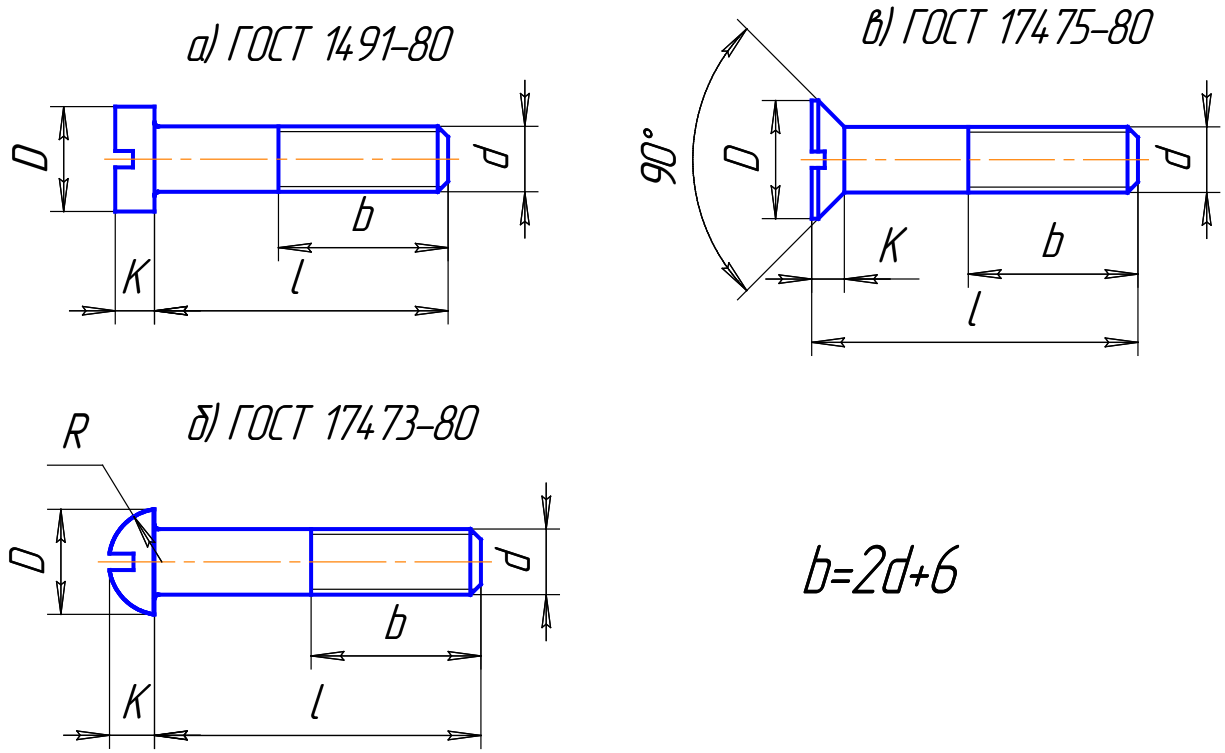


Рис. 2

d и *l*-значения, которые записывают в обозначении.
Например, в обозначении: Винт М8 х50, d=8 мм, *l*=50 мм.

1.3 Шпилька

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на двух концах (рис. 3) . Конец шпильки с большей длиной резьбовой части l_0 предназначен для навинчивания гайки, другой резьбовой конец l_1 предусмотрен для ввинчивания шпильки в резьбовое отверстие детали и длина его зависит от материала детали.

Таблица 1

Длина ввинчиваемого конца	ГОСТ на шпильку	Материал детали, в которую ввинчивается шпилька
l_1=d	22032-76	Сталь, бронза, титановые сплавы
l_1=1,25d l_1=1,6d	22034-76 22036-76	Серый и ковкий чугун
l_1=2d l_1=2,5d	22038-76 22040-76	Легкие алюминиевые сплавы

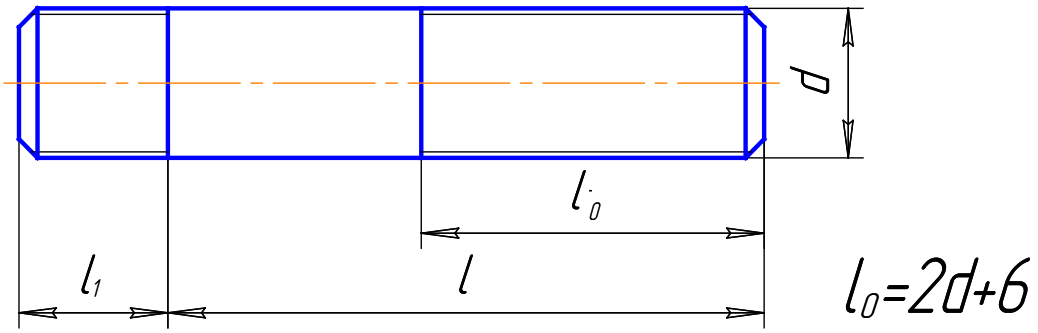


Рис. 3

Длина l_1 ввинчиваемого конца в общую длину шпильки не входит, длина *l* зависит от толщины прикрепляемой детали и размеров шайбы и гайки. Значения d и *l* входят в условное обозначение шпильки. Например, в обозначении шпильки М20х150 ГОСТ 22032-76 d=20 мм, *l*=150мм, ГОСТ 22032-76 указывает на длину ввинчиваемого конца, то есть l_1=d =20 мм. Встречаются фланцевые шпильки для деталей с гладкими отверстиями. У них оба резьбовых конца l_0 , длина *l* относится ко всей шпильке.

1.4. Гайка

По форме гайки бывают: шестигранные, прорезные, корончатые, гайки-барашки и др. По высоте шестигранные гайки бывают: низкие, высокие, особо высокие. По исполнению подразделяются на 1,2 ,3. Первое исполнение (рис. 4) в обозначении не указывают.

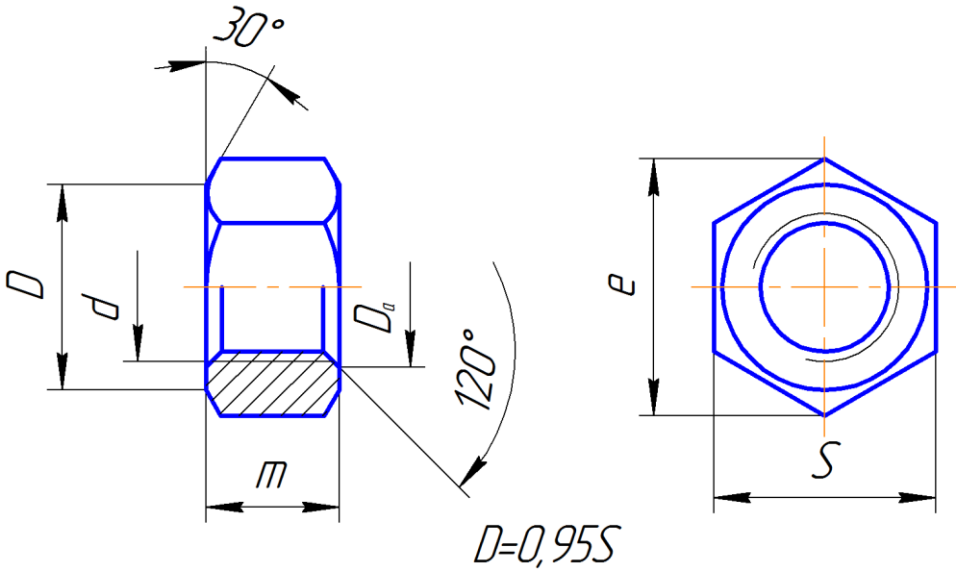


Рис.4

Пример обозначения: Гайка М16 ГОСТ 5915-70, где d =16 мм.

