

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические к практическим занятиям по дисциплине

«Инженерная и компьютерная графика»

для студентов направления подготовки
04.03.01 Химия
профиль «Химия окружающей среды,
химическая экспертиза и экологическая безопасность»

Ставрополь
2026

Оглавление

Введение	3
Практическое занятие 1. Шрифты чертежные	4
Практическое занятие 2. Линии чертежа	9
Практическое занятие 3. Масштабы. Нанесение размеров	13
Практическое занятие 4. Нанесение размеров	18
Практическое занятие 5. Выполнение чертежа	21
Практическое занятие 6. Разрезы	25
Практическое занятие 7. Сечения	30
Практическое занятие 8. Условности и упрощения при выполнении чертежей	35
Практическое занятие 9. Проекции геометрических тел	40
Практическое занятие 10. Эскизирование деталей	48
Практическое занятие 11. Измерение деталей	54
Практическое занятие 12. Резьбовые соединения	57
Практическое занятие 13. Анализ сборочной единицы	62
Практическое занятие 14. Сборочный чертеж	64
Практическое занятие 15. Разъемные и неразъемные соединения	67
Практическое занятие 16. Чтение схемы технологических процессов	71
Практическое занятие 17. Выполнение схемы технологических про- цессов	75
Практическое занятие 18. Правила составления текстовых докумен- тов	78

Особое место в учебном процессе при изучении общеобразовательных дисциплин по инженерно-техническим циклам в высшей школе занимает инженерная графика, формирующая базовые знания, необходимые для усвоения специальных дисциплин, выполнения студентами курсовых, выпускных работ и для последующей профессиональной деятельности. Данная дисциплина, базируясь на теоретических основах начертательной геометрии, определяет правила выполнения технических чертежей, обеспечивая их выразительность и точность, а следовательно, и возможность осуществления изображения предметов на практике. Таким образом, при выполнении конструкторских документов и для успешного овладения курсом инженерной графики необходимо строгое изучение и соблюдение большого количества государственных и отраслевых стандартов, в которых содержатся сведения по разработке технической документации, правила оформления чертежей и другая необходимая учебно-производственная информация.

Практическое занятие 1. Шрифты чертежные

Цель занятия. Ознакомление с типами шрифтов, особенностями их выполнения и получение практических навыков по их написанию.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1)

Актуальность темы: знание и соблюдение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является одним из основных требований технически грамотного выполнения и оформления проектно-конструкторских работ и отчетов.

Теоретическая часть. Чертежи, схемы и другие конструкторские документы содержат необходимые надписи: названия изделий, размеры, данные о материале, обработке поверхностей детали, технические требования, характеристики и другие надписи. Типы и размеры шрифта, русский, латинский и греческий алфавит, арабские и римские цифры, знаки, правила написания дробей, показателей степени, индексов и предельных отклонений установлены ГОСТ 2.304-81. Если надписи на чертежах сделаны небрежно, то при изготовлении деталей по таким чертежам возможны ошибки. Стандарт устанавливает чертежные шрифты для надписей, которые наносятся на чертежи и другие конструкторские документы всех отраслей промышленности следующих размеров: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размеры шрифтов определяются высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах (рисунок 1.1; 1.2).

Эта высота измеряется по направлению, перпендикулярному к основанию строки. Для облегчения понимания и построения конструкции шрифта стандартом предусмотрена сетка, образованная вспомогательными линиями, в которые вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d .

Устанавливаются следующие типы шрифта: – тип А с наклоном около 75° ($d = 1/14 h$); – тип А без наклона ($d = 1/14 h$); – тип Б с наклоном около 75° ($d = 1/10 h$); – тип Б без наклона ($d = 1/10 h$).

Шрифт типа Б с наклоном в учебной практике является более предпочтительным (рисунок 1.1). Параметры шрифта приведены на рисунке 1.2.

Предельные отклонения размеров букв и цифр 0,5 мм.

Надписи на чертежной бумаге выполняют в такой последовательности:

- решают вопрос о размещении надписи при выбранном размере шрифта;
- наносят сетку, состоящую из параллелограммов;
- заполняют сетку, не обводя буквы;
- проверяют текст и обводят надпись карандашом с мягким стержнем.

Изложенная последовательность выполнения надписей относится к начальному периоду в освоении надписей. По мере приобретения навыков появляется возможность отказаться от выполнения сетки. В этот период надписи выполняют, пользуясь двумя горизонтальными прямыми и редкими наклонными линиями, которые играют роль ориентиров. В дальнейшем отказываются и от наклонных линий. Горизонтальные прямые, определяющие высоту шрифта, при выполнении надписи проводят остро заточенным карандашом с твердым стержнем так, чтобы после выполнения надписи эти линии не стирать.

Вопросы и задания.

1. Какие установлены размеры шрифта и чем определяется размер шрифта? 2. Как установить высоту строчных букв шрифта? 3. Какие установлены типы шрифтов? Чем они отличаются? 4. Какова последовательность выполнения надписи на чертежной бумаге?

