

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

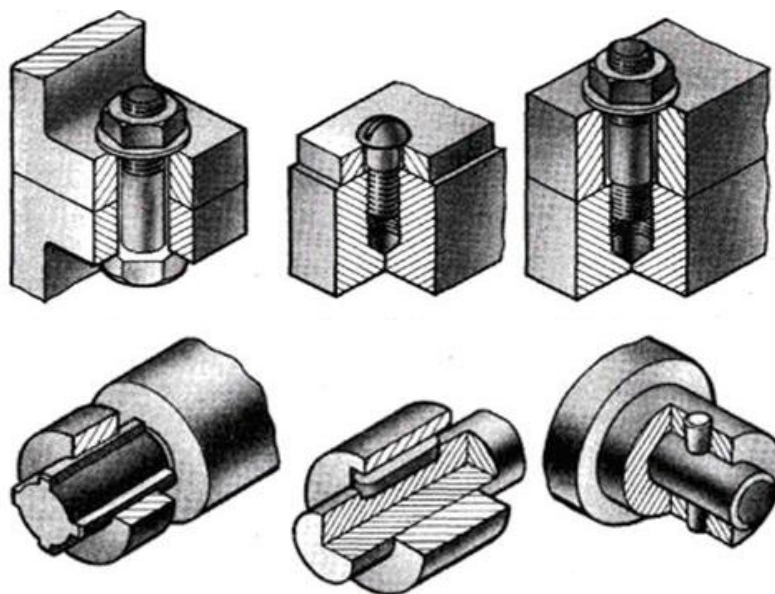
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЪЕМНЫХ И НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

к выполнению задания расчетно-графической и самостоятельной работы
по дисциплине «Инженерная графика»
для студентов технических специальностей всех форм обучения



Севастополь
СевГУ
2020

УДК 515(075.8)
И88

Р е ц е н з е н т:

А.О. Харченко – к.т.н., профессор, профессор кафедры
«Технология машиностроения»

Составители: Емченко Е.А., Стреляная Ю.О.

И88 **Исследование технических характеристик разъемных и неразъемных соединений** : учебно-методическое пособие к выполнению задания расчетно-графической и самостоятельной работы по дисциплине «Инженерная графика» для студентов технических специальностей всех форм обучения / Сост. Е.А. Емченко, Ю.О. Стреляная ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». – Севастополь: СевГУ, 2020. – 45 с.; ил. – Текст : электронный.

Первый раздел учебно-методического пособия содержит варианты заданий и указания к выполнению расчетно-графической работы.

Во втором разделе приведены определения и ключевые понятия способов образования резьбы, видов резьбы, резьбовых соединений, которые оказывают существенное влияние на качество промышленной продукции. Рассмотрены подвижные разъемные соединения – соединения шпонкой и шлицами, неподвижные разъемные соединения – соединения болтом, шпилькой, а также остальные виды неподвижных неразъемных соединений.

В пособии также представлены необходимые справочные материалы по расчету соединений и оформлению расчетно-графической работы.

Пособие предназначено для студентов технических специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная графика» всех форм обучения.

УДК 515(075.8)

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры Начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики в качестве учебно-методического пособия для студентов технических специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная графика» всех форм обучения, протокол № 10 от 22 мая 2020 г.

© Е.А. Емченко, С.Е. Сазонов, 2020
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель и содержание задания.....	5
2. Указания к выполнению задания.....	5
2.1 Требования к оформлению задания расчетно-графической работы.....	15
3. Элементы теории.....	16
3.1 Разъемные соединения.....	16
3.1.1 Разъемные неподвижные соединения.....	16
3.1.2 Разъемные подвижные соединения.....	27
3.2 Неразъемные соединения.....	30
3.2.1 Соединения сваркой.....	30
3.2.2 Соединения паянные и клееные.....	34
4. Пошаговое выполнение задания.....	36
5. Библиографический список.....	42
Приложения.....	43

ВВЕДЕНИЕ

В курсе инженерной графики большое значение уделяется изучению правил выполнения изображений разъемных и неразъемных соединений. Эти соединения весьма широко распространены в технике. Для того, чтобы научиться грамотно выполнять чертежи различных соединений, необходимо изучить физические принципы образования соединений, терминологию, классификацию и т.д. Поэтому в методических указаниях помимо данных, необходимых непосредственно для выполнения расчетно-графической работы, приведено большое количество теоретического материала, изучение которого позволит обучающимся осознанно выполнить задание расчетно-графической и самостоятельной работы. Справочные материалы, приведенные в приложении, будут полезны в последующем обучении при выполнении расчетно-графических работ.

Первый раздел учебно-методического пособия содержит варианты заданий и указания к выполнению расчетно-графической работы.

Во втором разделе приведены определения и ключевые понятия способов образования резьбы, видов резьбы, резьбовых соединений, которые оказывают существенное влияние на качество промышленной продукции. Рассмотрены подвижные разъемные соединения – соединения шпонкой и шлицами, неподвижные разъемные соединения – соединения болтом, шпилькой, а также все виды неподвижных неразъемных соединений

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Целью выполнения расчетно-графической работы является изучение способов соединения деталей, а также их изображений и обозначений на чертежах.

Работа состоит из двух частей. Первая часть – разъемные неподвижные и подвижные соединения. Здесь на примере резьбовых неподвижных соединений, студенты знакомятся с различными типами резьбы, применяемыми в технике, правилами изображения резьбы и резьбовых соединений на чертежах. Шпоночное и шлицевое подвижные соединения позволяют изучить крепление деталей машин с валами для передачи крутящего момента. Вторая часть – неразъемные соединения. Она включает изучение соединений сваркой, пайкой, склеиванием, различных типов швов этих соединений и их изображение на чертежах.

2. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Вычертить: 1) соединение болтом, соединение шпилькой по данным и размерам, которые приведены в задании, недостающие размеры рассчитать или назначить из соответствующих стандартов [3]. Обозначения всех крепежных деталей записать согласно ГОСТ 1759.0-87.

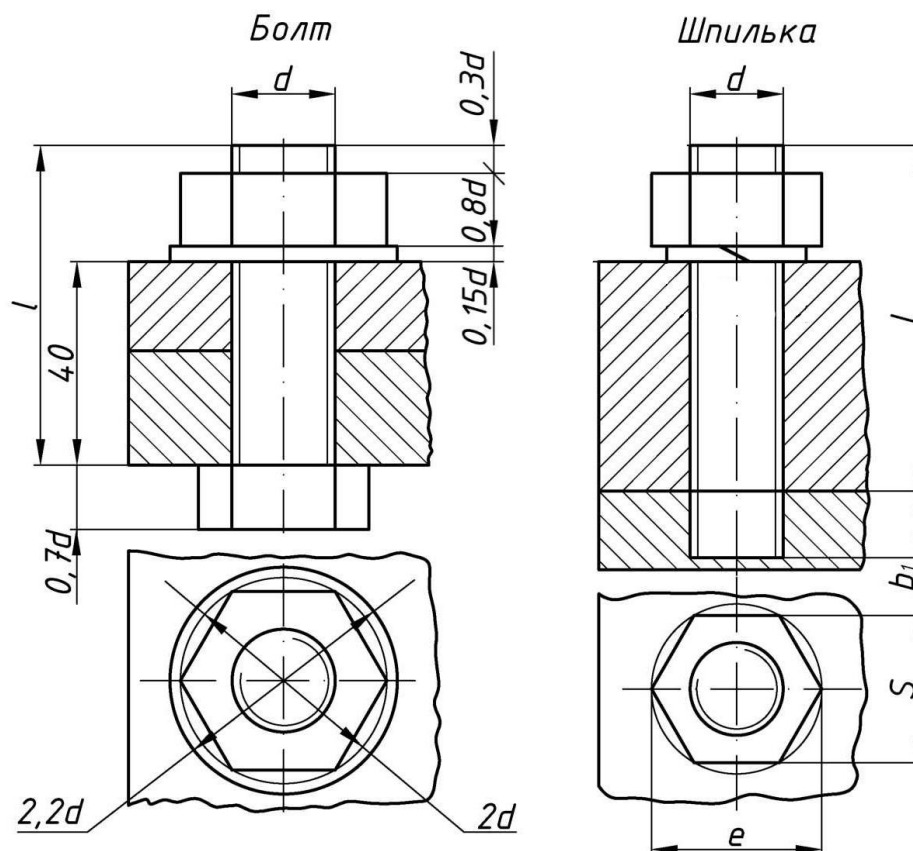


Рисунок 1. Соединения болтом и шпилькой

2) соединение шпонкой, соединение шлицами по данным, которые приведены в задании, недостающие размеры выбрать из соответствующих стандартов [3].

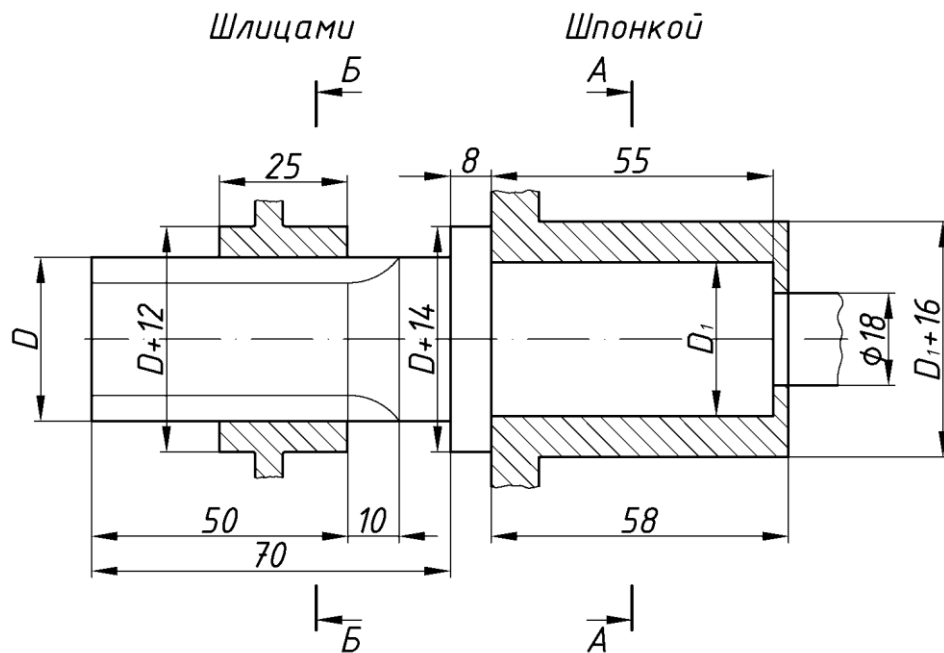


Рисунок 2. Шпоночное и шлицевое соединения

3) соединение на резьбе (трубное соединение) по габаритным размерам, приведенным в задании, рассчитав при этом параметр трубной резьбы.

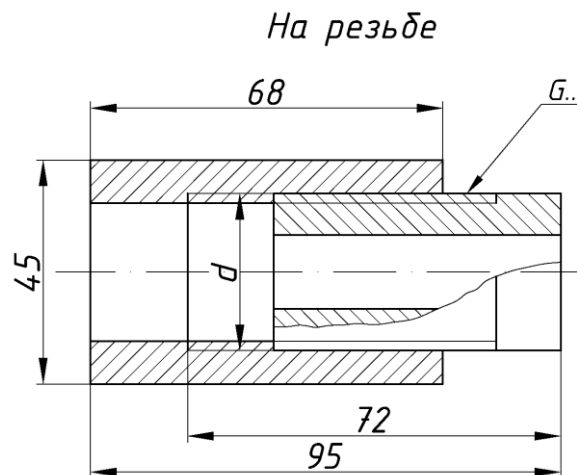


Рисунок 3. Соединение на резьбе

4) соединение сваркой с учетом вида сварного соединения, используя данные, приведенные в задании (условное обозначение сварного шва заполнить).

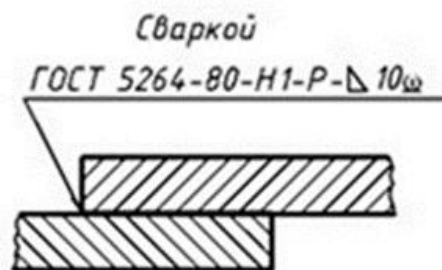


Рисунок 3. Соединение сваркой

5) соединение пайкой и склеиванием по габаритным размерам, приведенным в задании, обозначив паянный и клеенный швы согласно ГОСТ 2.313-82.