1.5. Шайба

Шайбы предохраняют поверхности деталей от смятия; пружинные и стопорные шайбы предотвращают самоотвинчивание гаек, болтов, винтов. Шайбы подразделяются на обычные (рис. 5а), пружинные (рис. 5б), стопорные, косые, квадратные и т д.

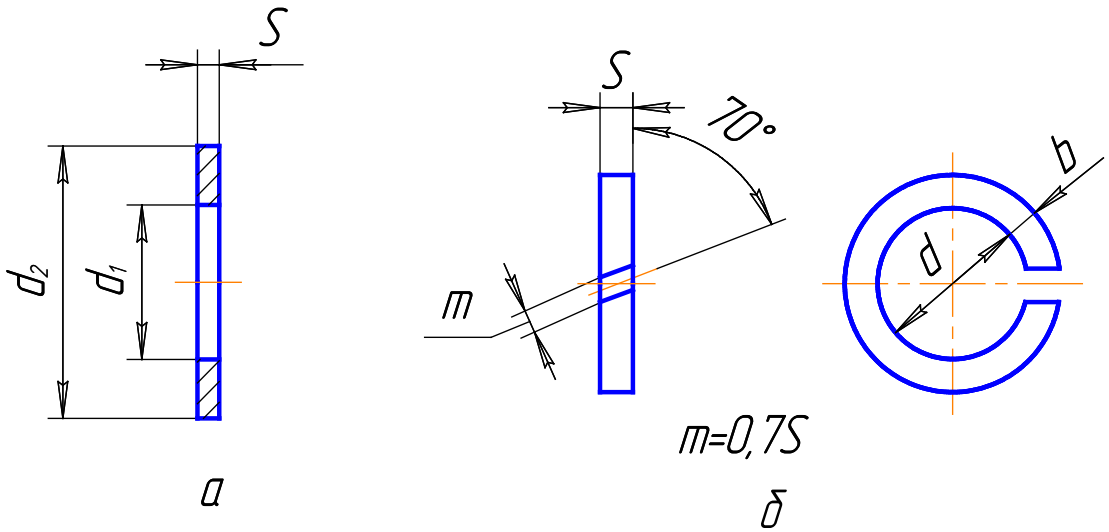


Рис 5

Примеры обозначения: шайба 14 ГОСТ 11371-78 относится к рис. 5а (где диаметр болта d =14мм).

Шайба 10 ГОСТ 6402-70 относится к рис. 5б (где диаметр резьбы крепежной детали d=10 мм.)

1.6. Последовательность вычерчивания наружной поверхности гайки и болта.

1. На местах изображений наносят осевые и центровые линии. Затем на месте вида слева строят правильный шестиугольник и вписывают в него окружность диаметром

$D_1 \approx (0{,}9\text{-}0{,}95)S$ (рис. 6)

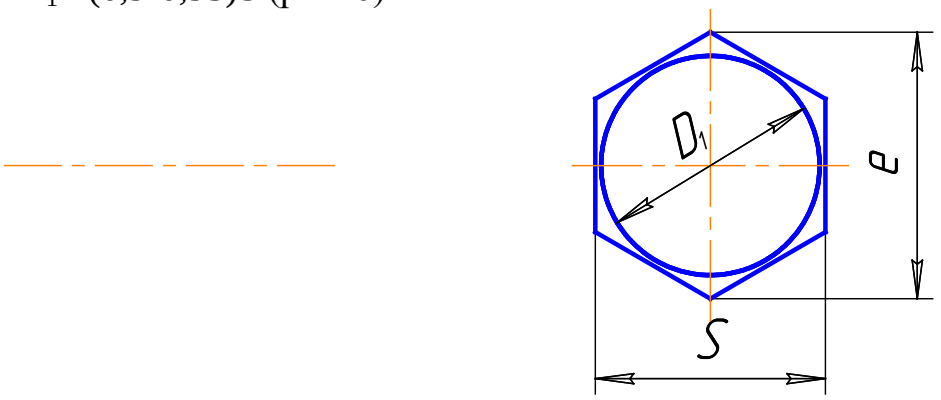


Рис. 6

2. На главном виде отмечают величину m, проецируя шестигранник и диаметр фаски D_1. От точек 1_2 и 2_2 проводят прямые линии конической фаски под углом 30^0 до пересечения (точки а и а$^/$) с ребрами шестигранника (рис. 7)

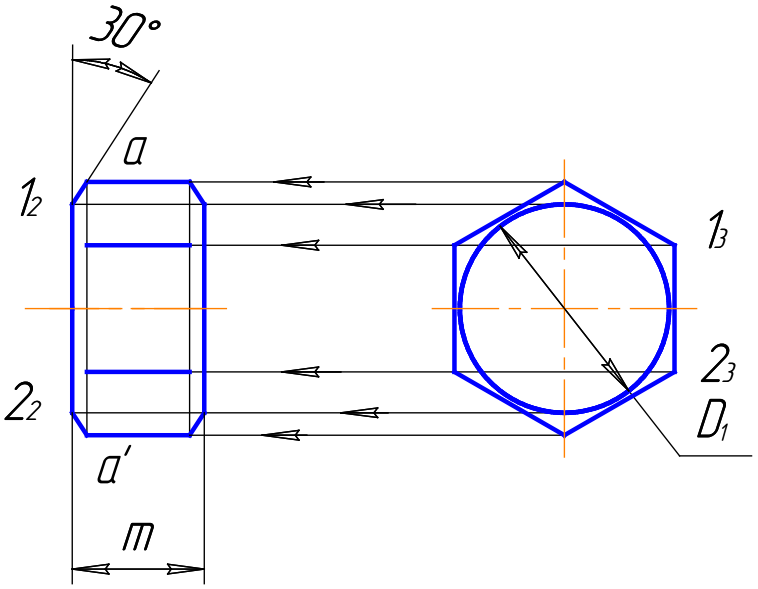


Рис. 7

3. Участки гипербол, получаемых от пересечения конической поверхности фаски с плоскостями шестиугольной призмы можно построить циркулем радиусами R_1=1,5 и R_2- по построению (рис.8)

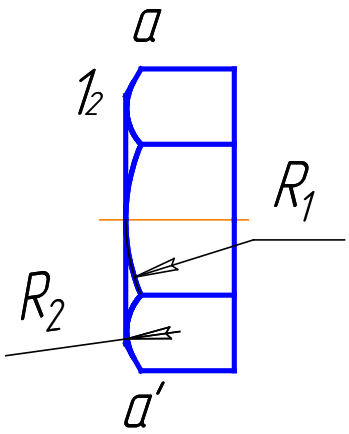


Рис. 8

4. Если строится третье изображение (вид сверху), то для построения используются точки 3 и 4 и R_3 =0,5 D_1 (рис. 9)