Задание. В предложенном задании (рисунки 1.1; 1.2), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо ответить на поставленные вопросы, выполнить написание букв шрифтом 10, 7 и 5 (с нанесением и без нанесения сетки). Написание производить строчными и прописными буквами. В завершении работы написать предложенный текст шрифтом 7. Выполненную работу сдать преподавателю.

1.4. Шрифты чертежные ГОСТ 2.304-81

Стандарт устанавливает

Размер шрифта (h) величина

Предпочтительно выполнение шрифта с наклоном ... к основанию строки

Шрифт типа Б с наклоном

Прописные буквы

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р

С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

Строчные буквы

а б в г д е ж з и к л м н о п р с

т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

Цифры арабские

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Цифры римские

I II III IV V VI VII VIII IX X

Латинский алфавит

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

Рисунок 1.1.

Таблица параметров размеров шрифта Б (размеры, мм)

Размер шрифта	2,5	3,5	5	7	10
Высота прописных букв и цифр	2,5	3,5	5	7	10
Высота строчных букв кроме б, в, р, д, ц, ф	1,8	2,5	3,5	5	7
Высота строчных букв (полная) б, в, д, р, ц	2,5	3,5	5	7	10
Ширина прописных букв Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина прописных букв А, Д, М, Х, Ы, Ю	1,8	2,5	3,5	5	7
Ширина прописных букв Ж, Ф, Ш, Щ, Ь	2	2,8	4	5,5	8
Ширина прописных букв Е, Г, З, С	1,3	1,8	2,5	3,5	5
Ширина строчных букв а, б, в, г, д, е, з, и, й, к, л, н, о, п, р, с, т, у, ц, ч, ь	1,3	1,8	2,5	3,5	5
Ширина строчных букв м, ь, ы, ю	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина строчных букв ж, т, ф, ш, щ	1,8	2,5	3,5	5	7
Ширина строчной буквы с	1	1,4	2	3	4
Ширина цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	1,3	1,8	2,5	3,5	5
Ширина цифры 4	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина цифры 1	0,8	1,2	1,5	2	3
Минимальное расстояние между словами	1,5	2,1	3	4,2	6
Ширина между буквами в словах	0,5	0,7	1	1,5	2
Толщина линии обводки шрифта	0,2	0,3	0,5	0,7	1

Закончить написание букв шрифтом 10, 7 и 5.



Щ Д Л И К А М

Х Ж З Ч У Я Р

Ь Ь Б В Ы Ф С

Э О Ю

А К Л М Ж Ч

У П И Ц Т Ш Щ

С Э Е О А Д В

Д Р Ю Ф З Г Ь

Ь Я Ы

Написать шрифтом 7 строчными буквами текст "Инженерная графика – основа технической грамотности".

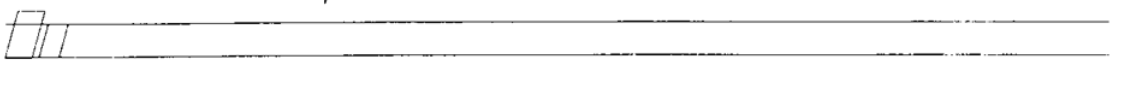


Рисунок 1.2.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
7. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
8. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

Практическое занятие 2. Линии чертежа

Цель занятия. Ознакомление с основными типами линий, особенностями их назначения и получение практических навыков по их использованию.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1)

Актуальность темы: знание и соблюдение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является одним из основных требований технически грамотного выполнения и оформления проектно-конструкторских работ и отчетов.

Теоретическая часть. При выполнении любого чертежа основными его элементами являются линии. Согласно ГОСТ 2.303-68 для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов в зависимости от их назначения, что способствует более четкому выявлению формы изображаемого изделия. Наименование, начертание и толщина линий по отношению к толщине сплошной основной линии должны соответствовать указанным в стандарте. Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи в линии и промежутки между штрихами в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, при-

меняемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении составляют менее 12 мм.

Предварительные построения выполняют твердым карандашом (Т или 2Т) тонкими сплошными линиями, соблюдая правила пользования чертежными инструментами.

Сплошные основные линии обводят карандашом М или ТМ, следя за тем, чтобы обведенные линии совпадали с намеченными тонкими линиями.

При этом толщину линий обводки выбирают согласно установленным типам линий чертежа.

При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрихпунктирных линий в большой мере зависит удобство пользования чертежом, пригодность его для репрографии (изготовления копий) и микрофильмирования.

Основным линиям (линиям видимого контура) следует при обводке придавать толщину 0,8-1,0; линиям штриховым (линиям невидимого контура) – 0,4-0,5; остальным – 0,25-0,3 мм. Разомкнутой линии лучше придавать толщину, равную 1,55, а не S. Желательно научиться различать толщину линий с точностью до 0,1...0,15 мм. Расстояние между двумя любыми параллельными линиями не должно быть меньше 0,8 мм, а лучше – 1,0-1,2 мм.

Вопросы и задания.