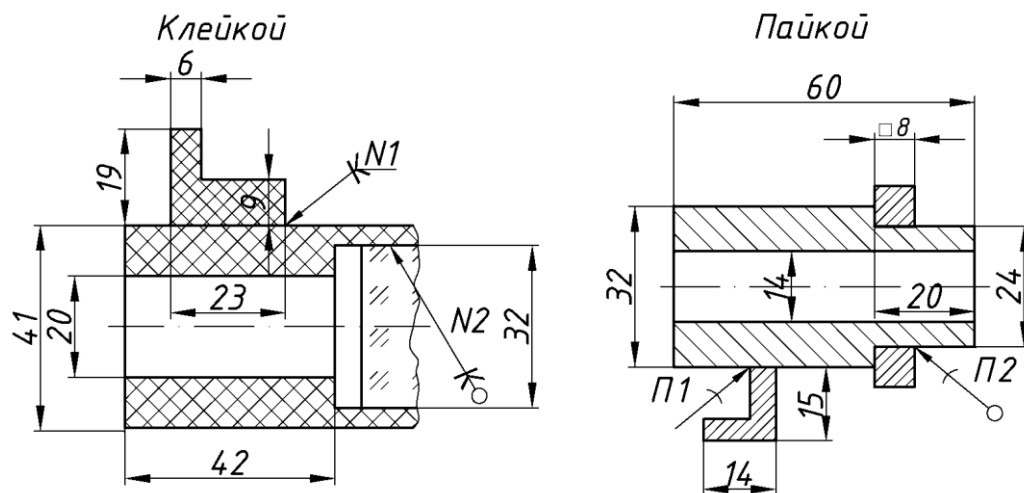


Рисунок 4. Соединение пайкой и склеиванием

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам, соединение болтом

Вариант	Болт							Гайка				Шайба		
	ГОСТ	Исполнение	d	P	Класс точности	Материал	Покрытие	ГОСТ	Исполнение	Материал	Покрытие	ГОСТ	Исполнение	Материал
1	7798-70	1	16	1,5	6g	Д16Г	Никель	5915-70	2	Д1Г	Никель	11371-78	1	20
2	7798-70	2	16	2	8g	35ХА	Цинков	5915-70	3	38ХА	Цинков	6958-78	1	40Х
3	7798-70	3	16	1	8g	35ХГСА	Сереб.	11522-70	2	16ХСН	Сереб.	11371-78	1	35ХГСА
4	7805-70	3	16	1,5	4h	35ХГСА	-	5915-70	2	16ХСН	Никель	11371-78	2	20Х13
5	7805-70	1	20	1,5	8g	14Х17Н2	-	5915-70	1	20Х13	-	11371-78	1	Л63
6	7798-70	4	22	1,5	8g	25Х2М1Ф	-	5915-70	3	Латунь	Оловян.	6958-78	1	40Х
7	7798-70	2	20	1,5	8g	ЛС59-1	Медь-никель	5916-70	2	16ХСН	Медное	11371-78	1	Л63
8	7798-70	2	16	2	6g	12Х18Н9Г	-	5916-70	1	20Х13	-	11371-78	2	ЛС59-1
9	7805-70	3	22	1,5	6g	35ХГСА	-	15525-70	1	20Г2Р	Медное	11371-78	2	20Х13
10	7805-70	2	16	1,5	6g	40Х	Медь-никель	5927-70	2	35Х	Никель	11371-78	1	ЛС59-1
11	7805-70	2	20	2,5	8g	35ХА	-	5927-70	1	35Х	-	11371-78	2	3СХГСА
12	7798-70	4	20	1,5	6g	14Х17Н2	-	5927-70	1	20Х13	-	11371-78	1	20Х13
13	7798-70	3	20	1	8g	35ХГСА	Никель	5927-70	1	16ХСН	-	11371-78	1	45
14	7805-70	2	22	1,5	6g	12Х18Н9Г	-	5915-70	2	12Х13	-	11371-78	2	40Х
15	7798-70	4	20	2,5	6g	35ХГСА	-	5916-70	2	38ХА	-	11371-78	2	20Х13

Продолжение таблицы 1

Вариант	Болт						Гайка				Шайба			
	ГОСТ	Исполнение	d	P	Класс точности	Материал	Покрытие	ГОСТ	Исполнение	Материал	Покрытие	ГОСТ	Исполнение	Материал
16	7805-70	2	20	2	6g	Д16Г	Медное	5915-70	2	АМ5	-	11371-78	1	Л63
17	7798-70	1	22	1,5	8g	35	Оловян.	5915-70	2	20	Оловян.	11371-78	2	40Х
18	7796-70	2	16	2	8g	35ХГСА	-	5915-70	3	14Х17Н2	-	11371-78	1	20Х13
19	7805-70	3	20	1,5	8g	16ХСН	-	5927-70	1	35	Медь-никель	11371-78	1	Л63
20	7798-70	2	16	2	6g	45Г	Медное	5916-70	2	35	Медное	11371-78	2	30ХГСА
21	15589-70	3	22	2	6g	35	Фосфат.	5915-70	2	20	Фосфат.	11371-78	1	15
22	15589-70	3	20	1,5	8g	35	Цинков.	15526-70	2	20	Цинков.	11371-78	1	15
23	7805-70	4	22	1,5	6g	ЛС59-1	Цинк-хром	5915-70	2	Л63	Цинк-хром	11371-78	2	Бр. АМц 9-2
24	7798-70	3	16	1,5	8g	25Х1МФ	-	5927-70	1	16ХСН	-	11371-78	1	20Х13
25	7798-70	2	20	2,5	6g	ЛС59-1	Кадмий-хром	5915-70	2	Л63	Кадмий-хром	11371-7	1	ЛС59-1
26	15589-70	4	20	2,5	6g	10	Медь-никель	5927-70	1	15	Медь-никель	11371-78	1	20
27	7805-70	1	22	1,5	6g	35	Оловян.	5927-70	1	35	Оловян.	11371-78	1	Л63
28	15589-70	4	22	2,5	8g	30ХГСА	-	5916-70	2	16ХСН	-	11371-78	2	30ХГСА
29	7798-70	4	22	1,5	6g	16ХСН	-	5927-70	1	38ХА	-	11371-78	1	20Х13
30	7805-70	2	18	2,5	8g	25Х1МФ	-	5915-70	2	20Х13	-	11371-78	2	40Х

Таблица 2 – Исходные данные по вариантам, соединение шпилькой

Шпилька								
Вариант	Ввинчиваемый конец			Гаечный конец		Материал	Покрытие	
	ГОСТ	d	P	Класс точности	P			Класс точности
1	22032-76	20	2,5	6g	1,5	8g	35	Цинковое
2	22034-76	18	1,5	6g	1,5	6g	20	-
3	22036-76	18	2,5	6g	1,5	6g	14X17H2	-
4	22038-76	18	2,5	6g	1,5	8g	25X1MФ	-
5	22040-76	16	2	6g	1,5	6g	35XГСА	-
6	22035-76	20	2,5	6g	1,5	6g	20	Цинковое-хромированное
7	22034-76	22	2,5	6g	1,5	6g	35XГСА	Медь-никель
8	22036-70	18	1,5	6g	2,5	6g	35XГСА	Медное
9	22038-76	20	1,5	6g	1,5	6g	20	Оловянное
10	22039-76	20	1,5	6g	2,5	6g	45Г	Медное
11	22040-76	22	2,5	6g	2,5	8g	12X13	-
12	22036-76	18	2,5	8g	2,5	6g	35	Медное
13	22037-76	18	2,5	6g	1,5	8g	Л63	Цинковое, хромированное
14	22033-76	18	2,5	8g	2,5	6g	20	Оловянное
15	22035-76	20	2,5	6g	1,5	8g	ЛС59-1	Никелевое
16	22036-76	18	2,5	6g	1,5	6g	40X	-
17	22038-76	20	1,5	6g	2,5	6g	45Г	Никелевое
18	22035-76	20	1,5	6g	1,5	8g	10	Цинковое, хромированное
19	22038-76	18	2,5	6g	1,5	8g	12X13	-
20	22034-76	20	2,5	6g	1,5	6g	35XГСА	-
21	22033-76	18	1,5	6g	2,5	8g	12X18H9T	-
22	22037-76	18	1,5	8g	1,5	8g	20Г2Р	-
23	22033-76	18	2,5	8g	2,5	6g	25X1MФ	-
24	22034-76	20	1,5	6g	2,5	8g	20	Кадмиевое – хромированное
25	22039-76	18	1,5	6g	2,5	8g	35XГСА	-
26	22036-76	20	1,5	8g	1,5	8g	Д1Т	Медное
27	22038-76	18	2,5	4h	1,5	4h	14X17H2	Оловянное
28	22040-76	16	2	8g	1,5	6g	AMr5	-
29	22038-76	16	1,5	8g	2	6g	45Г	Никелевое
30	22035-76	20	1,5	6g	2,5	8g	35	Медное

Таблица 3 – Исходные данные по вариантам, гайка и шайба для соединения шпилькой

Вариант	Гайка					Шайба				
	ГОСТ	Исполнение	Материал	Покрытие	ГОСТ	Тип	Материал	Покрытие		
1	5916-70	2	20Г2Р	Цинковое	6402-70	Легкая	65Г	Медное		
2	15526-70	2	20Х13	-	6402-70	Норм.	55ГС	Кадм.хром		
3	5927-70	1	12Х13	-	6402-70	Тяжелая	65Г	Медное		
4	5915-70	2	35Х	Никелевое	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Цинковое		
5	5915-70	1	20Г2Р	Медно-никель.	6402-70	Норм.	65Г	Медно-никель.		
6	15525-70	2	15	Оловянное	6402-70	Легкая	55ГС	-		
7	5915-70	2	38ХА	Медно-никель.	6402-70	Норм.	65Г	Медно-никель.		
8	5915-70	2	35Х	Цинк-хром.	6402-70	Норм.	65Г	Цинковое		
9	5915-70	1	10	Оловянное	6402-70	Легкая	65Г	Медно-никель.		
10	5916-70	2	35Х	Медное	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Никелевое		
11	5915-70	2	20Х13	-	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Цинковое		
12	5916-70	2	20	Медное	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Медно-никель.		
13	5915-70	2	ЛС59-1	Цинк-хром.	6402-70	Тяжелая	65Г	Кадм.хром		
14	5915-70	2	35	Оловянное	6402-70	Норм.	65Г	Медное		
15	5915-70	1	Л63	Никелевое	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Медное		
16	5916-70	1	Д1Г	Медно-никель.	6402-70	Норм.	65Г	Кадм.хром		
17	5929-70	1	35	Никелевое	6402-70	Легкая	65Г	Медное		
18	2524-70	1	35	Цинк-хром.	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Кадм.хром		
19	5915-70	2	38ХА	-	6402-70	Норм.	65Г	Кадм.хром		
20	5916-70	2	20Г2Р	-	6402-70	Норм.	65Г	Цинк-хром.		
21	5915-70	2	12Х13	-	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Цинковое		
22	5915-70	1	35Х	Окисно.масл.	6402-70	Норм.	65Г	Медно-никель.		
23	5927-70	1	20Х13	-	6402-70	Норм.	65Г	Никелевое		
24	15526-70	3	35	Кадм.хром	6402-70	Тяжелая	65Г	Цинк-хром.		
25	5927-70	1	38ХА	-	6402-70	Тяжелая	65Г	Никелевое		
26	5927-70	2	Д16Г	Кадм.хром	6402-70	Тяжелая	65Г	Цинк-хром.		
27	5927-70	1	20Х13	-	6402-70	Особ. тяж.	65Г	Никелевое		
28	5915-70	1	АМ5	Никелевое	6402-70	Норм.	65Г	Кадм.хром		
29	5915-70	3	35	Цинк-хром.	6402-70	Норм.	65Г	Цинковое		
30	5927-70	1	15	Медное	6402-70	Норм.	65Г	Никелевое		

Таблица 4 – Исходные данные по вариантам, шлицевое и шпоночное соединения

Вариант	Шлицы			Шпонка			
	ГОСТ	Серия	D	ГОСТ	Исполнение	Длина	D ₁
1	1139-80	Легкая	32	23360-78	1	25	30
2	1139-80	Легкая	30	24071-80	1	-	32
3	1139-80	Средняя	25	23360-78	3	30	32
4	1139-80	Тяжелая	29	24071-80	1	-	30
5	1139-80	Средняя	32	23360-78	3	35	30
6	1139-80	Средняя	28	24071-80	1	-	32
7	1139-80	Тяжелая	32	23360-78	3	30	30
8	1139-80	Тяжелая	32	23360-78	2	35	32
9	1139-80	Средняя	28	24071-80	1	-	30
10	1139-80	Тяжелая	32	24071-80	1	-	30
11	1139-80	Тяжелая	29	24071-80	1	-	30
12	1139-80	Легкая	32	23360-78	3	35	32
13	1139-80	Средняя	34	24071-80	1	-	32
14	1139-80	Тяжелая	29	23360-78	3	40	32
15	1139-80	Тяжелая	32	23360-78	3	40	34
16	1139-80	Средняя	28	23360-78	2	35	32
17	1139-80	Тяжелая	32	24071-80	1	-	30
18	1139-80	Средняя	28	23360-78	2	30	30
19	1139-80	Тяжелая	32	24071-80	1	-	30
20	1139-80	Легкая	32	24071-80	2	-	26
21	1139-80	Средняя	32	24071-80	1	-	30
22	1139-80	Легкая	30	23360-78	2	35	28
23	1139-80	Тяжелая	35	24071-80	1	-	34
24	1139-80	Легкая	36	23360-78	2	40	34
25	1139-80	Тяжелая	29	23360-78	3	40	32
26	1139-80	Тяжелая	29	23360-78	1	40	30
27	1139-80	Средняя	32	24071-80	1	-	30
28	1139-80	Тяжелая	35	23360-78	1	40	34
29	1139-80	Легкая	32	23360-78	3	40	32
30	1139-80	Тяжелая	32	23360-78	1	30	34

Таблица 5 – Исходные данные по вариантам, соединение на резьбе

Вариант	P	d
1	1,814	22,9
2	1,8	20,9
3	1,81	26,4
4	1,81	30,2
5	2,3	33,2
6	1,81	20,9
7	1,81	22,9
8	1,81	26,4
9	1,81	30,2
10	2,3	33,2
11	2,3	37,8
12	1,81	20,9
13	1,81	22,9
14	1,81	26,4
15	2,3	33,2
16	1,81	22,9
17	2,3	33,24
18	1,81	26,4
19	1,81	30,2
20	2,3	37,89
21	1,8	20,9
22	1,81	30,2
23	2,3	33,24
24	1,81	26,44
25	1,814	22,9
26	1,81	20,9
27	2,3	37,89
28	1,81	26,44
29	2,3	33,24
30	1,81	30,2

Таблица 6 – Исходные данные по вариантам, соединение сваркой

Вариант	Вид сварного соединения	Тип и способ сварки	Обозначение шва	Катет шва
1	Стыковое	Ручная	C12	-
2	Нахлесточное	Дуговая в защитном газе	H1	15
3	Тавровое	Контактная	T6	10
4	Стыковое	Автоматическая	C15	-
5	Нахлесточное	Дуговая в защитном газе	H2	15
6	Стыковое	Автоматическая	C20	-
7	Угловое	Ручная	У4	15
8	Стыковое	Дуговая в защитном газе	C19	-
9	Тавровое	Полуавтоматическая	T8	10
10	Нахлесточное	Автоматическая	H1	15
11	Угловое	Полуавтоматическая	У4	10
12	Тавровое	Контактная	T5	10
13	Угловое	Полуавтоматическая	У6	15
14	Тавровое	Ручная	T1	10
15	Тавровое	Автоматическая	T6	10
16	Нахлесточное	Контактная	H2	5
17	Угловое	Автоматическая	У6	10
18	Тавровое	Полуавтоматическая	T6	5
19	Нахлесточное	Ручная	H1	10
20	Тавровое	Ручная	T1	5
21	Нахлесточное	Дуговая в защитном газе	H1	5
22	Угловое	Полуавтоматическая	У6	10
23	Стыковое	Автоматическая	C2	-
24	Тавровое	Ручная	T1	5
25	Угловое	Дуговая в защитном газе	У1	5
26	Стыковое	Автоматическая	C2	-
27	Нахлесточное	Полуавтоматическая	H1	10
28	Угловое	Автоматическая	У5	5
29	Тавровое	Ручная	T1	5
30	Угловое	Полуавтоматическая	У4	6

2.1 Требования к оформлению задания расчетно-графической работы

Изучение дисциплины «Инженерная графика» сопровождается выполнением студентами расчетно-графического задания, способствующего закреплению теоретического материала курса, увязыванию теории с практическими задачами, освоению графических приемов решения задач и развитию пространственного представления.