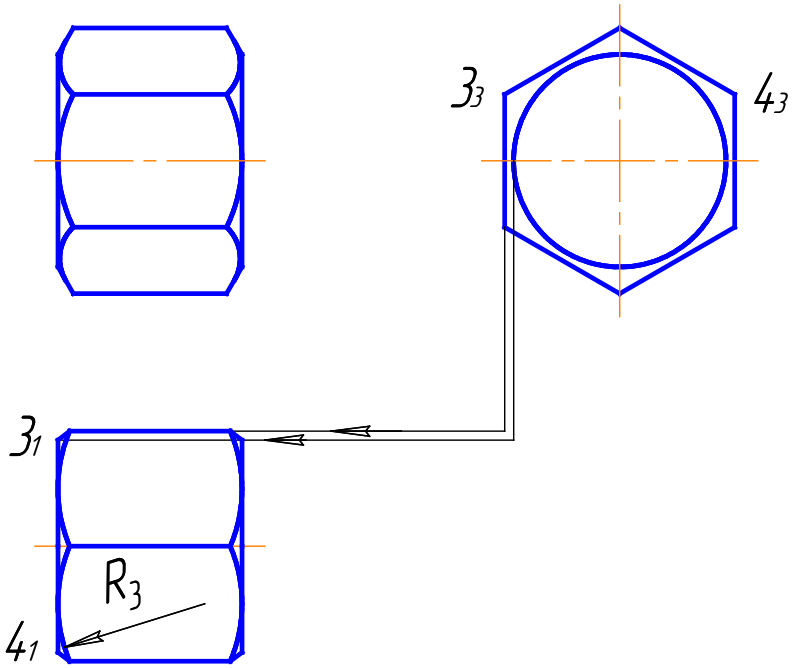
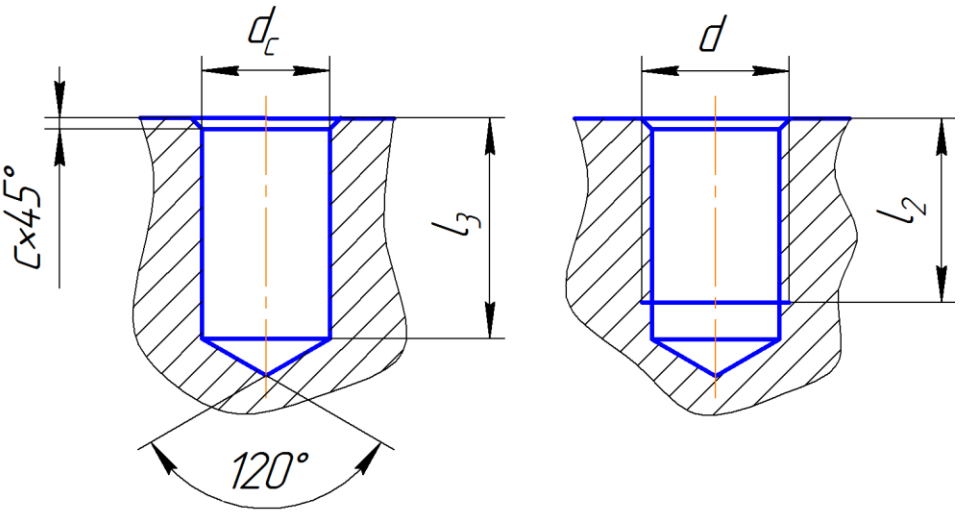


Рис. 9

1.7. Глубина сверления и длина нарезанной части отверстия под шпильку и винт.

Под шпильки и винты в деталях, в которые они ввинчиваются, подготавливаются отверстия определенной длины. Они зависят от диаметра резьбы и материала детали. Операционные эскизы на сверление отверстия под резьбу и на обработку резьбы показаны на рис. 10.



Где l_1 из таблицы 1

p – шаг резьбы

$c \approx p$

$d_c \approx 0{,}85d$

$l_2 \approx l_1 + 2p$

$l_3 \approx l_2 + 4p = l_1 + 6p$

Рис. 10

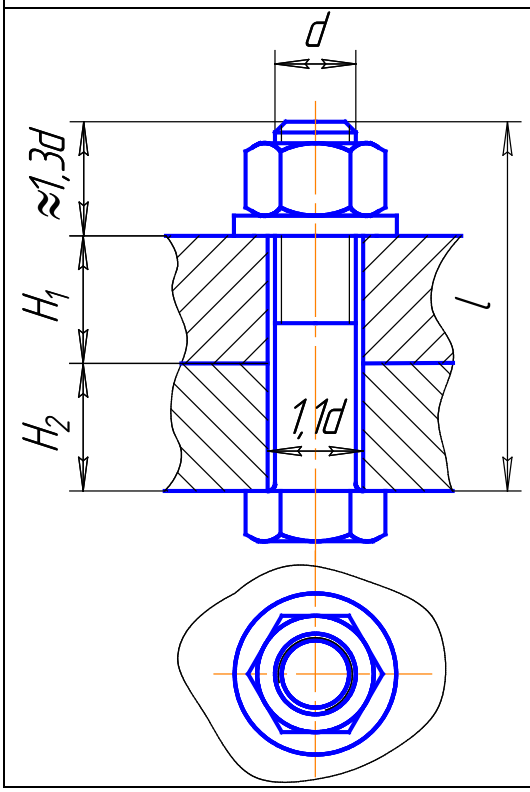
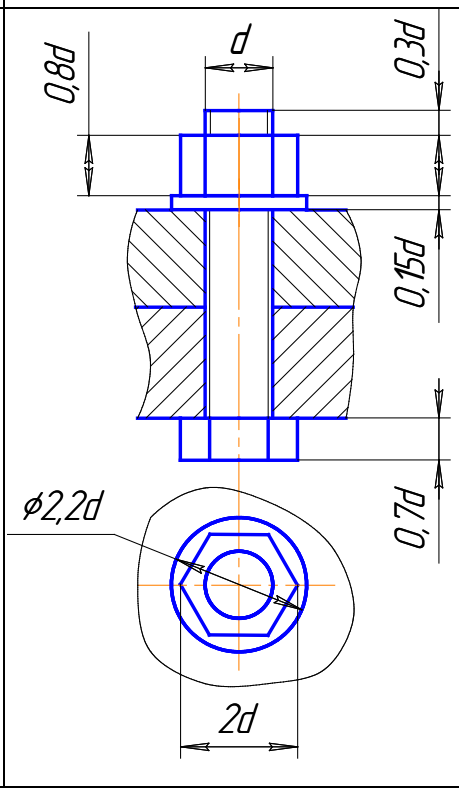
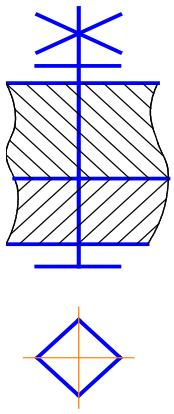
2. СОЕДИНЕНИЯ КРЕПЕЖНЫМИ РЕЗЬБОВЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ.