1. В каких пределах должна быть толщина сплошной основной линии? 2. Какая толщина принята для штриховой, штрихпунктирной, сплошной тонкой и волнистой линии в зависимости от толщины сплошной основной линии? 3. Каково основное назначение каждого из типа линий? По возможности, приведите пример. 4. Каких толщин линий рекомендуется придерживаться при обводке чертежа? 5. Как следует использовать равно- и разноугольные треугольники для проведения параллельных и перпендикулярных линий?

Задание. В предложенном задании (рисунок 2.1), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо ответить на поставленные вопросы, заполнив таблицу (при нехватке места допускается использовать оборотную сторону листа). На приведенном чертеже втулки указать наименование и назначение линий. Закончить все начатые линии чертежа, используя чертежные принадлежности. Выполненную работу сдать преподавателю.

1.3 Линии чертежа ГОСТ 2.303-68

Основные типы линий (Заполнить таблицу.)

	<i>Наименование</i>	<i>Начертание</i>	<i>Толщина, мм</i>	<i>Основное назначение</i>
1				
2				
3				
4				
5				

Написать наименование линий, выполненных на чертеже

Закончить все начатые линии чертежа

Рисунок 2.1.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
7. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
8. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

Практическое занятие 3. Масштабы. Нанесение размеров

Цель занятия. Научиться применять масштабы, освоить основные принципы простановки размеров.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: знание и соблюдение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является одним из основных требований технически грамотного выполнения и оформления проектно-конструкторских работ и отчетов.

Теоретическая часть. Чертежи рекомендуется выполнять по возможности в натуральную величину, что дает правильное представление о действительных размерах изделия. Но это не всегда позволяют размеры изделия и размеры форматов листов. В таких случаях чертеж выполняют в уменьшенном или увеличенном виде, т. е. в некотором масштабе. Масштаб – это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре. ГОСТ 2.302-68 устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности.

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, а также при обозначении выносного элемента, должен обозначаться по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т. п.

Следует помнить, что в каком бы масштабе ни выполнялось изображение, размерные числа на размерах чертежа наносят действительные, т. е. те, которые должна иметь деталь в натуре.

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других документах устанавливает ГОСТ 2.307-68.

Пропуск размера или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию, так как определять пропущенные или ошибочные размеры путем обмера соответствующих мест на чертеже не допускается.

Поэтому простановка размеров – одна из наиболее ответственных стадий при разработке чертежа.

В этой операции принято различать: задание размеров – какие размеры и с какой точностью необходимо задать на чертеже, чтобы изображенное на нем изделие, возможно было изготовить (чертеж должен быть метрически определенным), и нанесение размеров – как следует расположить их на чертеже.

Задание размеров зависит от многих факторов – конструктивных, прочностных, технологических и др.

При выполнении первых учебных чертежей студенту нужно знать правила нанесения размеров на выполняемом чертеже по чертежу задания.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж, т. е. основание для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы и расположения поверхностей.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Различают размеры исполнительные, каждый из которых используют при изготовлении изделия и его приемке (контроле), и справочные, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указанные для большего удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: *Размеры для справок».

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации.

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения.

Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (чаще применяют шрифт размером 3,5). Размерные числа ставят над размерной линией, параллельно ей, на расстоянии, примерно, около одного миллиметра от нее, и возможно ближе к середине. Размерное число ставят слева от вертикальной размерной линии. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Вопросы и задания.

1. Что называется масштабом, и какие масштабы установлены для выполнения чертежей? 2. Приведите пример масштаба уменьшения. 3. Зависят ли наносимые на чертеже размерные числа от масштаба на чертеже? 4. В каких единицах указывают линейные и угловые размеры изделий на чертежах? 5. Должна ли выносная линия выступать за размерную? 6. Что такое исполнительные и справочные размеры? 7. Как обозначаются диаметр, радиус, сфере, уклон, конусность и фаска? 8. Какие способы нанесения размеров элементов деталей применяют в машиностроении?

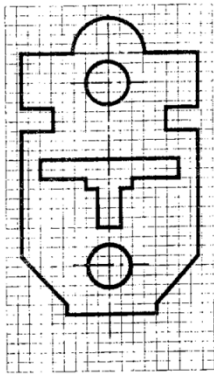
Задание. В предложенном задании (рисунок 3.1), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо ответить на поставленные вопросы в тексте и таблице. Начертить чертеж прокладки (рисунок 3.1), считая размер изображенной клетки 5 мм, и нанести размеры, необходимые для ее выполнения. Вычертить (рисунок 3.2) чертеж вала и прокладки (используя наметки) с произвольными размерами и нанести необходимые размеры для изготовления, считая, что чертежи будут выполнены в масштабе 1:1. Выполненную работу сдать преподавателю.