К выполнению и оформлению заданий предъявляются следующие требования:

- каждое задание является индивидуальным и может содержать несколько задач;

- каждое задание выполняется карандашом на листе формата А3(420х297);

- обозначение чертежей выполняется по следующей схеме: **СГУО.001006.001** или **СГУЗ.100600.001**, где **СГУ** – сокращенное наименование вуза плюс **О** – очная или **З** – заочная форма обучения; **1** – номер темы; **006** – номер варианта; **001** – номер листа в задании;

- условия задач, все геометрические построения выполняют с помощью чертежных инструментов, карандашом Т(Н), сначала тонкими линиями (0,2 мм), а затем линии видимого контура обводят карандашом ТМ(НВ) сплошной линией толщиной 0,6...0,8 мм, линии невидимого контура - штриховой 0,3...0,4 мм, все остальные - тонкой линией 0,2...0,4 мм;

- надписи на поле чертежа и буквенные обозначения выполняются шрифтом типа Б с наклоном согласно ГОСТ 2.304-81. Размер шрифта – 5;

Прежде, чем приступить к выполнению очередного задания, необходимо:

- изучить материал соответствующей темы по конспекту лекций или учебнику и подкрепить изученный раздел самостоятельным решением задач;

- уяснить пространственное расположение исходных геометрических элементов в задаче;

- наметить последовательность пространственных операций, которые необходимо выполнить для решения задачи;

- выполнить все графические построения и нанести буквенные обозначения.

При выполнении каждого задания следует придерживаться такой последовательности:

- наметить рамку чертежа по формату (приложение 1);

- выполнить основную надпись согласно ГОСТ 2.104-68;

- наметить место для каждой задачи;

- перенести на лист чертежа условия задач;

- выполнить графическое решение задач;

- проверить решение каждой задачи;

- проставить размеры;

- произвести обводку чертежа, рамки и основной надписи;

- нанести буквенные обозначения на поле чертежа и текст в основной

надписи.

Выполненные и подписанные преподавателем чертежи брошюруются в альбом с оформлением титульного листа. Образец титульного листа приведен в приложении 2.

3 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ

Каждая машина состоит из отдельных деталей, соединенных друг с другом неподвижно или находящихся в относительном движении. Соединения деталей машин могут быть **разъемными и неразъемными**. **Разъемными** называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей и средств соединения. Эти соединения подразделяются на два вида: **неподвижные и подвижные**.

К неподвижным разъемным соединениям относятся те, в которых относительное перемещение деталей исключается (болтовое и шпилечное соединения, соединения при помощи винтов, фитингов и др.). **Подвижные разъемные соединения** допускают относительное перемещение деталей в каком-либо одном направлении (шпоночные и шлицевые соединения, винтовые сочленения, предназначенные для передачи усилия и движения, и др.).

К неразъемным соединениям относятся соединения, которые невозможно разобрать без нарушения целостности деталей и средств соединения, а именно: сварные, заклепочные, клеенные, паянные и др.

3.1 Разъемные соединения

3.1.1 Разъемные неподвижные соединения

Широкое распространение в машиностроении получили резьбовые соединения. Эти соединения относятся к разъемным неподвижным соединениям и обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, сравнительно малые размеры и малый вес конструктивных элементов, простота изготовления.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба.

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении некоторой плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности так, что плоскость фигуры всегда проходит через ось (рис. 5).

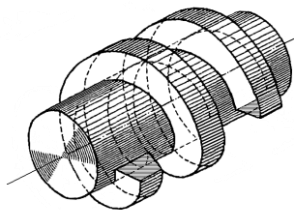


Рисунок 5. Цилиндрическая поверхность с резьбой

Тип резьбы зависят от формы профиля резьбы.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через её ось. По форме профиля резьбы подразделяются на треугольные, трапециевидные, прямоугольные, полукруглые, специальные. В свою очередь треугольные резьбы подразделяются на метрическую, дюймовую, трубную, коническую дюймовую; трапециевидные – на трапецеидальную, упорную, упорную усиленную. Полукруглая – резьба для санитарно-технической арматуры, для патронов и цоколей электроламп, (рис. 6).

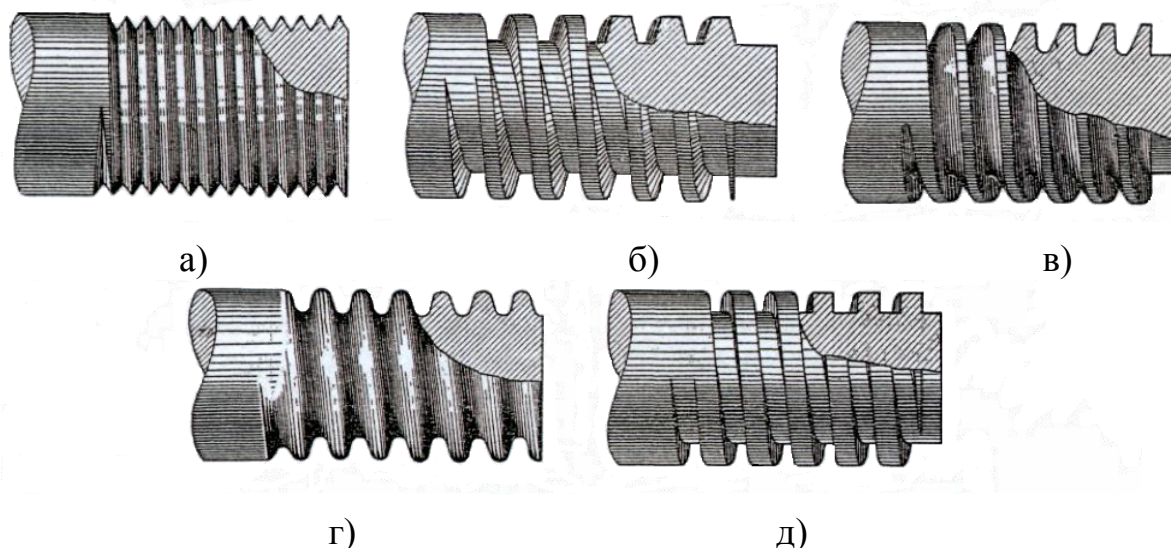


Рисунок 6. Виды резьбы на стержне:
а – треугольная, б, в – трапециевидная, г – полукруглая,
д – прямоугольная (квадратная)

Резьба классифицируется по нескольким признакам:

1. В зависимости **от формы профиля**, (рис. 6);
2. В зависимости **от формы поверхности**, на которой нарезаются резьбы, они разделяются на цилиндрические и конические;
3. В зависимости **от расположения на поверхности** резьбы разделяют на внешние и внутренние;
4. **По эксплуатационному назначению** резьбы подразделяются на крепежные (метрическая, дюймовая); крепежно-уплотнительные (трубная цилиндрическая, трубная коническая, дюймовая коническая); ходовые (трапецеидальная, упорная); специальные (прямоугольная и другие);
5. В зависимости **от направления винтовой поверхности** резьбы подразделяются на правые и левые;
6. **По числу заходов** резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двухзаходные, трехзаходные и т.д.).

Основные параметры резьбы:

Расстояние P между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы, называется **шагом резьбы**, (рис. 3).

Ход резьбы есть величина относительного осевого перемещения гайки (винта) за один оборот.

Угол профиля α – угол между боковыми сторонами профиля, (рис. 7).

d (D) – наружный диаметр резьбы, под которым понимают диаметр воображаемого цилиндра, описанного касательно к вершинам наружной резьбы или впадинам внутренней. Этот диаметр для резьбы принимают за **номинальный** и используют при обозначении резьбы, (рис. 7).

d_1 (D_1) – внутренний диаметр резьбы, под которым понимают диаметр воображаемого прямого цилиндра, описанного вокруг впадин наружной резьбы или вершин внутренней резьбы, (рис. 7).

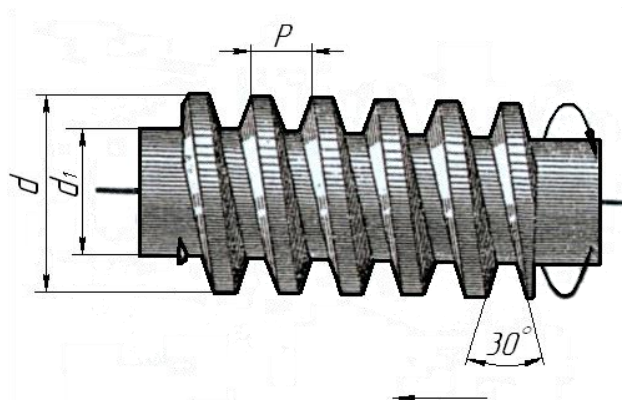


Рисунок 7. Основные параметры резьбы

Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется **сбегом резьбы**, (рис. 8).

Проточка – конструктивный элемент резьбы, служащий для выхода резьбонарезного инструмента, (рис. 8, в). Диаметр проточки для наружной резьбы должен быть немного меньше внутреннего диаметра резьбы, а для внутренней резьбы – немного больше наружного диаметра резьбы.

Длиной резьбы называют длину участка поверхности, на которой образована резьба, включая сбег резьбы и фаску. Как правило, на чертежах указывают только длину резьбы с полным профилем, (рис. 8, а).

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей перемещать резьбообразующий инструмент до упора к ней, то образуется так называемый **недовод резьбы**, (рис. 8, б). Сбег плюс недовод образуют так называемый **недорез резьбы**.

Фаска – это скошенная кромка стержня или отверстия. Размер фаски по ГОСТ 2.307-68 обозначается размерной линией с указанием высоты фаски s и угла наклона 45° образующей или плоскости среза, (рис. 8, а).

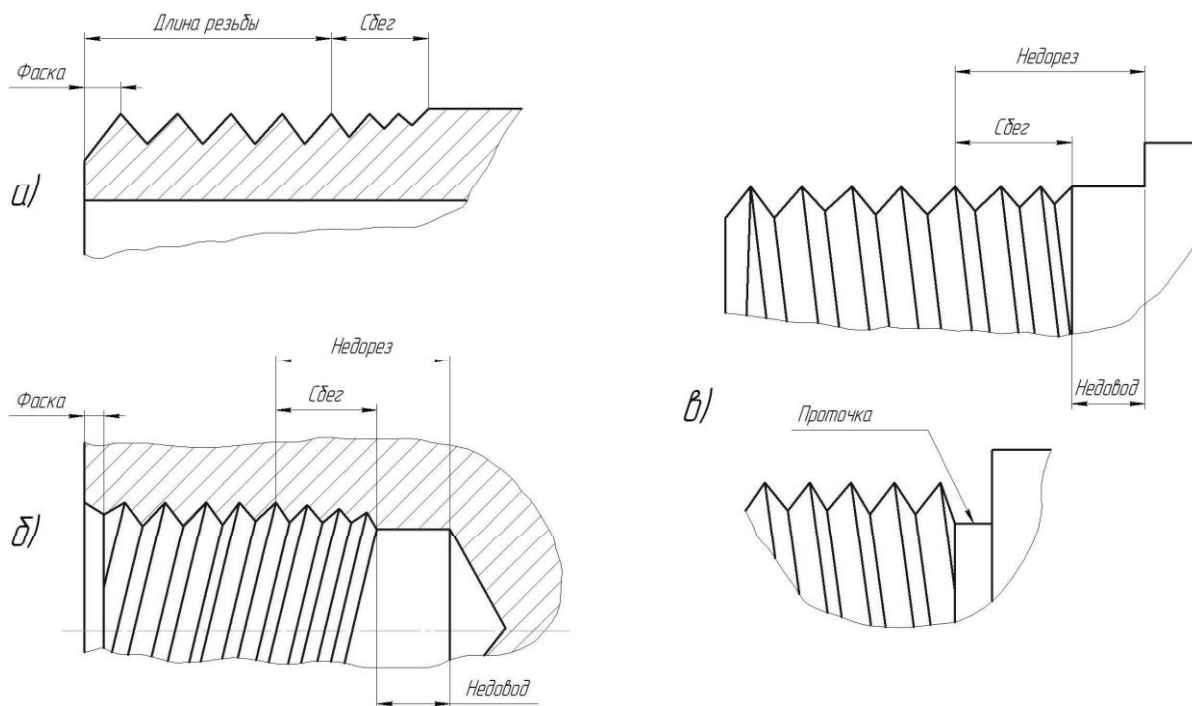


Рисунок 8. Конструктивные элементы резьбы

Изображение резьбы.

Согласно **ГОСТ 2.311-68**, на чертежах резьбу изображают условно, независимо от профиля резьбы. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, резьбу изображают сплошной основной линией по наружному диаметру резьбы и сплошной тонкой линией по внутреннему диаметру резьбы, на всю длину резьбы, включая фаску, (рис. 9, а).

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, равную $3/4$ окружности и разомкнутую в любом месте (начало и конец дуги не должны совпадать с осью).

На изображениях резьбы в отверстиях сплошные основные и сплошные тонкие линии меняются местами, (рис. 9, б).

Сплошную тонкую линию наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии, (рис. 9), но не более шага резьбы.

Штриховку в разрезах доводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне, (рис. 9, в), и до линии внутреннего диаметра в отверстии, (рис. 9, б). Фаски на стержне с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают, (рис. 9).

Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят в конце полного профиля резьбы (до начала сбega) сплошной основной линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая (рис. 10)), доводя ее до линий наружного диаметра резьбы. При необходимости сбег резьбы изображают тонкими линиями, проводимыми примерно под углом 30° к оси, (рис. 10, а, б).

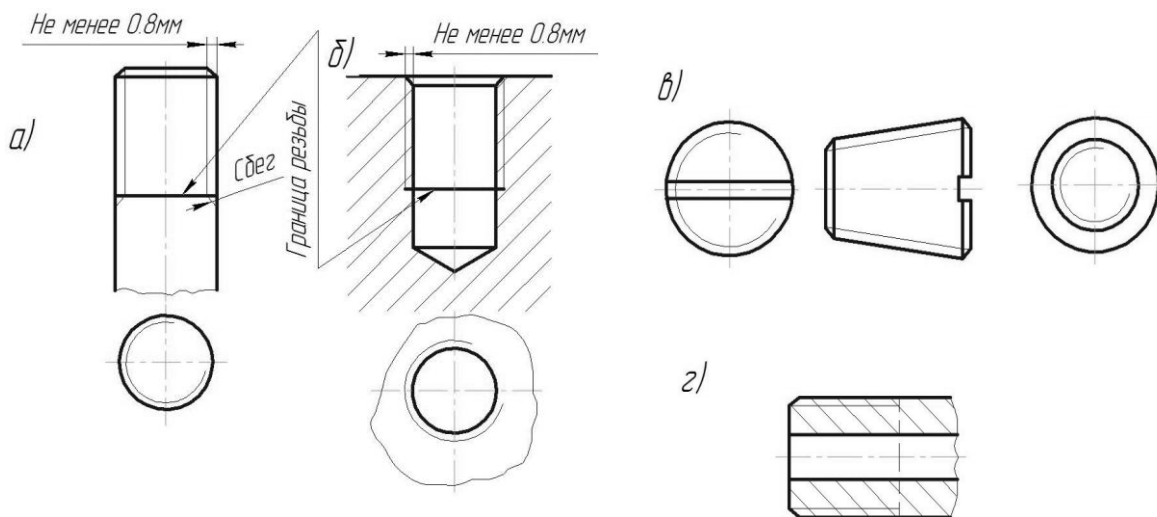


Рисунок 9. Изображение резьбы на чертежах

Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам, (рис. 10).

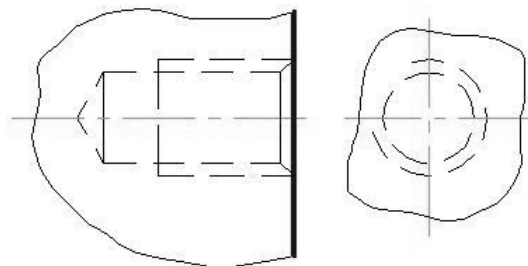


Рисунок 10. Изображение невидимых поверхностей с резьбой

Размер длины резьбы указывают следующим образом:

- при изображении длины резьбы полного профиля, как правило, без сбегов – в соответствии с рис. 11, а;
- при необходимости изображения длины всей нарезанной части со сбегом – в соответствии с рис. 11, б;
- при необходимости указать величину сбегов резьбы – в соответствии с рис. 11, в.

Длину резьбы в отверстии проставляют так, как показано на рис. 11, г, д.

Сбег резьбы изображают сплошной тонкой линией, (рис. 9, рис. 11).

На разрезах резьбового соединения изображают стержень с резьбой, закрывающей резьбу в отверстии. Таким образом, в продольном разрезе в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбовым стержнем (рис. 12).

Штриховку в разрезах доводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне, и до линии внутреннего диаметра в отверстии (рис. 12).

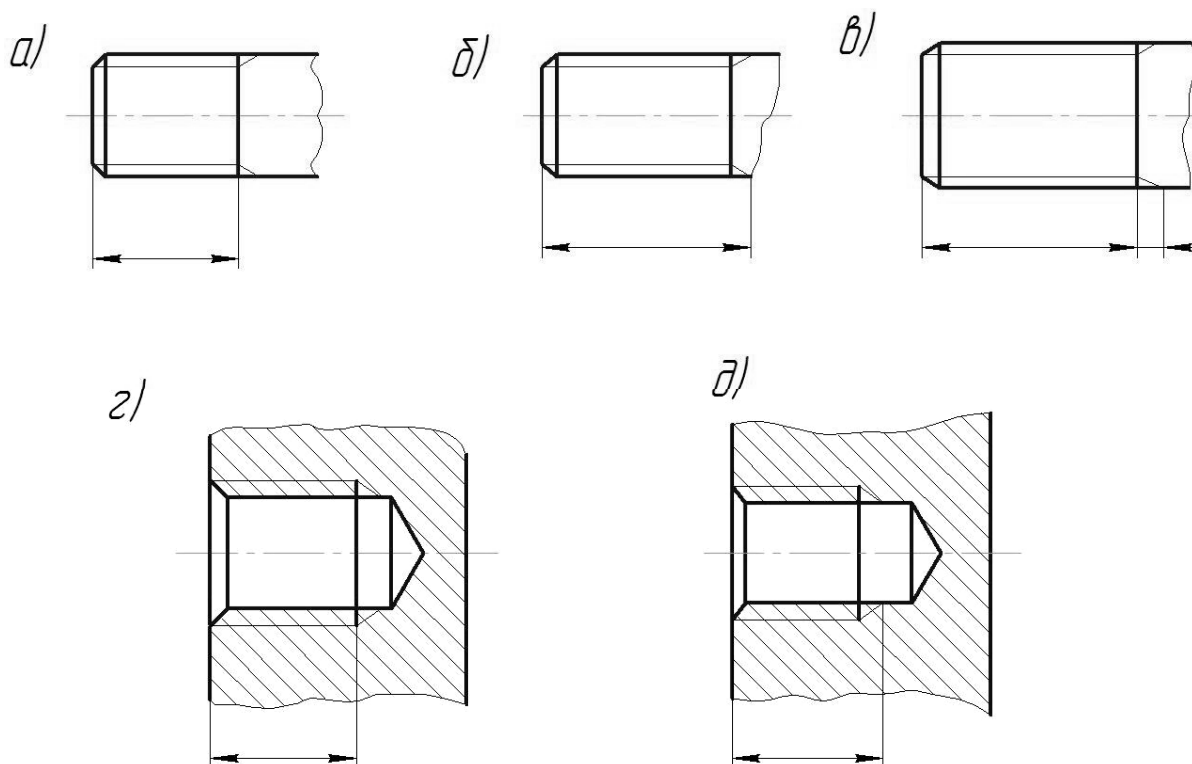


Рис. 11. Простановка длины резьбы

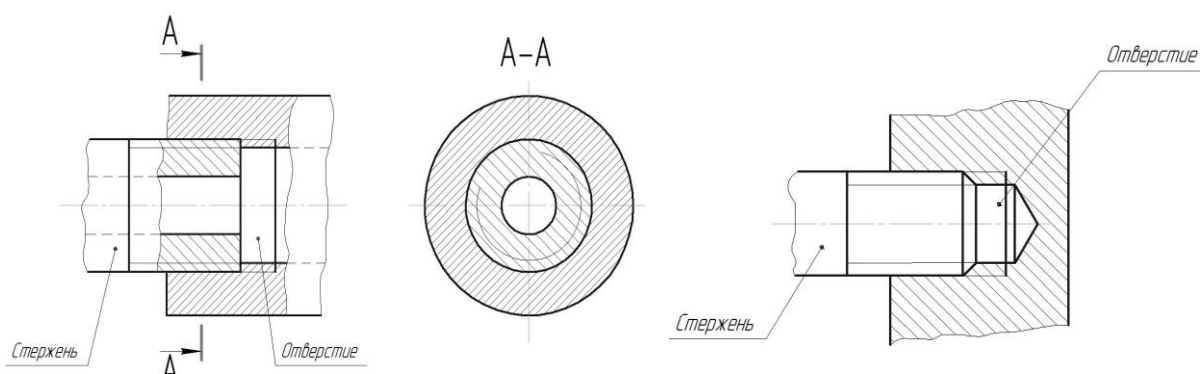


Рисунок 12. Обозначение резьбы на разрезах

Обозначение резьбы. В общем случае в обозначение резьбы входит буквенный знак резьбы.

Цилиндрические резьбы:

- метрическая цилиндрическая – **M** (мм);
- трапецеидальная – **Tr** (мм);
- упорная – **S** (мм);
- трубная цилиндрическая – **G** (в дюймах).

Конические резьбы:

- трубная коническая – **R** (в дюймах);
- метрическая коническая – **МК** (мм);

Обозначение основных параметров резьбы:

- номинальный размер (в миллиметрах или дюймах);

- размер шага, если он мелкий (в миллиметрах);
- для многозаходной резьбы – значение хода с указанием в скобках шага;
- для однозаходной резьбы крупный шаг не указывают;
- для левой резьбы – проставляют буквы **LH** (для правой резьбы буквенное обозначение обычно не проставляется).

Обозначения всех резьб, кроме конических и трубной цилиндрической относят на изображениях к наружному диаметру (рис. 13).

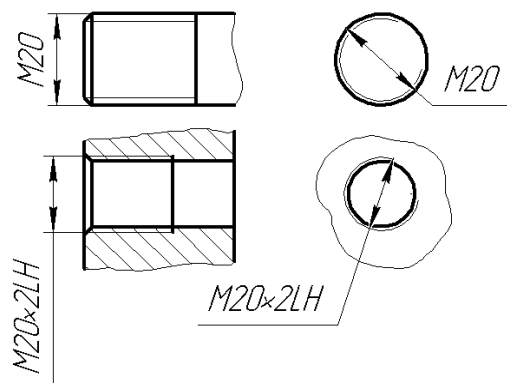


Рисунок 13. Обозначение размера резьбы

В зависимости **от назначения и конструкции** различают резьбы:

- общего назначения;
- специальные, предназначенные для применения на изделиях определенных видов;
- крепежные, предназначенные, как правило, для неподвижного разъемного соединения составных частей изделия;
- ходовые, предназначенные для передачи движения.

Все крепежные детали стандартизованы и имеют в основном метрическую резьбу.

В качестве крепежных деталей мы будем рассматривать болты, винты, шпильки и гайки, (рис. 14).

Болт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом, (рис. 14, а). Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 – 70.

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется **болтовым соединением**, (рис. 14, а). На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка. При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов.

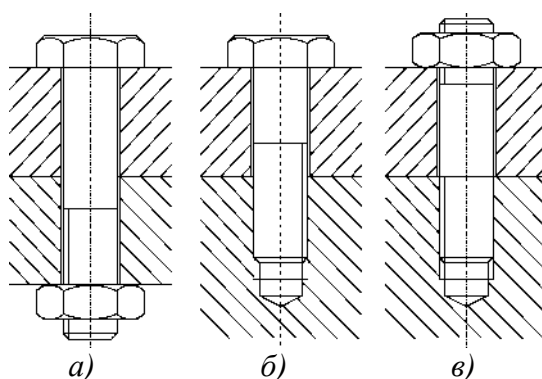


Рисунок 14. Соединения деталей:
a – болтом; *б* – винтом; *в* - шпилькой

Для определения длины l болта необходимо составить сборочную размерную цепь. Эта размерная цепь позволяет определить длину l болта, обеспечив при этом необходимый запас резьбы при выходе конца болта из гайки. Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

$$l = b + f + h + S + m + a + Z,$$

где:

b, f, h - толщина соединяемых деталей;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе болта из гайки;

Z - высота фаски болта.

Величины b, f, h известны; S и m даны в соответствующих стандартах; Z и a выбираются в зависимости от шага резьбы. Полученный размер округляется до ближайшего размера длины болта по таблице ГОСТ 7798 – 70, [3].

Шпилька представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах, (рис. 10, *в*). Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется **ввинчиваемым (посадочным)** концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется **стяжным концом**. Конструкция и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032 - 76 ... ГОСТ 22043 - 76.

Скрепление двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы, (рис. 14, *в*). Его используют вместо болтового, когда изготовлять сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта.

Длина b_1 ввинчиваемого конца шпильки зависит от диаметра шпильки и материала детали, в которую она ввинчивается и определяется согласно формулы:

$$b_1 = \begin{cases} d - \text{ГОСТ 22032} - 76, 22033 - 76 - \text{для стали, бронзы, латуни;} \\ 1,25d - \text{ГОСТ 22034} - 76, 22035 - 76 \\ 1,6d - \text{ГОСТ 22036} - 76, 22037 - 76 \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} d \\ 1,25d \\ 1,6d \end{matrix}} \right\} - \text{для ковкого и серого чугуна};$$

$$\begin{cases} 2d - \text{ГОСТ 22038} - 76, 22039 - 76 \\ 2,5d - \text{ГОСТ 22040} - 76, 22041 - 76 \end{cases} \left. \vphantom{\begin{matrix} 2d \\ 2,5d \end{matrix}} \right\} - \text{для легких сплавов}.$$

Для определения длины гаечного конца шпильки необходимо составить сборочную размерную цепь, что сможет обеспечить необходимый запас резьбы при выходе конца шпильки из гайки (размер a). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

$$L = b + S + m + a + Z,$$

где:

b - толщина присоединяемой детали;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе шпильки из гайки;

Z - высота фаски шпильки.

Величина b известна; S и m даны в соответствующих стандартах; Z и a выбираются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Полученный размер L округляется до ближайшего размера стяжного конца шпильки по таблице стандарта, [3].

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом, (рис. 10, б). Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются **крепежными**, для фиксирования относительного положения деталей – **установочными**. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом.

При помощи крепежных винтов можно скреплять две и более детали. Для этого в последней из них делается резьбовое отверстие, а в остальных – гладкие соосные отверстия диаметром, большим диаметра винта. Винт свободно проходит через гладкие отверстия скрепляемых деталей и ввинчивается в резьбовое отверстие последней из них, (рис. 14, б). Глубина l_1 ввинчивания винта зависит от материала детали и принимается равной d для стали, бронзы и латуни, $1,25 d$ – для ковкого и серого чугуна и $2 d$ – для легких сплавов (d - наружный диаметр резьбы винта).