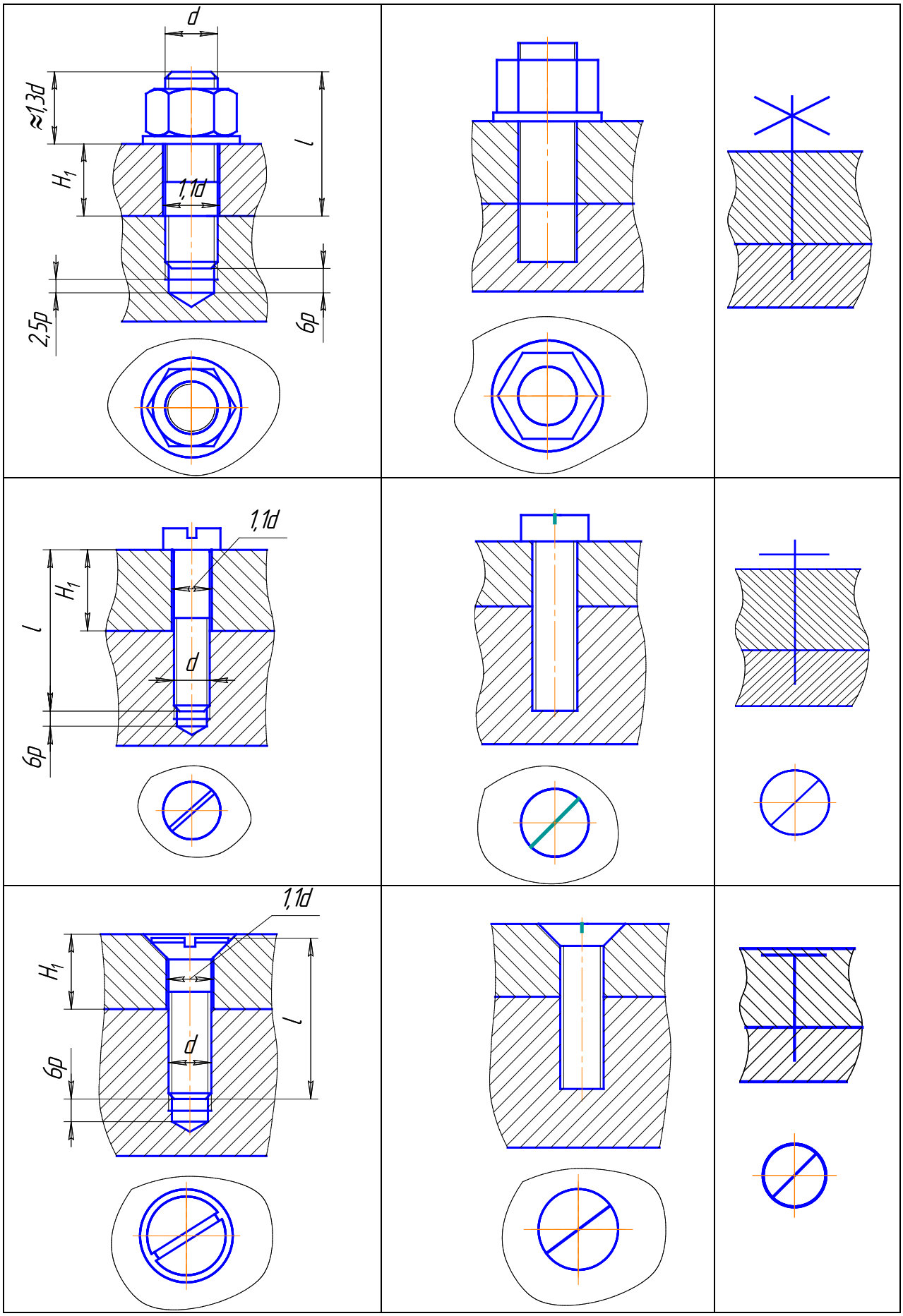
При выполнении чертежей крепежных соединений следует различать конструктивное, упрощенное и условное изображения. При конструктивном изображении размеры деталей и их элементов выбирают и вычерчивают по соответствующим стандартам. При упрощенном изображении используют коэффициенты, устанавливающие зависимость размеров элементов крепежных деталей от диаметра резьбы. Условное изображение используется в том случае, когда диаметр стержня крепежной детали на чертеже равен 2мм и менее.

Отличие изображений упрощенных соединений от конструктивных:

1. Не изображаются фаски на шестигранниках головки болта, гайки, конце резьбы стержня болта, винта, шпильки.
2. Не изображают зазор между стержнем болта, шпильки, винта и отверстием прикрепляемых деталей.
3. Резьбу показывают на всей длине стержня болта, шпильки, винта.
4. Не показывают гнездо с резьбой и без резьбы в детали ниже конца шпильки и винта.
5. Шлиц на головке винта показывают одной толстой линией.

Таблица 2.

Конструктивное	Упрощенное	Условное
		


d
≈1,3d
l
H1
1,1d
2,5p
6p
1,1d
H1
l
d
6p
1,1d
H1
l
d
6p

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ:

1. По варианту выполнить эскизы болта, гайки, шайбы, шпильки и винта. Нанести все размеры, записать условные обозначения крепежных деталей.
2. Выполнить на 3-х форматах А4 ватмана, расположив рядом конструктивное и упрощенное (по ГОСТ 2. 315-68) изображения:

а) болтовое соединение;

б) винтовое соединение;

в) шпилечное соединение;

3. На изображениях соединения проставить следующие размеры: диаметр резьбы и длину крепежной детали.

Образцы выполнения предоставлены на рис. 11, рис. 12. рис. 13.

Примечание: студенты направлений ТЛПР, КЛПР, ХМТН, ТХНБ, ЭРСП выполняют только упрощенное изображение болтового соединения, рис 14.