1.6. Масштабы ГОСТ 2.302-68

Масштабом называется _____

Стандарт устанавливает следующие масштабы _____

Уменьшения	_____
Натуральная величина	_____
Увеличения	_____

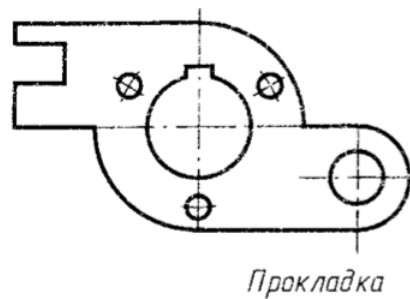
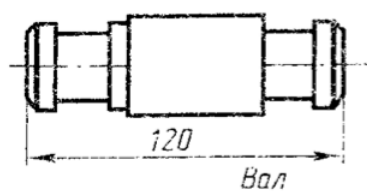


Начертить чертеж прокладки, считая размер изображенной клетки 5 мм, и нанести размеры, необходимые для ее изготовления.

Рисунок 3.1.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>



Вычертить чертежи вала и прокладки с произвольными размерами и нанести необходимые размеры для изготовления, считая что чертежи будут выполнены в масштабе 1:1.

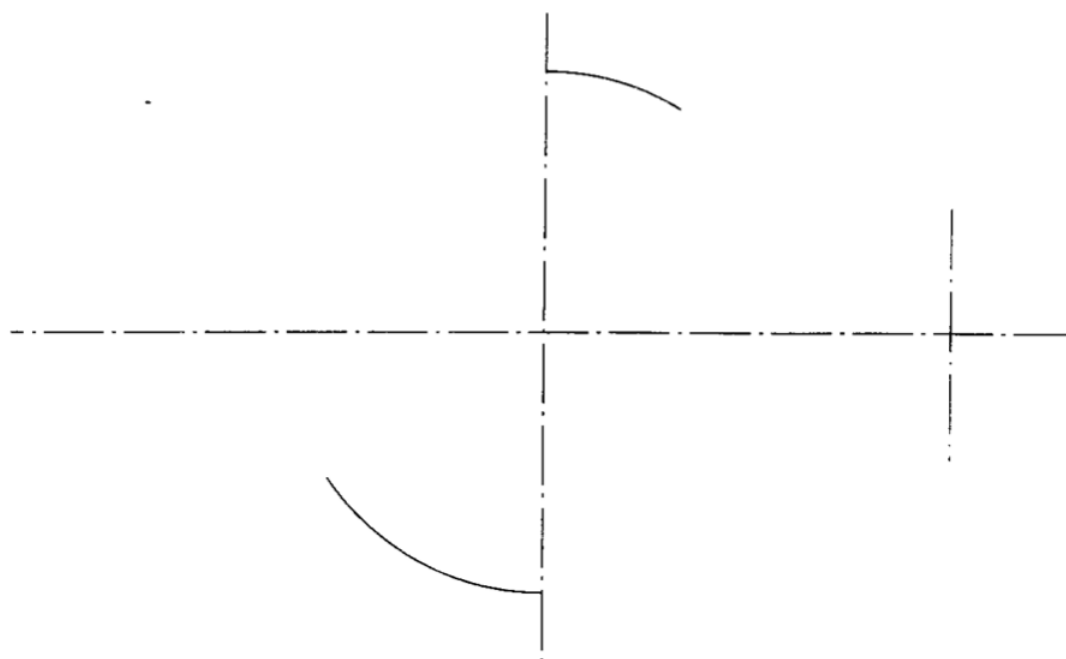


Рисунок 3.2.

Практическое занятие 4. Нанесение размеров

Цель занятия. Освоение принципов простановки на деталях размеров, необходимых для их изготовления.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: знание и соблюдение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является одним из основных требований технически грамотного выполнения и оформления проектно-конструкторских работ и отчетов.

Теоретическая часть. Размеры бывают линейные – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и угловые – размеры углов.

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или выносные и осевые линии. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1-5 мм. Величина стрелки выбирается в зависимости от толщины линии видимого контура и должна быть одинакова для всех размерных линий чертежа.

Размерные линии допускается проводить с обрывом при указании размера диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности. При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в «шахматном порядке». При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям или четко наносимыми точками.

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерной линии (стрелок) на чертеже определяется наибольшим удобством чтения. Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

Вопросы и задания.

1. Какие этапы реализуются при выполнении операции нанесения размеров? 2. Как наносят размеры, если недостаточно места для написания размерного числа над размерной линией? 3. Как наносят стрелки, если недостаточно места для их нанесения? 4. Приведите примеры обозначения диаметра, радиуса, сферы, квадрата, конусности и уклона.