В первой из скрепляемых деталей делается коническая зенковка (углубление под головку) для винтов с полупотайной и потайной головками или цилиндрическая – для винтов с цилиндрической головкой.

При вычерчивании соединения деталей при помощи винтов, конструктивные размеры винтов берутся из соответствующего стандарта [3],

при этом необходимо обратить внимание на то, что у винтов с потайной и полупотайной головками потайная часть ее включается в длину винта.

Гайка представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глухим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку, (рис. 15).

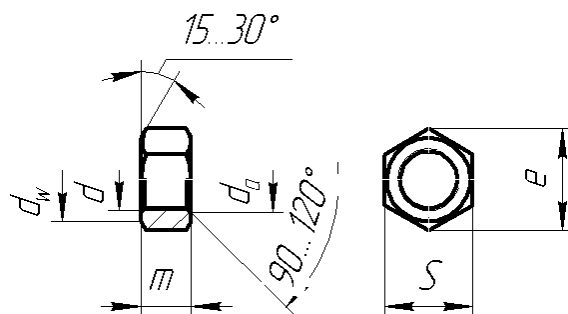


Рисунок 15. Основные параметры гайки

Шайба – деталь, закладываемая под гайку или головку болта и предназначенная для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для их стопорения. Шайбы разделяют на шайбы **плоские** ГОСТ 11371-78, ГОСТ 28961-91, ГОСТ 6958-78, ГОСТ 10450-78, **пружинные** ГОСТ 6402-70, **стопорные** ГОСТ 13463-77, ГОСТ 13465-77, ГОСТ 10462-81, ГОСТ 10463-81, ГОСТ 10464-81, **косые** ГОСТ 10906-78 и др.

Плоские шайбы имеют два исполнения: исполнение **1** – без фаски, и исполнение **2** – с фаской.

Пружинные шайбы предохраняют гайку от самоотвинчивания при толчках и сотрясениях. Пружинные шайбы разделяют на легкие (**Л**), нормальные (**Н**), тяжелые (**Т**) и особо тяжелые (**ОТ**).

На крепежных резьбовых изделиях (кроме фитингов) нарезается метрическая резьба с крупными и мелкими шагами по ГОСТ 8724 – 81; допуски резьбы – по ГОСТ 16098 - 81.

Метрическая резьба имеет треугольный профиль с углом $\alpha = 60^\circ$, (рис. 16, а).

На трубах и на деталях трубных соединений (тройниках, крестовинах, отводах, контргайках и т. п.) нарезают трубную резьбу.

Эта резьба имеет треугольный профиль с углом $\alpha = 55^\circ$, (рис. 16, б).

Обозначают трубную резьбу в дюймах (1 дюйм = 25,4 мм).

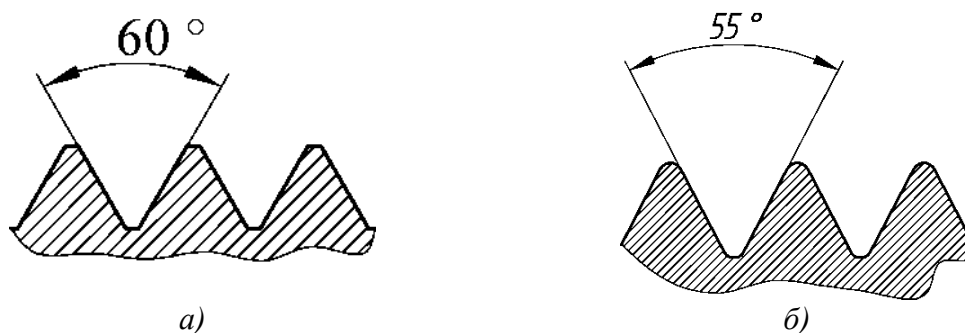


Рисунок 16. Профиль метрической (а) и трубной цилиндрической (б) резьбы

Обозначения крепежных деталей.

На рисунке 17 приведена структура обозначения крепежных деталей.

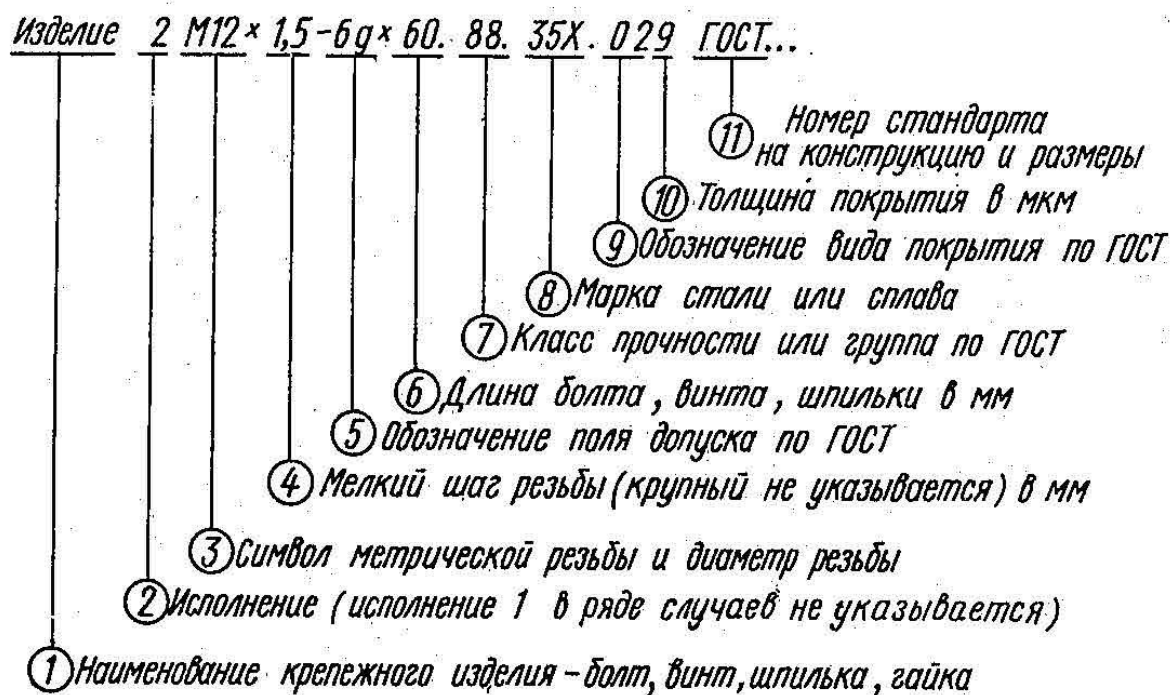


Рисунок 17. Структура обозначения крепежных деталей

Например:

Болт 2М12х1,25-6gх60.58.35Х.029 ГОСТ...

где:

Болт - наименование крепежного изделия: болт, винт, шпилька, гайка.

2 – исполнение (исполнение 1 не указывается);

М12 – символ метрической резьбы и ее наружный диаметр;

1,25 – мелкий шаг резьбы в мм (крупный шаг не указывается);

6g – поле допуска резьбы по ГОСТ 16093 – 81;

60 – длина болта, винта, шпильки в мм;

58 – класс прочности или группа по ГОСТ 17594 – 78;

35Х – марка легированной стали или сплава (марка углеродистой стали не указывается);

02 – обозначение вида покрытия по ГОСТ 17594 – 87;

9 – толщина покрытия по ГОСТ 9.303 – 84;

ГОСТ – номер стандарта на конструкцию и размеры.

Пример условного обозначения болта с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g, без покрытия:

Болт М12-8gх60.58 ГОСТ 7798 - 70.

Условное обозначение болта класса прочности 10.9, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Болт 2М12х1,25-6gх60.109.40Х.106 ГОСТ 7798 - 70.

Пример условного обозначения шпильки диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной $l = 90$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька М16-6gx90.58 ГОСТ 22032 - 76

Условное обозначение шпильки с мелким шагом резьбы $P = 1,5$ мм, класса прочности 10.9, из стали 40Х, с покрытием 02, толщиной 6мкм:

Шпилька М16х1,5-6gx90.109.40Х.026 ГОСТ 22032 - 76

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы $d = 12$ мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М12-7Н.5 ГОСТ 5915 - 70

Условное обозначение гайки класса прочности 12, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы $P = 1,25$, с полем допуска 6Н, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Гайка 2М12х1,25-6Н.12.40Х.016 ГОСТ 5915 - 70

Фаски, имеющиеся на концах болтов, шпилек, винтов и на торцах резьбовых отверстий гаек, гнезд и фитингов, делаются для предохранения крайних витков резьбы от повреждений и для удобства заворачивания.

Пример обозначения плоской шайбы под болт с резьбой М12, выполненной из стали 10, покрытие окисное (05) толщиной 9 мкм.

Шайба 2.12.10.059 ГОСТ 11371-68

Пример обозначения пружинной легкой шайбы под болт с резьбой М12, выполненной из бронзы марки БрКМц3-1 без покрытия:

Шайба 12Л БрКМц3-1 ГОСТ 6402-70.

Пример обозначения пружинной нормальной шайбы для винта с резьбой М12, выполненной из стали марки 65Г с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм.

Шайба 12.65Г.029 ГОСТ 6402-70.

3.1.2 Разъемные подвижные соединения

К разъемным подвижным соединениям (которые мы будем рассматривать) относятся соединения шпонкой и шлицами.

Шпонки применяют для разъемного соединения деталей при передаче крутящего момента и осевых усилий, например, в соединении вала с зубчатым колесом, шкивом, муфтой, кулачком и подобными деталями (рис. 18). На валу фрезеруют паз под шпонку, такой же паз делают в отверстии насаживаемой на вал детали. Шпонка одновременно входит в эти оба паза и соединяет вал с деталью, например, с зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента.

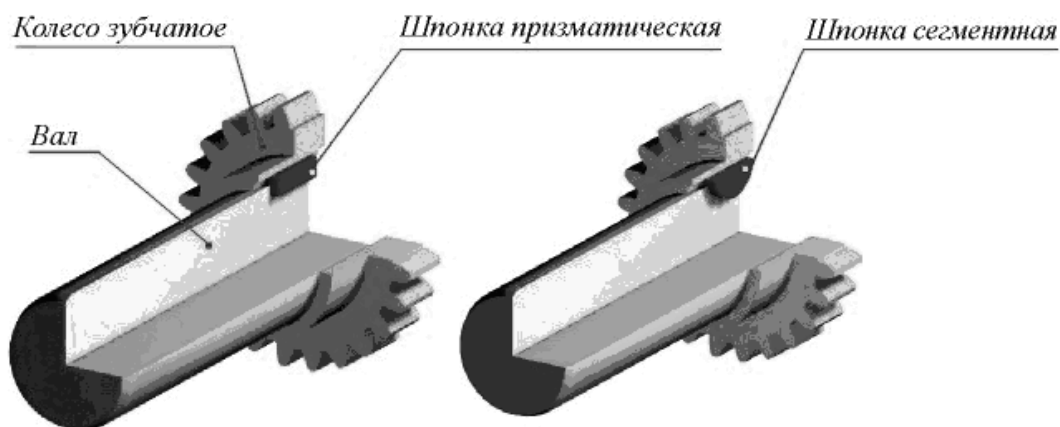


Рис. 18. Шпоночное соединение

Применяют различные типы шпонок: **призматические, сегментные и клиновые.**

Призматические шпонки выполняют в трех исполнениях (рис. 19, а, 19, б):

- исполнение 1 со скругленными торцами;
- исполнение 2 оба боковых торца плоские;
- исполнение 3 – один торец скругленный, а другой – плоский.

Пример условного обозначения шпонки призматической, исполнения 1, с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм и длиной $l = 100$ мм:

Шпонка 18x11x100 ГОСТ 23360-78

Условное обозначение шпонки с теми же параметрами, исполнения 2:

Шпонка 2-18x11x100 ГОСТ 23360-78

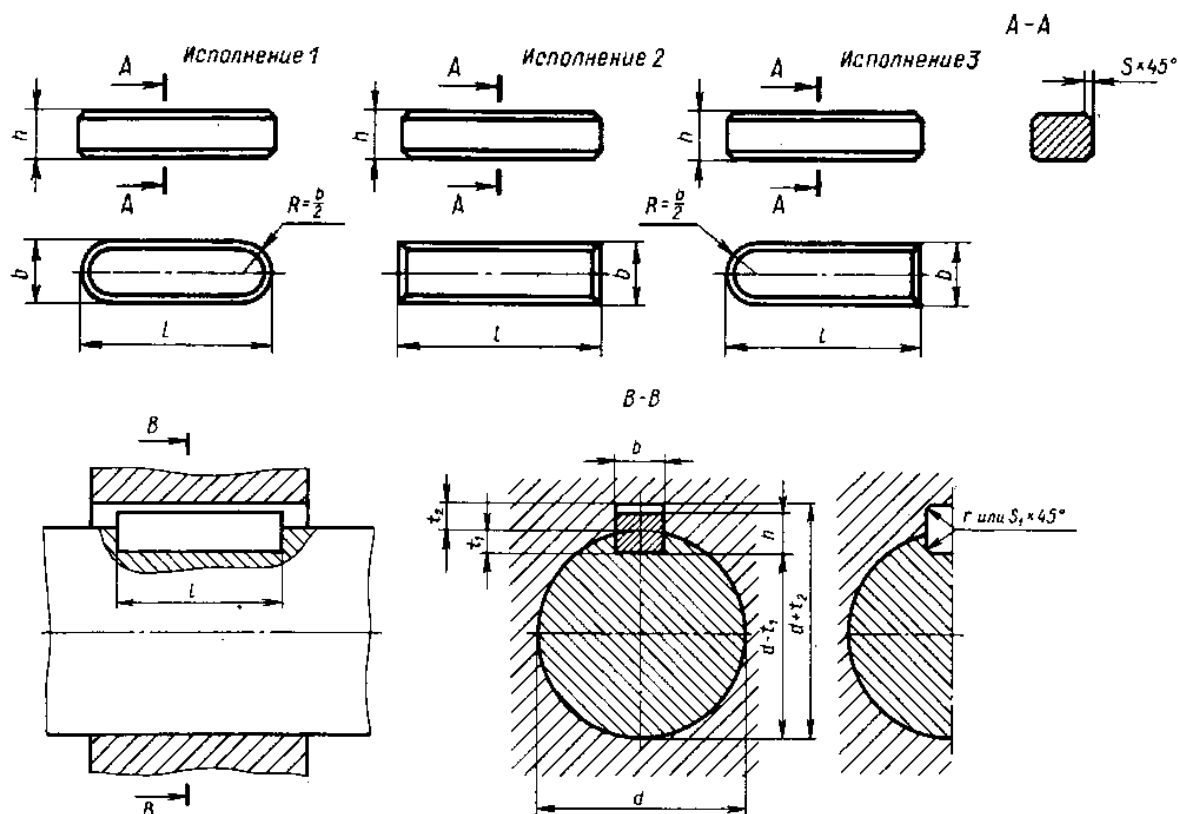


Рис. 19. Призматические шпонки

Сегментные шпонки бывают двух исполнений, (рис. 20). Размеры шпонок и пазов для них стандартизованы и зависят от диаметра вала, [3].