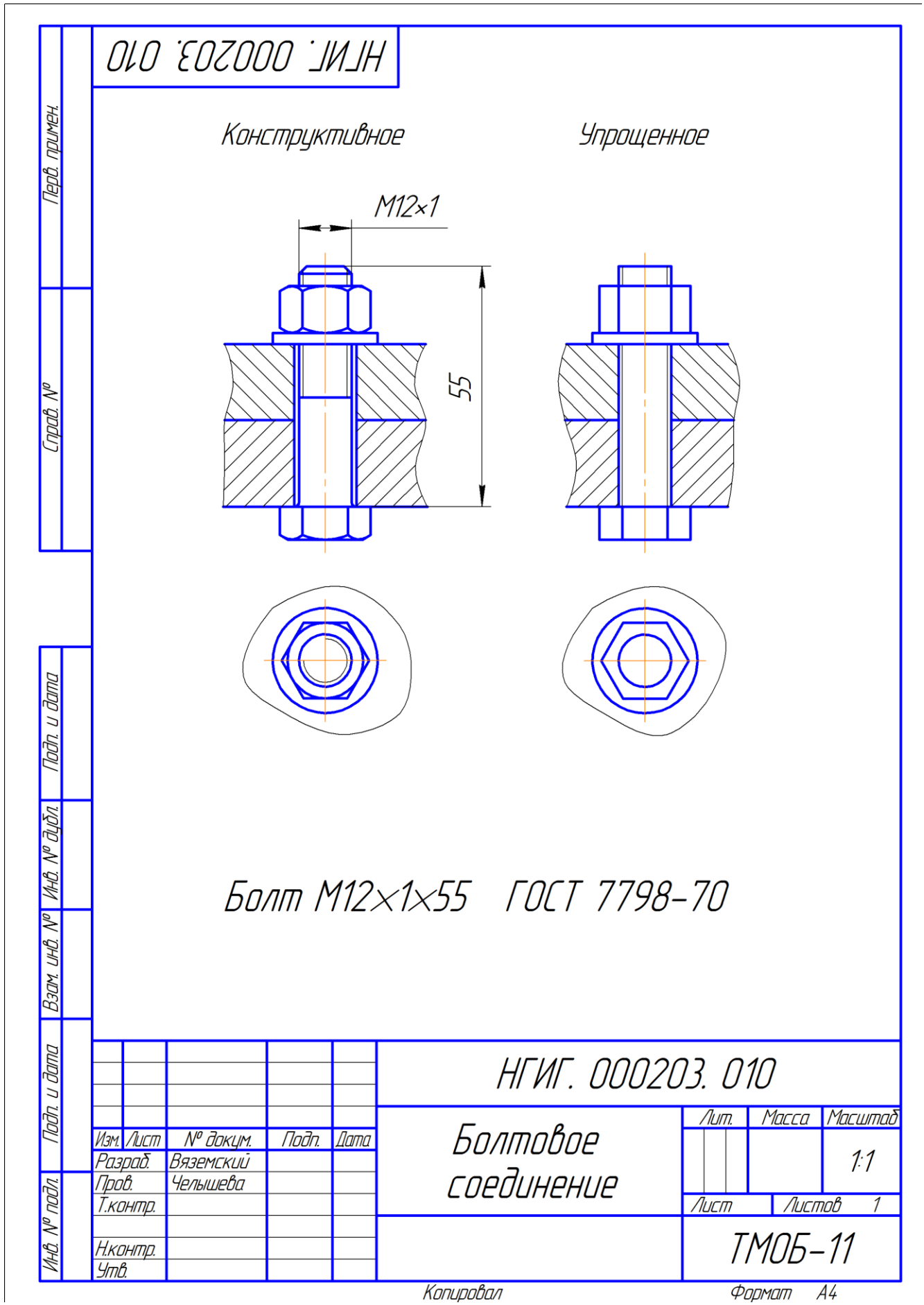

НГИГ. 000203. 010
Конструктивное
Упрощенное
M12×1
55
Болт M12×1×55 ГОСТ 7798-70
НГИГ. 000203. 010
Болтовое соединение
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ТМОБ-11
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Вяземский
Пров. Челышева
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

Рис. 11

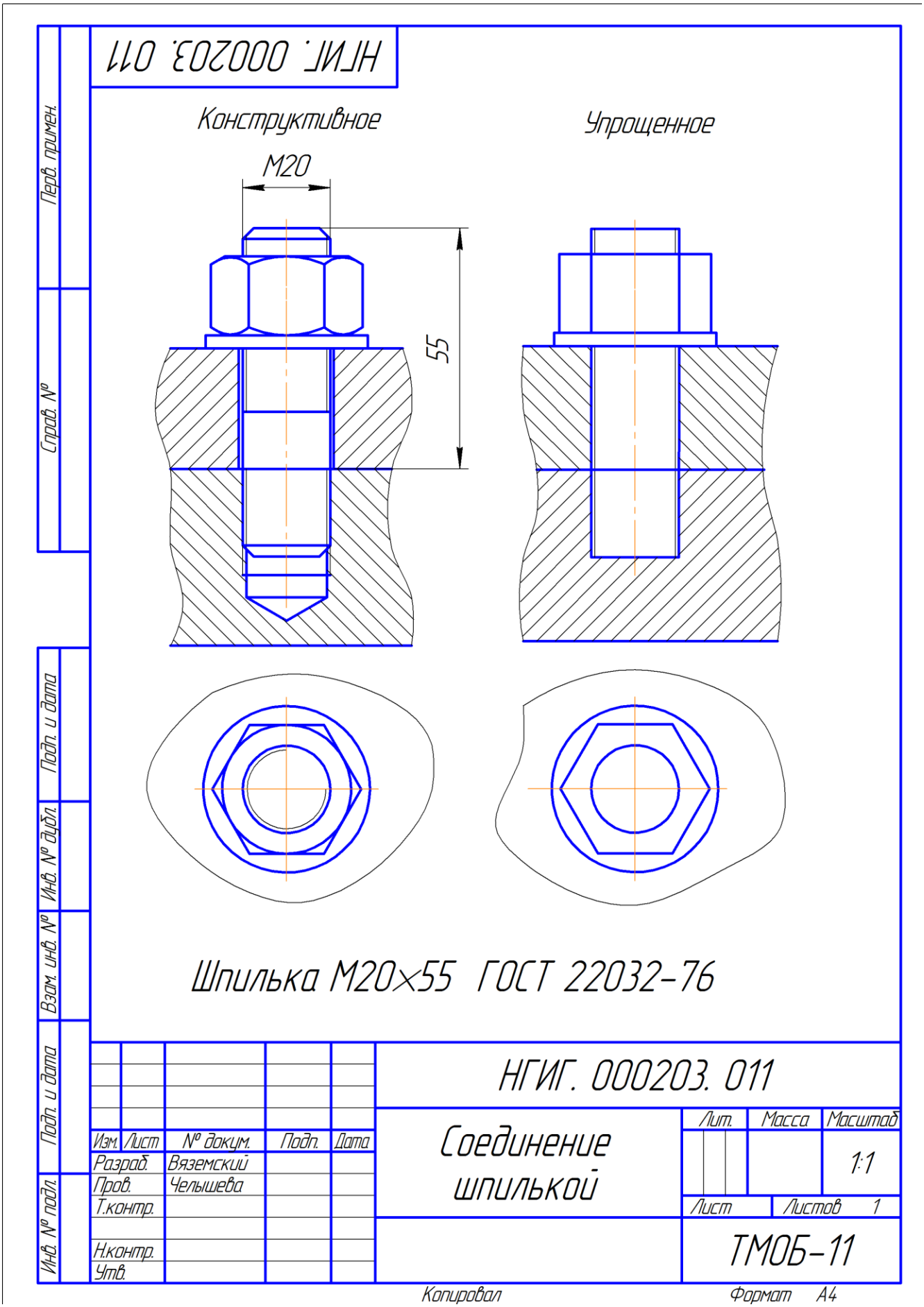

НГИГ. 000203. 011
Конструктивное
Упрощенное
M20
55
Шпилька M20×55 ГОСТ 22032-76
НГИГ. 000203. 011
Соединение шпилькой
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ТМОБ-11
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Вяземский
Пров. Челышева
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