Задание. В предложенном задании (рисунок 4.1), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо ответить на поставленные в задании вопросы, указать размеры стрелок. На выполненных чертежах нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При нанесении размеров необходимо обратить особое внимание на простановку с использованием соответствующих символов. Представленные размерные числа (рисунок 4.1) необходимо привязать к соответствующим чертежам. Выполненное задание сдать преподавателю.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

3. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

1.5. Нанесение размеров ГОСТ 2.303-68

Стандарт устанавливает

Размеры указываются

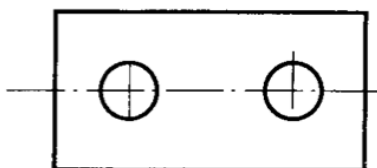
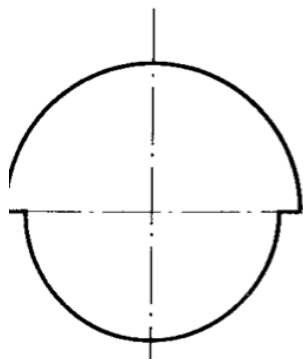
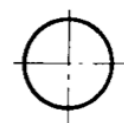
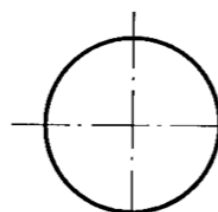
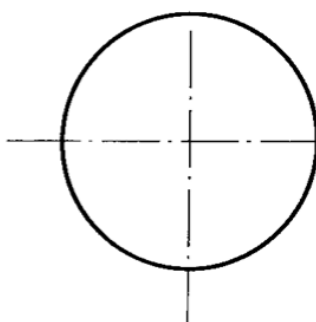
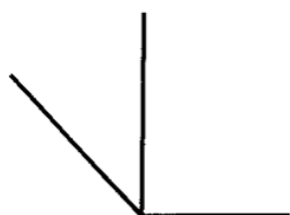
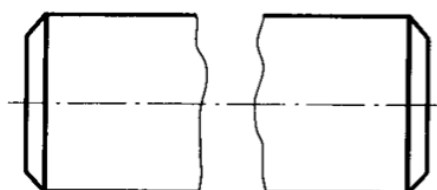
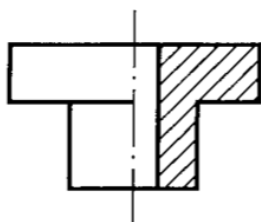
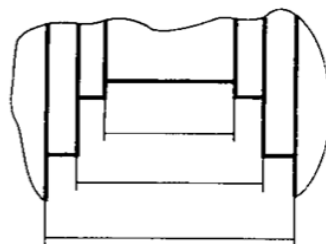
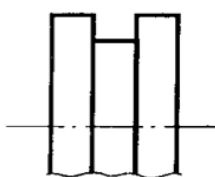
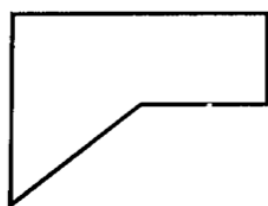
Размерные числа наносятся



Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на . . . мм

Каждый размер наносят

Нанести размеры на выполненных чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307-68.



Ø 7-
R 5-

□ 10

53

£ 100

Рисунок 4.1.

Практическое занятие 5. Выполнение чертежа

Цель занятия. Освоение навыков черчения и принципов простановки на деталях размеров, необходимых для их изготовления.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: знание и соблюдение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является одним из основных требований технически грамотного выполнения и оформления проектно-конструкторских работ и отчетов.

Теоретическая часть. Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений. Общая запись о предельных отклонениях размеров с неуказанными допусками должна содержать условные обозначения предельных отклонений линейных размеров в соответствии с ГОСТ 25346-89 (для отклонений по качествам) или по ГОСТ 25670-83 (для отклонений по классам точности).

Размеры на чертеже детали наносятся конструктором не только из соображения о ее взаимодействии с другими деталями, но и с учетом процесса ее изготовления и удобства контроля этих размеров. Простановка размеров производится от определенных поверхностей детали, которые называются базами. От баз в процессе обработки и контроля производится обмер детали. В машиностроении различают конструкторские, технологические и измерительные базы.

Вопросы и задания.

1. Какие детали называются взаимозаменяемыми? 2. Что называется допуском размера? 3. Что такое предельные отклонения размеров, как они обозначаются? 4. Чем измеряется шероховатость поверхности? 5. Какие базы различают в зависимости от назначения? 6. Какие применяются методы простановки размеров? Приведите примеры.

Задание. В предложенном задании (рисунки 5.1, 5.2), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо выполнить чертежи.

На выполненных чертежах нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При нанесении размеров необходимо обратить особое внимание на простановку с использованием соответствующих символов. Выполненное задание сдать преподавателю.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>

3. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>

4. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

5. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskienauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Выполнить чертежи пластин в указанных масштабах.