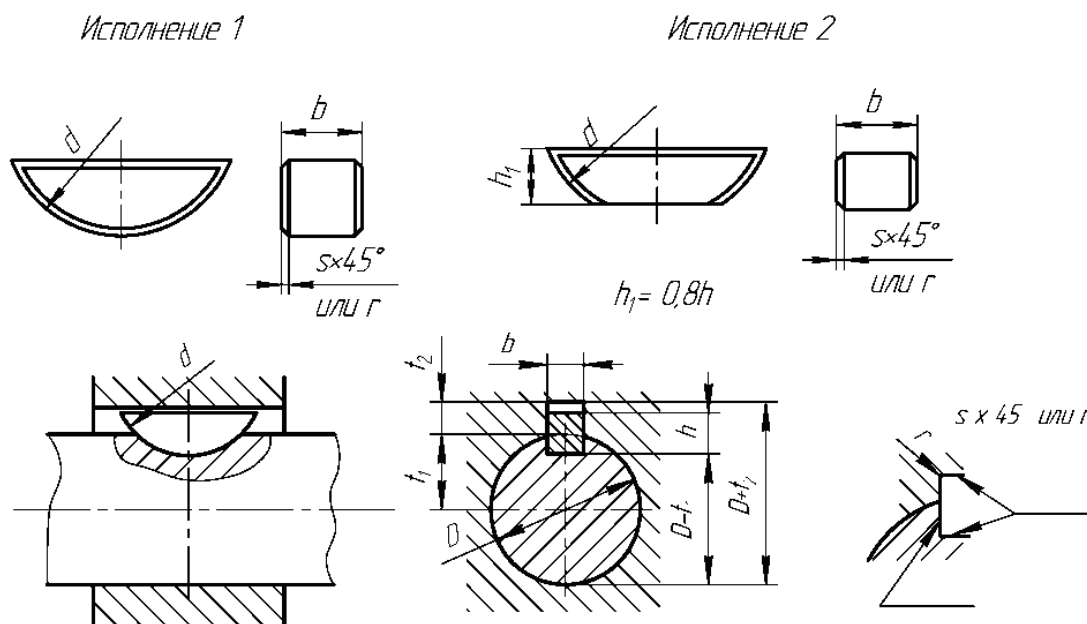


Рисунок 20. Сегментные шпонки

Пример условного обозначения шпонки сегментной нормальной формы с размерами $b \times h_1 = 5 \times 6,5$ мм:

Шпонка 5x6,5 ГОСТ 24071-97

Шлицы – это равномерно расположенные продольные выступы и впадины на валу (рис. 21) или в отверстии для соединения деталей с целью передачи вращательного движения и усилий.

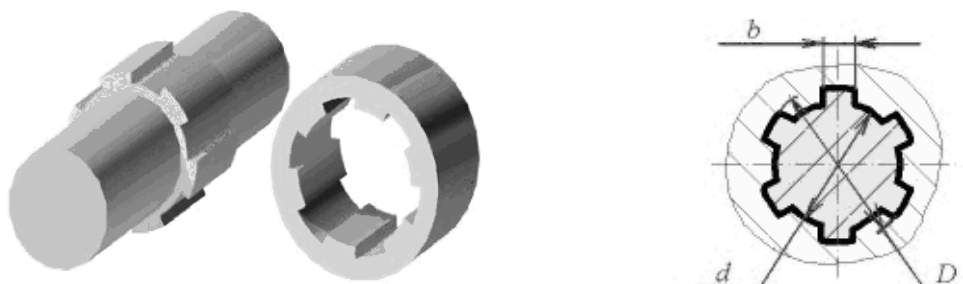


Рисунок 21. Соединение шлицами

По форме профиля выступов различают прямобоочные, треугольные и эвольвентные зубчатые соединения. Прямобоочные и эвольвентные зубчатые соединения стандартизованы (ГОСТ 1139 - 80 и ГОСТ 6033 - 80 соответственно).

Стандартом предусмотрены три серии соединений – легкая, средняя и тяжелая, отличающиеся друг от друга высотой и количеством зубьев (шлицев). Шлицевые соединения треугольного профиля нестандартизованы.

Основные параметры прямобочных шлицевых соединений: число зубьев Z , внутренний диаметр d , наружный D , ширина зуба b (рис. 21).

Для обозначения шлицевой части вала необходимо знать форму (профиль) шлицов, способ (поверхность) центрирования шлицевого соединения, количество и размеры шлицов.

Для шлицов прямостороннего профиля (ГОСТ 1139-80) применяют три способа центрирования (рис. 22)

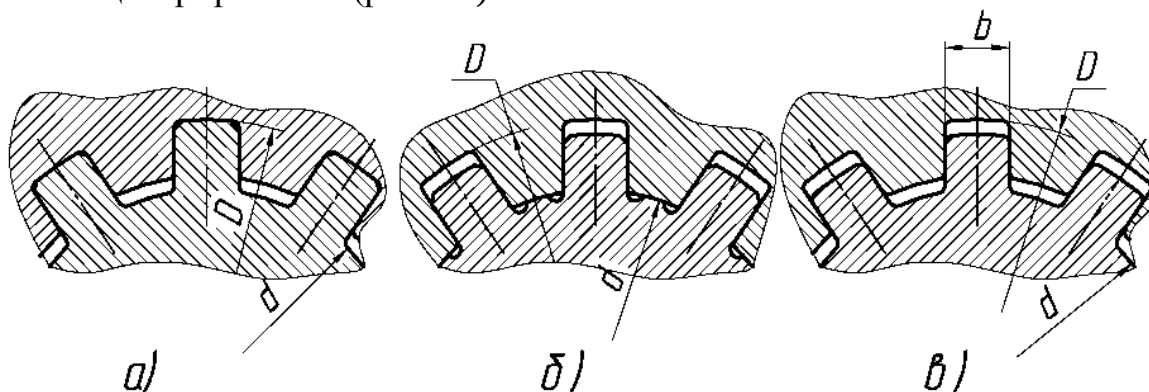


Рисунок 22. Способы центрирования прямобочных шлицев

- а) центрирование по наружному диаметру D ; зазор d (рис. 22, а);
 б) центрирование по внутреннему диаметру d ; зазор D (рис. 22, б);
 в) центрирование по боковыми граням зубцов b ; зазор D , d (рис. 22, в).
 Структура обозначения шлицевой части вала прямостороннего профиля:

	$C - Z \times d \times D \times b$
Поверхность центрирования	
Количество шлицов	
Диаметр впадин, мм	
Диаметр выступов, мм	
Ширина шлица зубца, мм	

Например, для вала с прямосторонними шлицами, если заданы $Z=6$; $d=23$ мм; $D=26$ мм; $b=6$ мм, имеем:

- при центрировании по D : $D - 6 \times 23 \times 26 \times 6$;
- при центрировании по d : $d - 6 \times 23 \times 26 \times 6$;
- при центрировании по b : $b - 6 \times 23 \times 26 \times 6$.

3.2 Неразъемные соединения

3.2.1 Соединения сваркой

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка позволяет создавать принципиально новые конструкции машин и сооружений, основанные на использовании катаных,

литых, кованных и штампованных заготовок. Это оказывает влияние не только на отдельные детали объектов, но и на форму всей конструкции.

Сварка – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД.

Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения:

видимый – сплошной основной линией (рис. 23, а) **невидимый** – штриховой линией, (рис. 23, з).

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 23), которая вычерчивается сплошной тонкой линией толщиной $(S/2) \dots (S/3)$, но не тоньше 0,3 мм для чертежей, выполняемых карандашом. Линия-выноска выполняется под углом $30^\circ \dots 60^\circ$ к линии шва. При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+" (рис. 23, б). Невидимые одиночные точки не изображают.

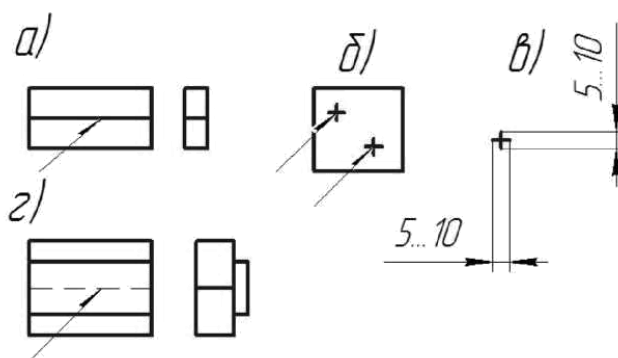


Рисунок 23. Изображения сварных швов

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

1) **СТЫКОВОЕ**, обозначаемое буквой **С**, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами, (рис. 24, а);

2) **УГЛОВОЕ (У)**, при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего – 90° и соединяются по кромкам, (рис. 24, б);

3) **ТАВРОВОЕ (Т)**, при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали, (рис. 24, в);

4) **НАХЛЕСТОЧНОЕ (Н)**, при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой, (рис. 24, г).

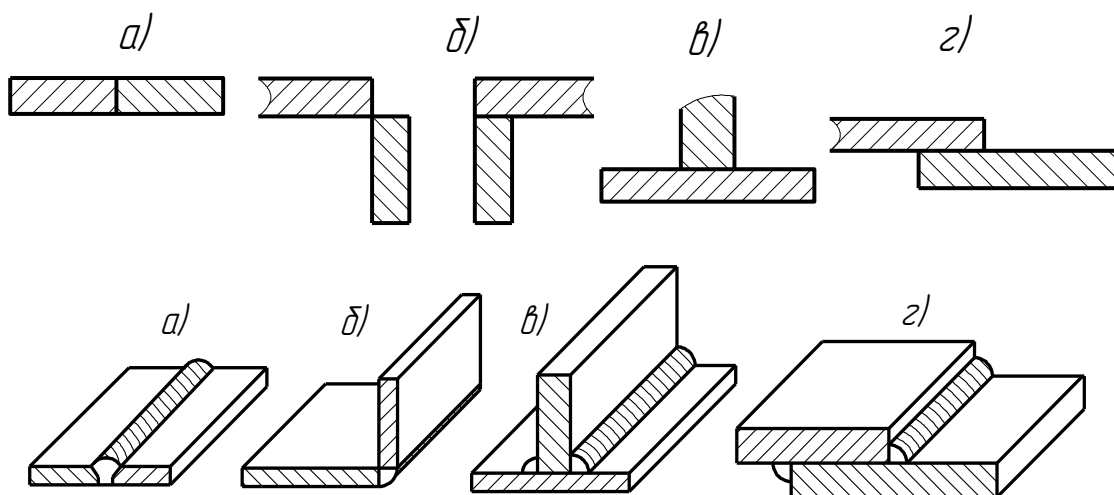


Рисунок 24. Виды сварных соединений

По характеру расположения швы делятся на **односторонние** и **двусторонние**, (рис. 25). Швы могут быть **сплошные** и **прерывистые**.

Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемых участков l с шагом t . Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками l в шахматном или цепном порядке. На изображении сварного шва различают лицевую и обратную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка.

Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва. Если же подготовка кромок симметрична, то за лицевую сторону принимают любую.

Прерывистые швы подразделяются на: а) тавровые; б) внахлестку; в) односторонние; г) цепные; д) шахматные (рис. 25). Длина провариваемого участка прерывистого шва 20...60 мм (или определяется расчетом). Расстояние (или шаг) прерывистого шва выбирают из соответствующего ГОСТа или рассчитывают.

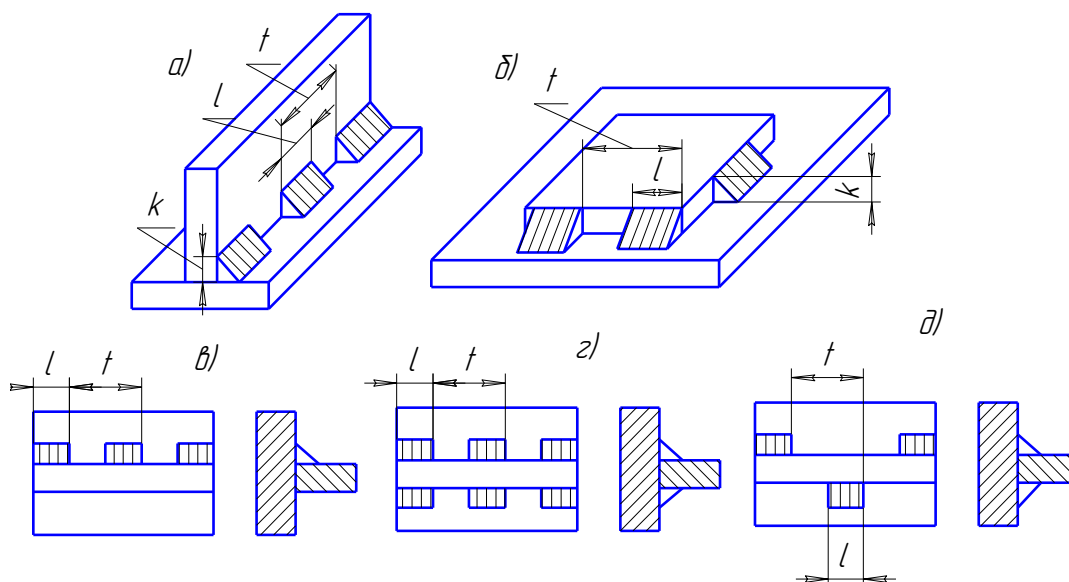


Рисунок 25. Виды сварных швов

Условные обозначения швов сварных соединений включают (рис. 26):

Место 1. На изломе линии-выноски помещают знак №1 – шов по замкнутой линии.