Рис. 12

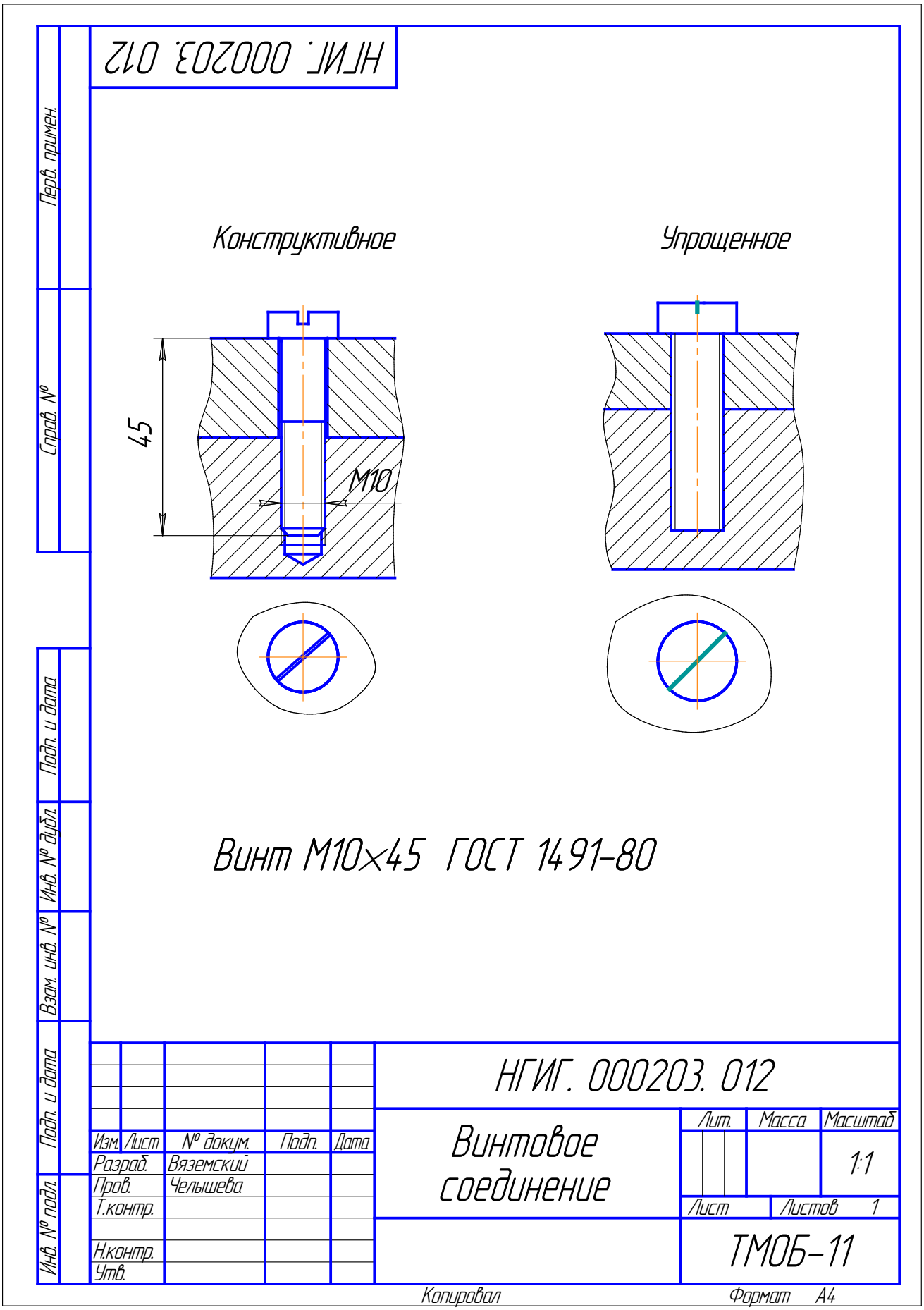

НГИГ. 000203. 012
Конструктивное
Упрощенное
45
M10
Винт M10×45 ГОСТ 1491-80
НГИГ. 000203. 012
Винтовое соединение
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ТМОБ-11
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Вяземский
Пров. Челышева
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

Рис. 13

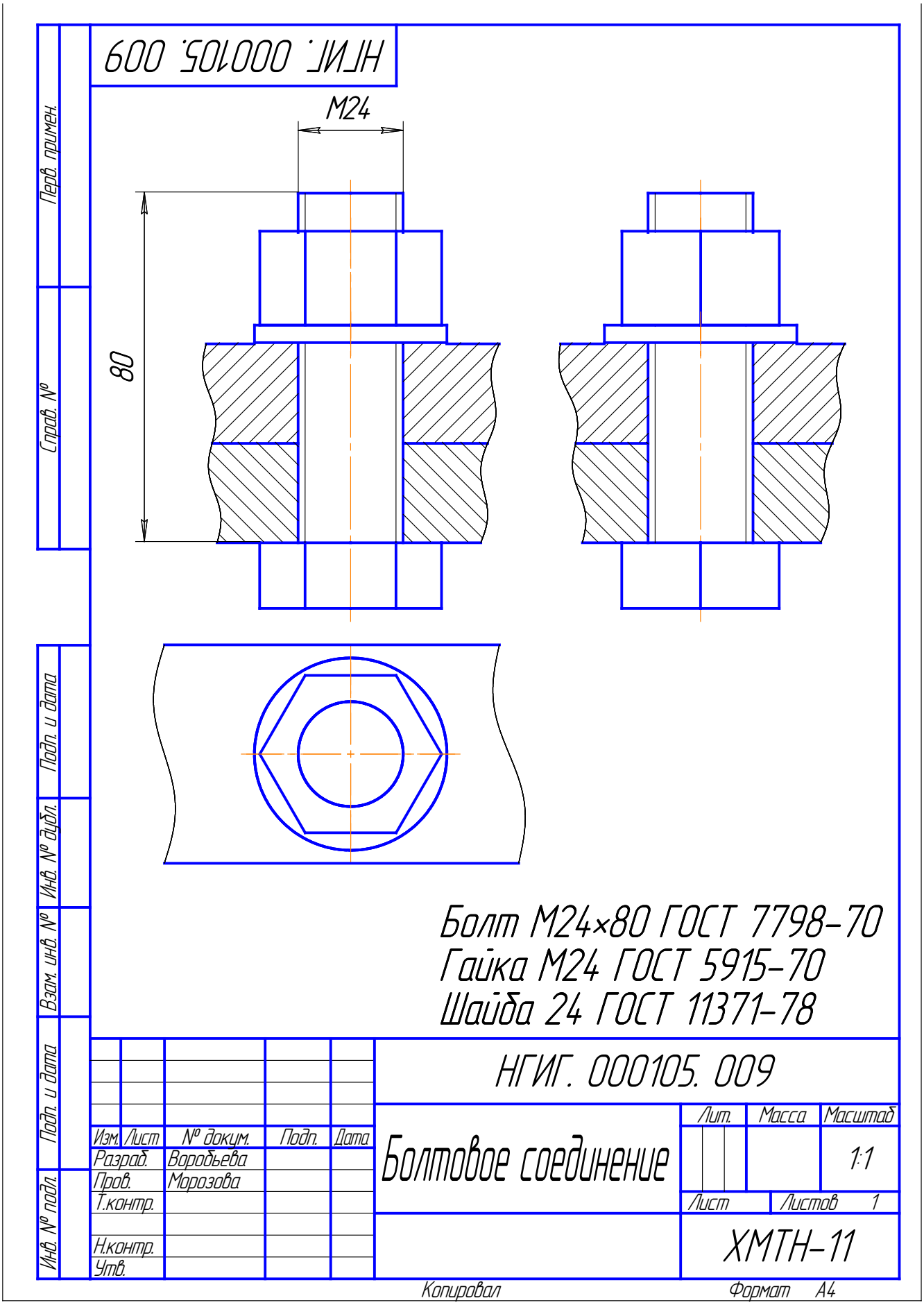

НГИГ. 000105. 009
M24
80
Болт М24×80 ГОСТ 7798-70
Гайка М24 ГОСТ 5915-70
Шайба 24 ГОСТ 11371-78
НГИГ. 000105. 009
Болтовое соединение
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
ХМТН-11
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Воробьева
Пров. Морозова
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А4

Рис. 14

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты заданий для болтового соединения