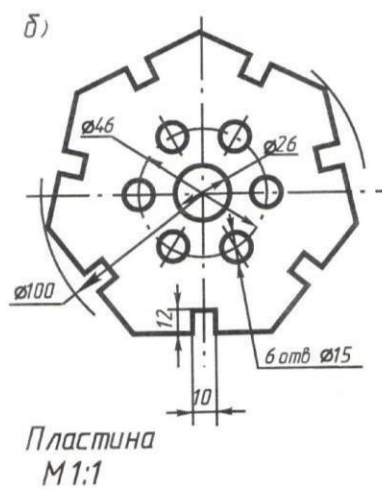
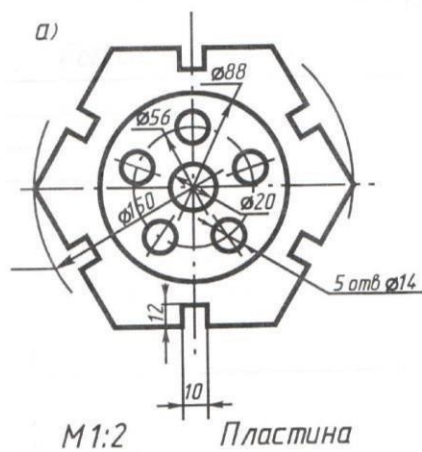
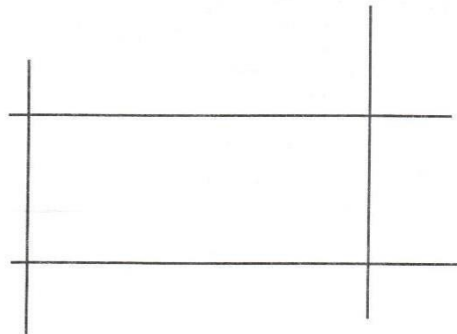
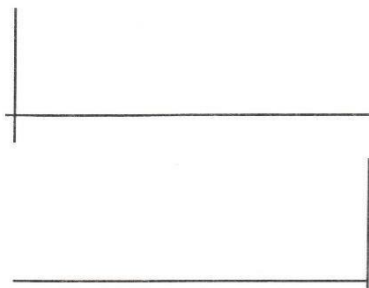


Рисунок 5.1.

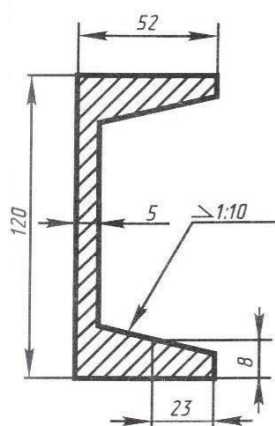
1.9. Уклон и конусность

Уклоном называется _____

Конусностью называется _____



Выполнить чертежи.



Швеллер №12
M1:1

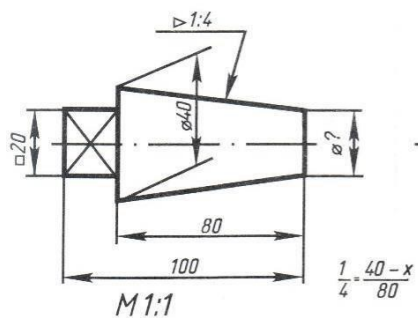


Рисунок 5.3.

Практическое занятие 6. Разрезы

Цель занятия. Развитие навыков мысленного расчленения детали с последующим графическим отображением.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения эскизов, чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть. Если деталь полая или имеет внутреннее устройство в виде отверстий, углублений и т. п., на видах невидимые контуры изображают штриховыми линиями.

При сложной внутренней конфигурации детали большое количество штриховых линий затрудняет чтение чертежа и нередко ведет к неточному представлению о форме детали. Этого можно избежать, применяя условные изображения – разрезы. При разрезе внутренние линии контура, изображавшиеся на чертеже штриховыми линиями, становятся видимыми и изображаются сплошными основными линиями.

Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций на:

горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

простые – при одной секущей плоскости;

сложные – при нескольких секущих плоскостях.

Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны и ломаными, если секущие плоскости пересекаются.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения должна применяться разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха.

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда. Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А-А» (всегда двумя буквами через тире). Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

Вопросы и задания.

1. Как оформляют изображения, называемые видом? 2. Какая разница между основным и дополнительным видом? 3. Какие элементы деталей на продольных разрезах не заштриховывают? 4. Что называется сложным разрезом? Назовите виды сложных разрезов? 5. Какой разрез называется наклонным? 6. Что называется местным разрезом? 7. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях? 8. В чем заключается особенность выполнения разрезов на симметричных изображениях? 9. Как оформляется граница

части вида и части соответствующего разреза? 10. Как оформляется половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой?

11. В каком случае на разрезах не отмечают положение секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью?

Задание. В предложенном задании (рисунок 6.1), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо ответить на поставленные в задании вопросы, с помощью разрезов показать внутренние формы изображаемых предметов.

В задании (рисунок 6.2) построить фронтальный разрез и профильный разрез методом прямоугольного проецирования. Выполненное задание сдать преподавателю.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

3. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>

4. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>

5. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

6. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>

7. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

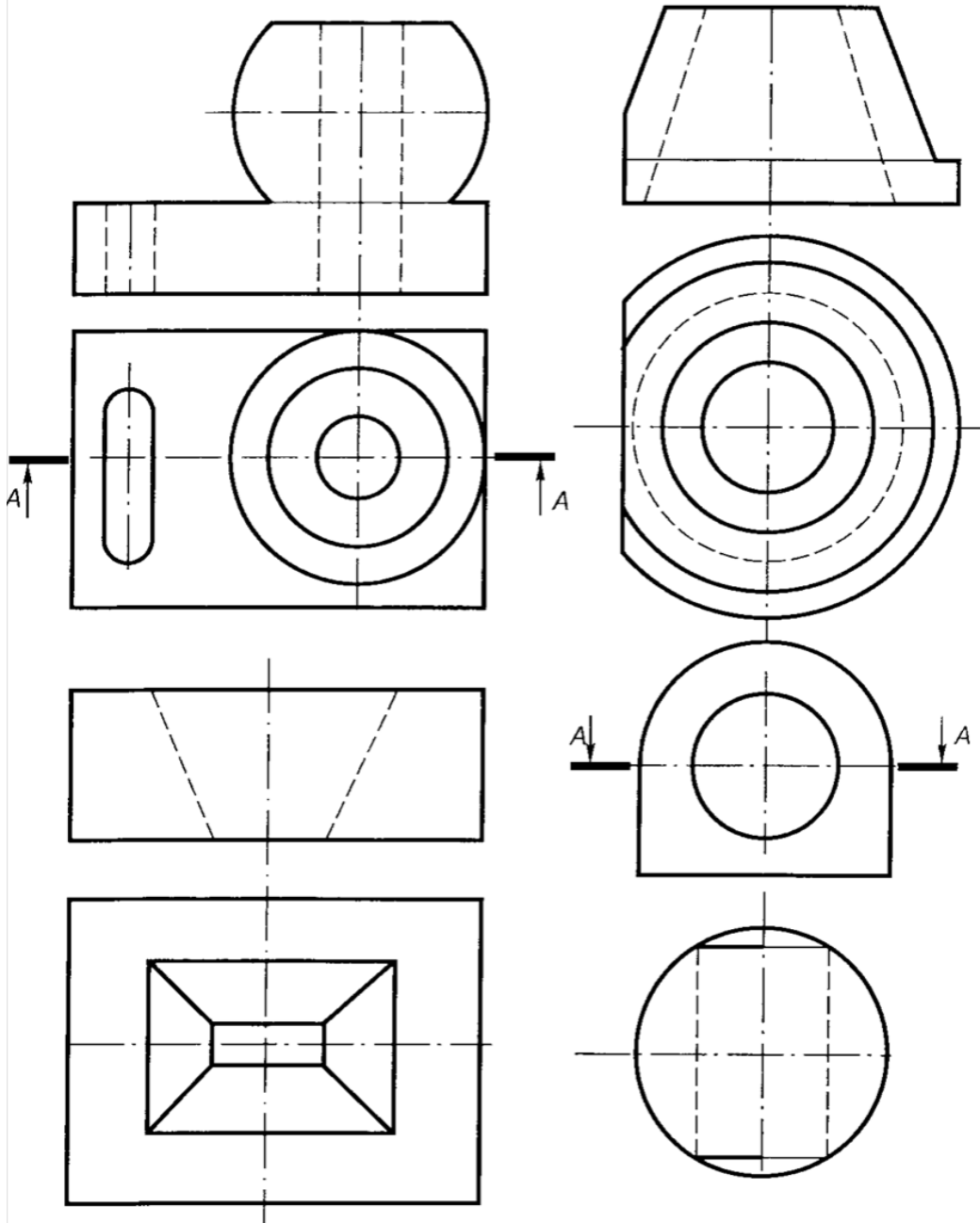
2.10.2. Обозначения разрезов

Разрезы не обозначаются, если секущая плоскость является _____

Разрезы обозначаются _____

Расположение секущей плоскости указывается _____

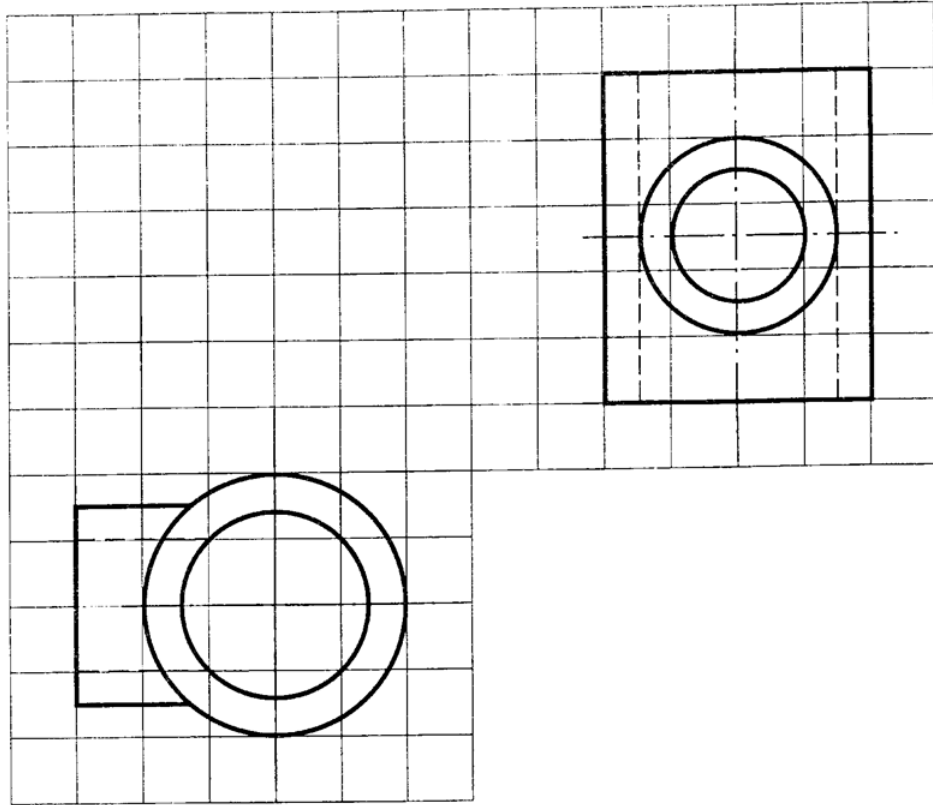
С помощью разрезов показать внутренние формы изображаемых предметов.