Место 2. Обозначение стандарта.

Место 3. Обозначение шва по стандарту.

Место 4. Обозначение способа сварки по стандарту.

Место 5. Размер катета шва в миллиметрах (для соединений таврового, углового и внахлестку).

Место 6. Для прерывистых швов – длина провариваемого участка и размер шага. Для точечных швов – размер пятна и размер шага.

Место 7. Дополнительные знаки. После знаков (при их наличии) ставят обозначение шероховатости поверхности, полученной механической обработкой шва.

Место 8. Шов сваривать при монтаже изделия.

Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов принимается в зависимости от способа сварки изделия.

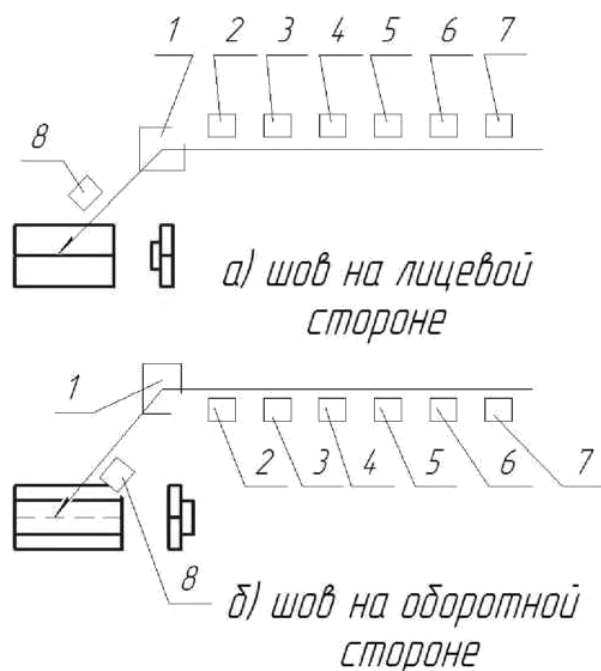


Рисунок 26. Условные обозначения сварного шва

Тип соединения, форма подготовки кромок, характер сварного шва, форма поперечного сечения, условное обозначение сварного шва, толщина свариваемых деталей, способ сварки по ГОСТ приведены в таблицах, [3].

Знак катета представляет равнобедренный треугольник и применяется при обозначении катета шва в угловых, тавровых соединениях и соединениях внахлестку. Высота треугольника и других вспомогательных знаков не должна превышать высоты букв и цифр, применяемых в условном обозначении. Выполняется сплошной тонкой линией. Для букв и цифр рекомендуется шрифт размером 5 мм при высоте размерных чисел на этом же чертеже 3,5 мм.

3.2.2 Соединения паянные и клеенные

Паянные соединения находят широкое применение в приборостроении, электротехнике, ремонте машин и оборудования. При пайке поверхности деталей нагреваются до температур, не приводящих к их плавлению. Зазор же между соединяемыми деталями заполняется расплавленным припоем, имеющим температуру плавления существенно ниже температуры плавления самих деталей. Для пайки наиболее часто используются либо мягкие оловянно-свинцовые припои марки ПОС по **ГОСТ 21930-76** (в чушках) и **ГОСТ 21931-76** (в изделиях), либо твердые медно-цинковые марки ПМЦ по **ГОСТ 23137-78** и серебряные марки ПСр по **ГОСТ 19738-74**.

Пайку обозначают знаком , склеивание обозначают знаком . Толщина этих знаков равна толщине сплошной основной линии **S**. Условные знаки, обозначающие пайку и склеивание, наносят на наклонном участке линии выноски. Линию выноски заканчивают двусторонней стрелкой, когда

показывают видимый шов, и точкой – при указании невидимых плоскостей соединения (рис. 27).

Швы, получаемые пайкой и склеиванием, на видах и разрезах изображают сплошной основной линией толщиной $2S$.

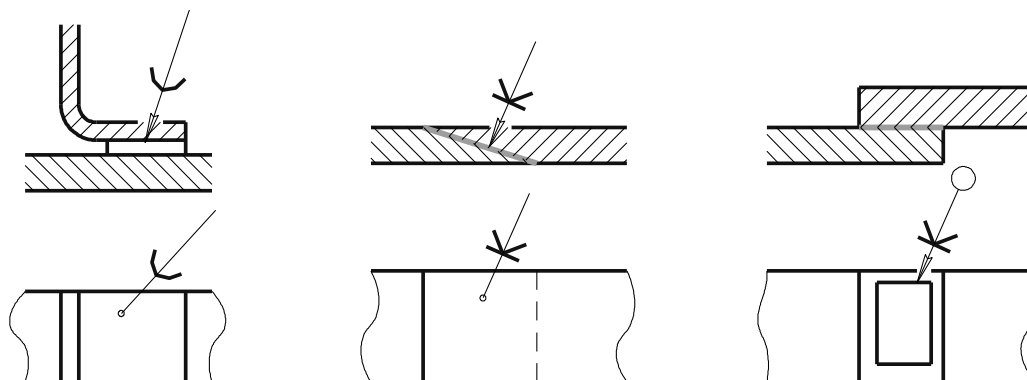


Рисунок 27. Обозначение паянных и клеенных швов (поверхностей)

Шов, выполненный по замкнутой линии, обозначают окружностью диаметром $3 \dots 5$ мм, выполняемой тонкой линией (рис. 27).

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же материалом, присваивают один порядковый номер, который наносят на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал указывают согласно ГОСТу.

4. ПОШАГОВОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Пример выполнения задания расчетно-графической работы (см. приложение 3)

Исходные данные:

1) соединение болтом, соединение шпилькой;

Шпилька

	ГОСТ	22038-76
шпилька	d	18
	винч. конец	P
		класс точности
	гаечн. конец	P
		класс точности
	материал	12X13
гайка	покрытие	—
	ГОСТ	5915-70
	исполнение	2
	материал	38XA
шайба	покрытие	—
	ГОСТ	6402-70
	Тип	норм
	материал	65Г
	покрытие	Кадм.- хром

Болт

	ГОСТ	7805-70
болт	исполнение	3
	d	20
	P	1,5
	класс точности	8g
	материал	16XCH
	покрытие	—
гайка	ГОСТ	5927-70
	исполнение	1
	материал	35
	покрытие	Медь- никель
шайба	ГОСТ	11371-78
	исполнение	1
	материал	Л63

2) соединение шпонкой и шлицами

Вариант	Шлицы			Шпонка			
	ГОСТ	Серия	D	ГОСТ	Исполне- ние	Длина	D ₁
44	1139-80	тяжелая	32	24071-78	1	—	30

3) соединение на резьбе:

Вариант	P	d
44	1,81	30,2

4) соединение сваркой:

Вариант	Вид сварного соединения	Тип и способ сварки	Обозначение шва	Катет шва
16	Нахлесточное	Ручная	Н1	10

Решение:

Для вычерчивания шпильки:

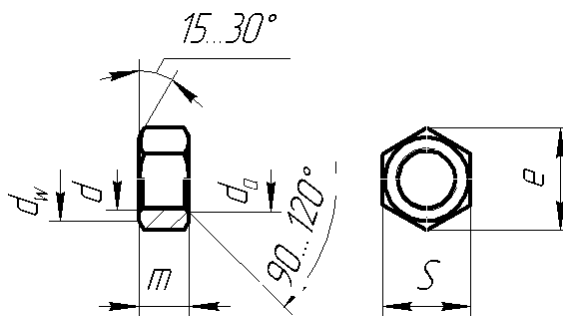
– сделаем расчет посадочного конца, согласно исходных данных ГОСТ шпильки 22038-76, тогда посадочный конец согласно формулы:

$$b_1 = \begin{cases} d - \text{ГОСТ 22032} - 76, 22033 - 76 - \text{для стали, бронзы, латуни;} \\ 1,25d - \text{ГОСТ 22034} - 76, 22035 - 76 \\ 1,6d - \text{ГОСТ 22036} - 76, 22037 - 76 \end{cases} - \text{для ковкого и серого чугуна;} \\ \begin{cases} 2d - \text{ГОСТ 22038} - 76, 22039 - 76 \\ 2,5d - \text{ГОСТ 22040} - 76, 22041 - 76 \end{cases} - \text{для легких сплавов.}$$

будет составлять:

$$b_1 = 2d = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм};$$

– сделаем расчет гайки:



ГОСТ гайки 5915-70, согласно справочных материалов [3, с.57] имеем шестигранную нормальную гайку с классом точности **B**, для которой $S = 27$ мм, $e = 30$ мм, $m = 16,4$ мм, [3, с.56].

– запас резьбы при выходе шпильки из гайки составляет:

$$a = 0,3d = 0,3 \cdot 18 = 5,4 \approx 5,5 \text{ мм};$$

– шайба пружинная, нормальная, согласно справочных материалов [3, с.63] при диаметре шпильки $d = 18$, толщина шайбы $S = 4,5$ мм;

– толщина присоединяемой детали по максимуму равна 45 мм.

Длину шпильки рассчитаем по формуле:

$$L = b + S + m + a + Z,$$

где:

b - толщина присоединяемой детали;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе шпильки из гайки;

Z - высота фаски шпильки.

$L = 45 + 4,5 + 16,4 + 5,5 = 71,4$ мм, (при этом высотой фаски шпильки пренебрегаем).

Поскольку длина шпильки есть величина стандартизованная, выбираем её из соответствующего ряда [3, с.47] и принимаем равной 70мм.

Однако с учетом того, что место на чертеже ограничено, мы сокращаем толщину одной из соединяемых поверхностей и принимаем ее равной 16 мм, тогда длина шпильки будет равна:

$L = 16 + 4,5 + 16,4 + 5,5 = 42,4$ мм, (при этом высотой фаски шпильки пренебрегаем) и принимает равной 40 мм.

Шаг резьбы гаечного конца шпильки составляет $P = 1,5$, что при диаметре $d = 18$ мм является мелким шагом.

По данным расчета вычерчиваем шпильку, изображая резьбу на стержне шпильки сплошной тонкой линией на расстоянии не менее 0,8 мм и не более 1,5 мм; на виде сверху резьбу изображаем сплошной тонкой линией на $\frac{3}{4}$ длинны окружности на расстоянии $0,8 \div 1,5$ мм.

Для вычерчивания болта сделаем его расчет:

– при диаметре $d = 20$, запас резьбы при выходе болта из гайки составляет: $a = 0,3d = 0,3 \cdot 20 = 6$ мм;

– ГОСТ гайки болта 5927-70 – шестигранная нормальная, класс точности А [3, с.57], ее высота составляет $0,8d = 16$ мм;

– толщина шайбы составляет по заданию $0,15d = 3$ мм;

– толщину соединяемых поверхностей в сумме выбираем равной 40 мм (на 5 мм меньше, чем по заданию в виду того, что место, отведенное для соединения болтом ограничено);

– высота головки болта по заданию равна $0,7d = 14$ мм;

– диаметр шайбы по заданию составляет $2,2d = 44$ мм.

Рассчитаем длину болта:

$$l = b + f + h + S + m + a + Z,$$

где:

b, f, h - толщина соединяемых деталей;

S - толщина шайбы;

m - высота гайки;

a - запас резьбы при выходе болта из гайки;

Z - высота фаски болта.

Получаем:

$l = 40 + 3 + 16 + 6 = 65$ мм (величина стандартная [3, с.43]), при этом высотой фаски пренебрегаем.

Вид гайки сверху:

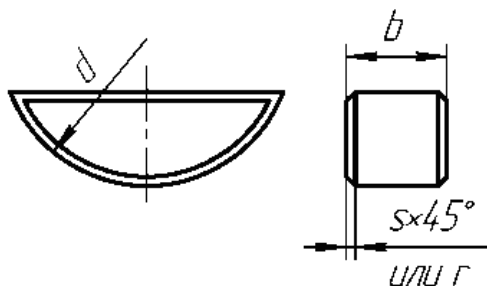
Гайка в нашем случае шестигранная нормальная, т.е. в основе правильный шестиугольник, для вычерчивания которого следует начертить окружность диаметром $2d = 40$ мм в которую вписать правильный шестиугольник по правилам геометрии.

По данным расчета вычерчиваем болт, шаг резьбы которого $P = 1,5$, что при диаметре $d = 20$ мм является мелким шагом. Резьбу на стержне болта и с торца изображаем по всем правилам.

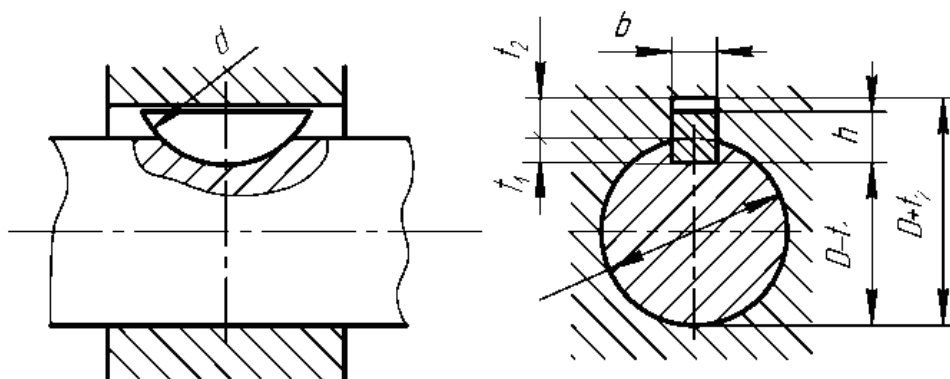
Далее, приступаем к расчету соединения шпонкой и шлицами.