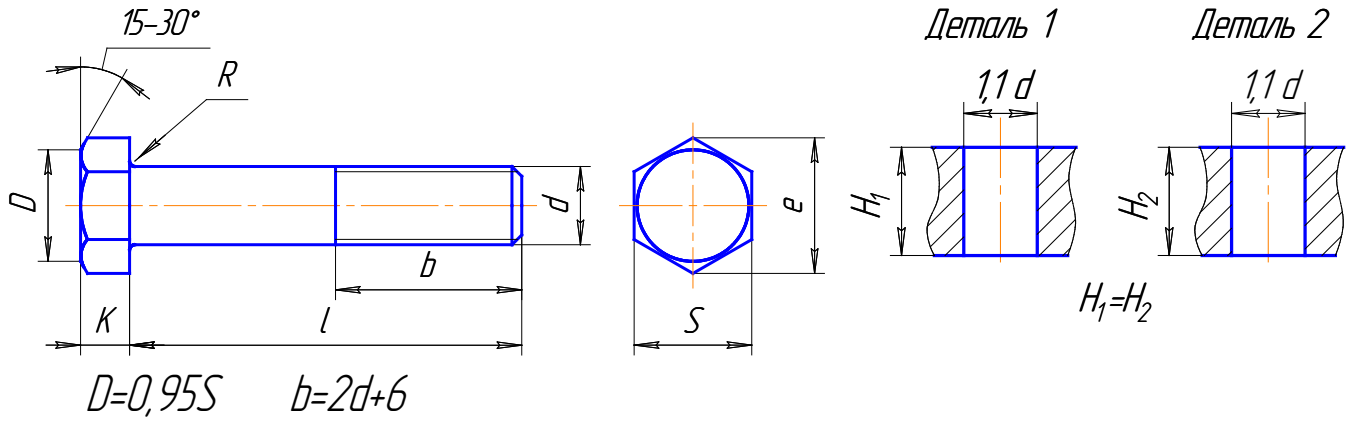


Таблица П1

№ вар.	d	Шаг резьбы (Р)		S	E	K	C	R	l_1	l
		Крупн.	Мелк.							
1	14	2		22	24	8.8	2	1	34	16…120
2	14		1.5	22	24	8.8	1.5	1	34	16…120
3	16	2		24	26.7	10	2	1.5	38	18…120
4	16		1,5	24	26.7	10	2	1.5	38	18…120
5	18	2,5		27	29.6	12	2.5	1.5	42	20…120
6	18		1,5	27	29,6	12	1.5	1.5	42	20…120
7	20	2,5		30	33	12.5	2.5	1.6	46	25…120
8	20		1,5	30	33	12.5	1.5	1.6	46	25…120
9	22	2,5		32	35	14	2.5	2	50	30…120
10	22		1,5	32	35	14	1.5	2	50	30…120
11	14	2		22	24	8.8	2	1	34	16…120
12	14		1,5	22	24	8.8	2	1	34	16…120
13	16	2		24	26.7	10	2	1.5	38	18…120
14	16		1,5	24	26.7	10	2	1.5	38	18…120
15	18	2.5		27	29.6	12	2.5	1.5	42	20…120
16	18		1.5	27	29.6	12	2,5	1.5	42	20…120
17	20	2.5		30	33	12.5	2.5	1.6	46	25…120
18	20		1,5	30	33	12.5	2.5	1.6	46	25…120
19	18	2.5		27	29.6	12	2.5	1.5	42	20…120

Примечание: ряд длин ***l*** болтов:

8, 10,12, 14, 16, 18. 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 5, 55, 6, 65, 7, 75, 8, 85, 9, 95, 100. 110, 120.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

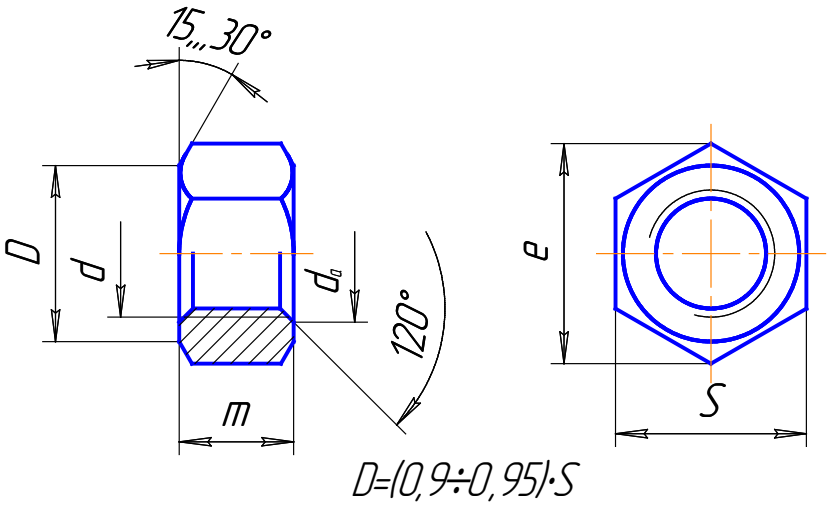


Таблица П2

d	Шаг резьбы (P)		S	E	K	m	Da		Dw
	Крупн.	Мелк.					Min	Max	
14	2		22	24	8.8	11	14	15.1	20.1
14		1.5	22	24	8.8	11	14	15.1	20.1
16	2		24	26.2	10	13	16	17.3	22
16		1,5	24	26.2	10	13	16	17.3	22
18	2,5		27	29.6	12	15	18	19.4	24.8
18		1,5	27	29,6	12	15	18	19.4	24,8
20	2,5		30	33	12.5	16	20	21,6	27,7
20		1,5	30	33	12.5	16	20	21,6	27,7
22	2,5		32	35	14	18	22	23,8	29,5
22		1,5	32	35	14	18	22	23,8	29.5
14	2		22	24	8.8	11	14	15.1	20.1
14		1,5	22	24	8.8	11	14	15.1	20,1
16	2		24	26.2	10	13	16	17,3	22
16		1,5	24	26.2	10	13	16	17.3	22
18	2.5		27	29.6	12	15	18	19,4	24,8
18		1.5	27	29.6	12	15	18	19,4	24.8
20	2.5		30	33	12.5	16	20	21,6	27,7
20			30	33	12.5	16	20	21,6	27,7
18	2.5		27	29.6	12	15	18	19,4	24,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

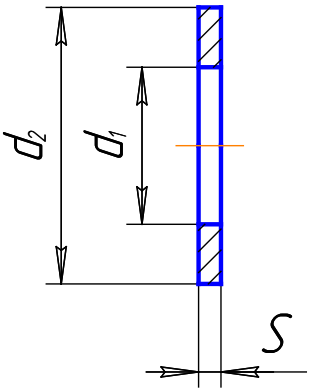
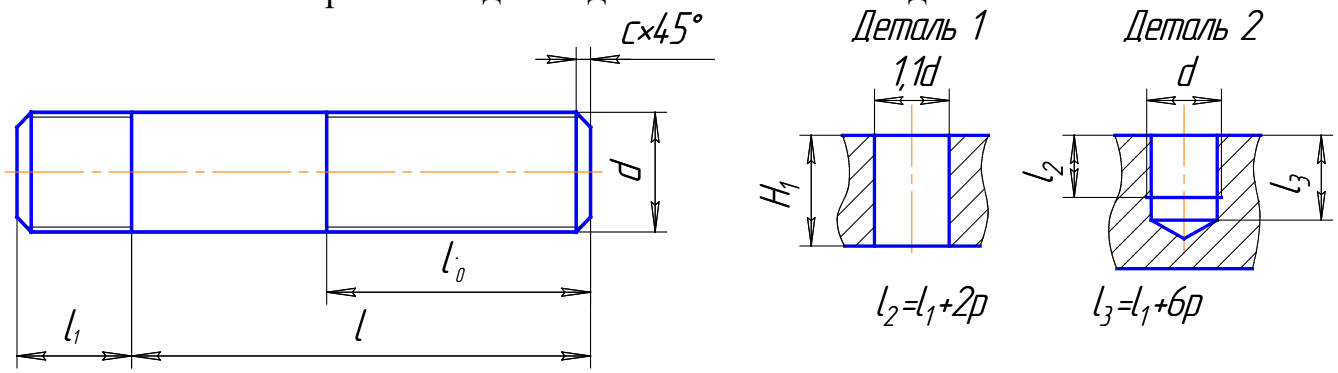


Таблица П3

Номинальный диаметр резьбы d	14	16	18	20	22	24	27	30	36
d_1	15	17	19	21	23	25	28	31	37
d_2	28	30	34	37	39	44	50	56	66
S	2,5	3	3	3	3	4	4	4	5

Варианты заданий для шпилечного соединения



$l_0=2d+6$
$l=H_1+1{,}3d$
l–округлить до ближайшего стандартного значения

Таблица П4

Шпилька М …х ***l*** ГОСТ…							Детали	
№ вар.	d	Шаг резьбы (Р)		l_1	С	ГОСТ	Дет. 1 Н 1	Дет. 2 Материал
		Крупн.	Мелк.					
1	14	2		D	2	22032-76	35	Сталь
2	14		1.5	1,25 d	1,5	22034-76	40	Чугун
3	16	2		1,6 d	2	22036-76	45	Чугун
4	16		1,5	2 d	1,5	22038-76	50	Легк. сплавы
5	18	2,5		2,5	2,5	22040-76	35	Сплавы
6	18		1,5	d	1,5	22032-76	40	Сталь
7	20	2,5		1,25 d	2,5	22034-76	30	Чугун
8	20		1,5	1,6 d	1,5	22036-76	45	Чугун
9	22	2,5		2 d	2,5	22038-76	35	Сплавы
10	22		1,5	2,5 d	1,5	22040-76	25	Сплавы
11	14	2		d	21.5	22032-76	30	Сталь
12	14		1,5	1,25 d	2	22034-76	35	Чугун
13	16	2		1,6 d	2	22038-76	35	Чугун
14	16		1,5	2 d	1,5	22040-76	40	Сплавы
15	18	2.5		2,5 d	2,5	22032-76	30	Сплавы
16	18		1.5	d	1,5	22034-76	35	Сталь
17	20	2.5		1,25 d	2,5	22036-76	40	Чугун
18	20		1,5	2 d	1,5	22038-76	25	Легк. сплавы
19	18	2.5		2,5 d	2,5	2200-76	30	Сплавы

Примечание: ряд длин ***l*** шпилек:

35,40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 125, 130, 140, 145, 150

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Варианты задания для винтового соединения

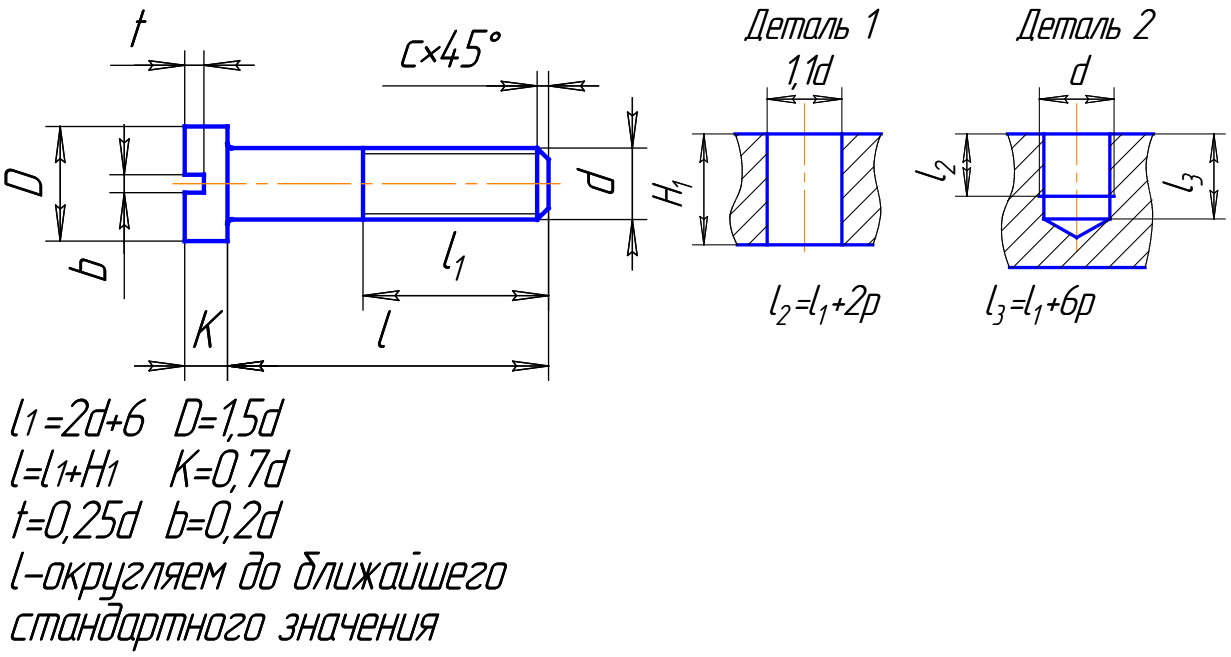


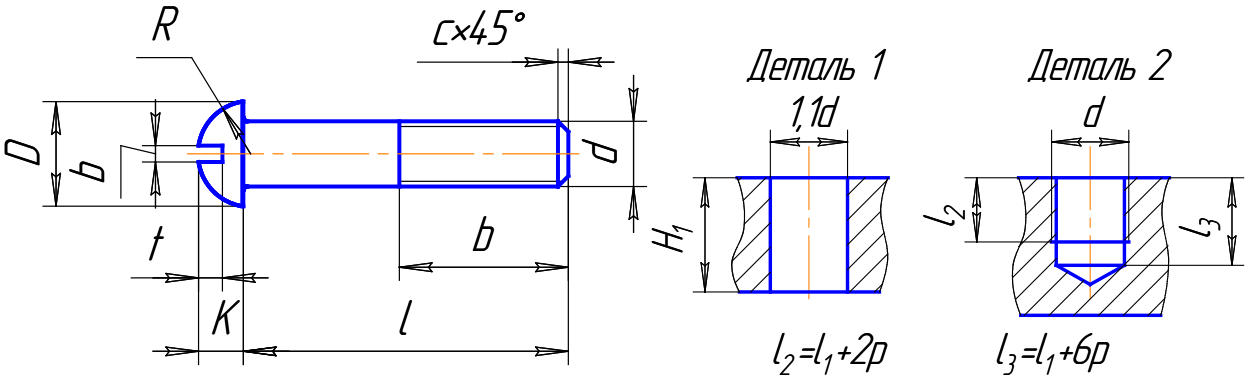
Таблица П5

Винт М …х *l* ГОСТ 1491-81					Деталь 1 Н 1
№ вар.	d	Шаг резьбы (Р)		С	
		Крупн.	Мелк.		
1	14	2		2	35
2	14		1.5	1,5	40
3	16	2		2	45
4	16		1,5	1,5	30
5	18	2,5		2,5	35
6	18		1,5	1,5	40
7	20	2,5		2,5	30
8	20		1,5	1,5	45
9	22	2,5		2	35

Примечание: ряд длин ***l*** винтов :

8, 10, 12, 14, 18, 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6



$l_1=2d+6$ $b=0,2d$
$l=l_1+H_1$ $t=0,4d$
$R=0,8d$ $K=0,7d$
l–округлить до ближайшего стандартного значения

Таблица П6

Винт М …х *l* ГОСТ 17473-80					Деталь 1 Н 1
№ вар.	d	Шаг резьбы (Р)		С	
		Крупн.	Мелк.		
10	22		1,5	1,5	30
11	14	2		2	25
12	14		1,5	1,5	30
13	16	2		2	35
14	16		1,5	1,5	35
15	18	2,5		2,5	40
16	18		1,5	1,5	30
17	20	2,5		2,5	40
18	20		1,5	1,5	25
19	18	2,5		2,5	30

Примечание: ряд длин *l* винтов: 8, 10, 12, 14, 18, 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 45, 50, 55, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120.

Литература

1. ГОСТ 2.315-68* (СТ СЭВ 1978-79)
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. М ., Машиностроение.- 2009.- 820с.
3. Чекмарев А.А.. Инженерная графика М.: Машиностроение.- 2007. – 380с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 4-е. Т.1. – М., Высшая школа. – 2010. – 360 с.