В нашем случае ГОСТ шпонки 24071-80 – сегментная, исполнение 1

Исполнение 1

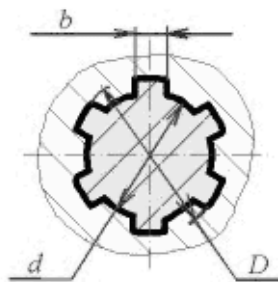


Высота шпонки при диаметре вала $D_1 = 30$ равна $h = 11$ мм, ширина $b = 8$ мм, величина $d = 28$, рассчитываемые величины t_1 и t_2 равны соответственно 8,0 мм и 3,3 мм [3, с.67]:



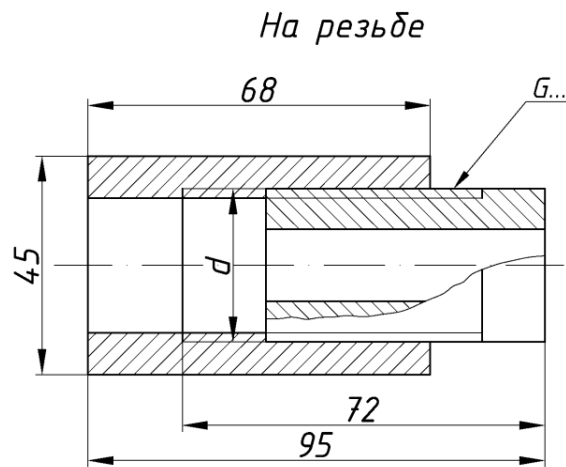
По данным, имеющимся в задании и результатам расчета вычерчиваем соединение шпонкой, указывая секущую плоскость на валу буквой **A** и вычерчиваем соответствующий разрез **A-A**.

Делаем расчет шлицов. По заданию $D = 32$ мм, серия тяжелая, следовательно, количество зубьев $z = 10$, ширина зуба $b = 4$ мм и диаметр по впадинам $d = 26$, [3, с. 73]

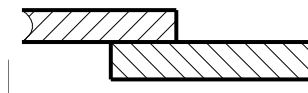


По данным расчета вычерчиваем соединение шлицами, указывая секущую плоскость на валу буквой **B** и вычерчиваем соответствующий разрез **B-B**.

Для вычерчивания соединения на резьбе, следует вычертить трубное соединение по заданным условиям размерам и определить параметр трубной резьбы по справочнику, [3, с. 73]. При заданном $d = 30,2$ и шаге $P = 1,81$, получаем $G = 7/8$



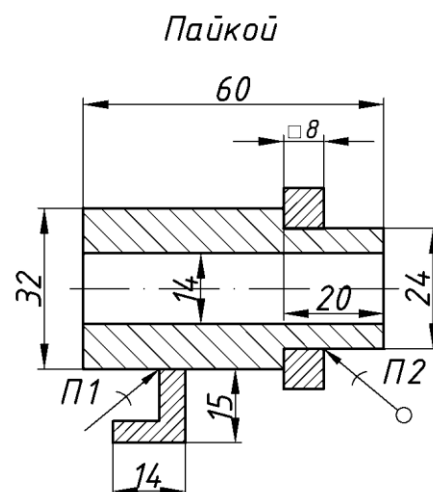
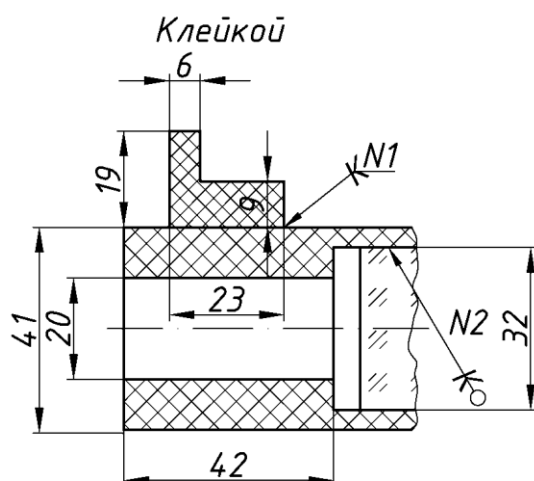
Для вычерчивания сварного соединения определяем его внешний вид:



Далее, по типу и способу сварки – ручная – определяем ГОСТ 5264-80 [3, с 78]. На полке линии выноски надпись будет иметь вид:

ГОСТ 5264-80 – Н1 – Р – $\blacktriangle 10$ ω

Для вычерчивания соединения пайкой и склеиванием изобразим детали согласно задания, при этом паянный и клеенный швы обозначим линией толщиной 2S.



И последнее, обозначения крепежных деталей будут иметь вид:

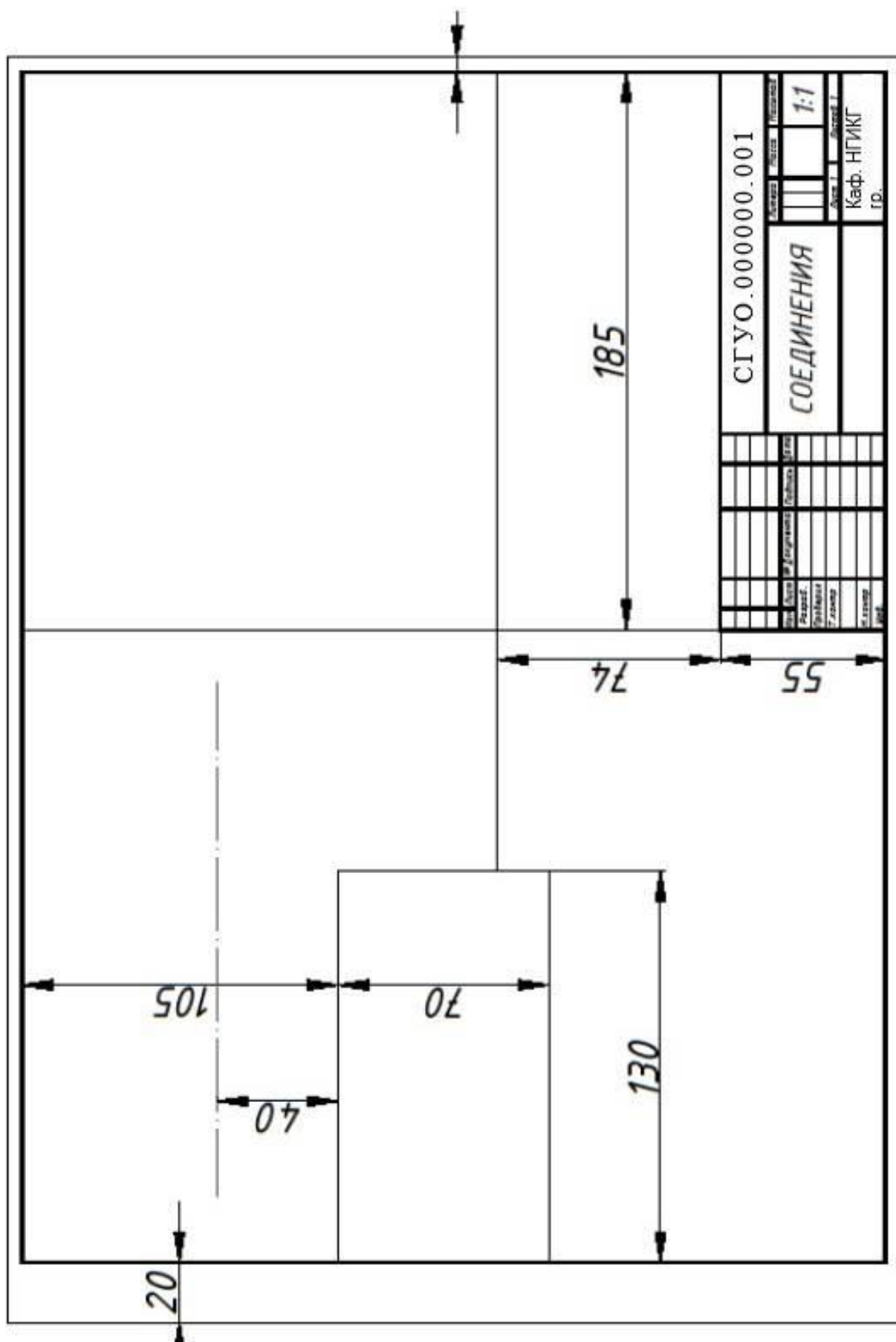
1. Болт 3М20 х 1,5.8g х 65.109.16ХСН ГОСТ 7805 – 70;

2. Гайка 2М 18 х 1,5.6Н.88.38ХА ГОСТ 5915 – 70;
3. Гайка М20 х 1,5.8Н.88.35.037 ГОСТ 5927 – 70;
4. Шайба 18.65Г.027 ГОСТ 6402 – 70;
5. Шайба 20.019 ГОСТ 11371 – 78;
6. Шпилька М18х2,5/1.5.6дх50.22.12Х13 ГОСТ 22038 – 76;
7. Шпонка 8 х 11 ГОСТ 24071 – 80.

Пример оформленного листа задания расчетно-графической работы приведен в приложении 3.

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ГОСТ 2.307-68*** (СТ СЭВ 1976 – 79, СТ СЭВ 2180 – 80). Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений [Текст]. – Взамен ГОСТ 3455 – 59 и ГОСТ 11633 – 65; введ. 1971 – 01 – 01; изм.1987 – 12 – 03. – Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: [сборник] – М.: Изд-во стандартов, 2004. – С. 75–109.
2. **ГОСТ 2.311-68**. Единая система конструкторской документации. Изображения резьбы [Текст]. – Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: [сборник]. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 238 с.
3. **Высоцкая З.Ф., Писаренко М.В., Козленко Б.Г.** Справочные материалы [Текст]. – Севастополь.: СНУЯЭиП, 2007. – 96 с.
4. **Левицкий, В. С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей [Текст] / В. С. Левицкий. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 430 с.
5. **Леонова Л. М.** Инженерная графика. Резьбовые и сварные соединения: учеб. пособие / Л. М. Леонова, К. Л. Панчук, Ф. Н. Притыкин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 100 с.



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет

кафедра "Начертательной геометрии, инженерной и
компьютерной графики"

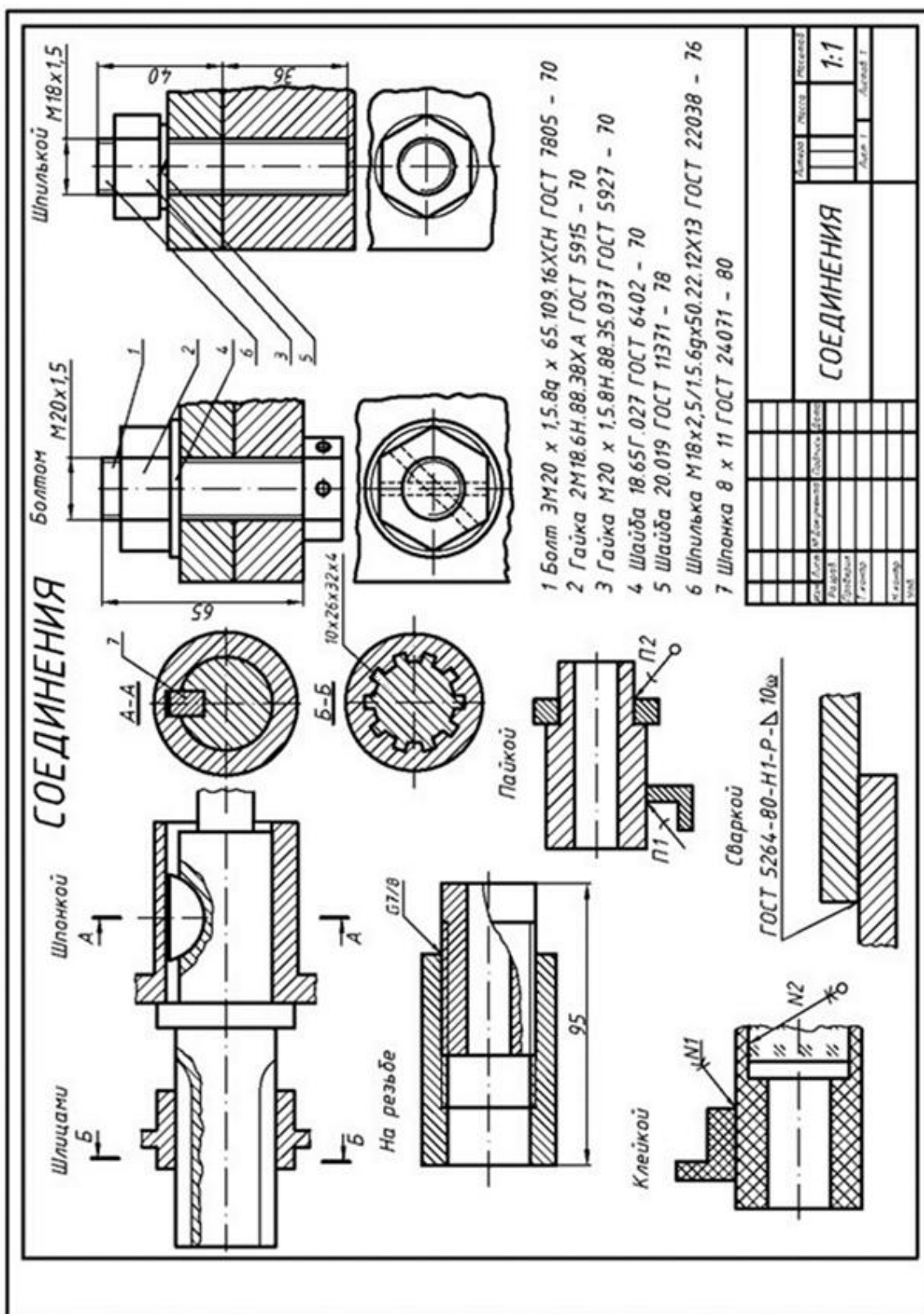
Альбом заданий

по дисциплине " _____ "

Выполнил: ст. группы _____

Проверил: _____

Севастополь 20__ / 20__



**Исследование
технических характеристик
разъемных и неразъемных
соединений**

*Учебно-методическое пособие
к выполнению задания расчетно-графической
и самостоятельной работы*

Составители: Емченко Елена Анатольевна,
Стреляная Юлия Олеговна

Издается в авторской редакции

Изд. № 175/2020. Объем 3 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»