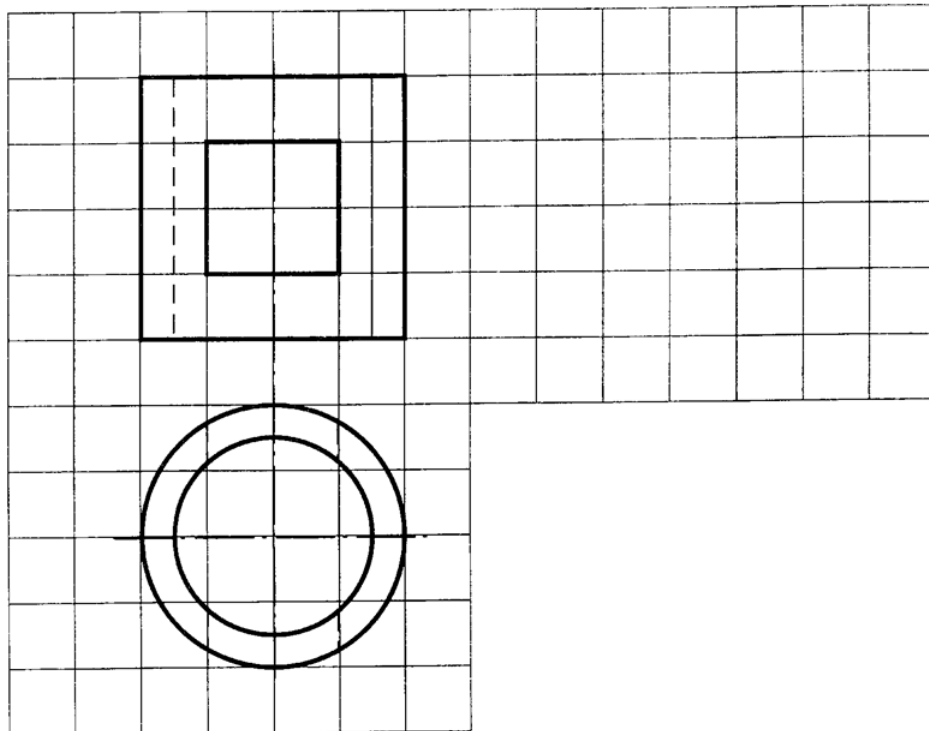
Штриховка в сечениях выполняется сплошной тонкой линией с наклоном в 45° к горизонтальной линии, расстояние между штрихами приблизительно 2...3 мм.

Рисунок 6.1.

Построить фронтальный разрез.



Построить профильный разрез.



Если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры, то рекомендуется соединить половину вида и половину разреза, разделяя их штрихпунктирной тонкой линией, являющейся осью симметрии. Часть разреза располагают справа или снизу от оси симметрии. Линии невидимого контура на виде не показываются.

Рисунок 6.2.

Практическое занятие 7. Сечения

Цель занятия. Развитие навыков мысленного расчленения детали с последующим графическим отображением.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения эскизов, чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть. Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида.

Вопросы и задания.

1. Какая разница между разрезом и сечением? 2. Назовите виды сечений. Приведите примеры 3. Для чего используют выносные элементы и как его применяют? 4. Какие условности и упрощения устанавливает ГОСТ 2.305-68 при выполнении чертежа?

Задание. В предложенном задании (рисунок 7.1), выдаваемом на руки каждому студенту, начертить главный вид вала, выбрав направление взгляда по стрелке. Выполнить два сечения плоскостями А и Б. Ответить на тесты (рисунки 7.2-7.3).

Начертить главный вид вала, выбрав направление взгляда по стрелке. Выполнить два сечения. Сечение плоскостью А расположить на продолжении следа секущей плоскости, сечение плоскостью В на свободном месте чертежа.

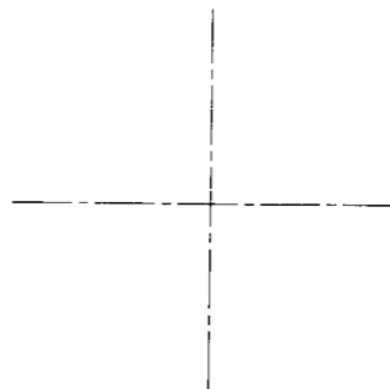
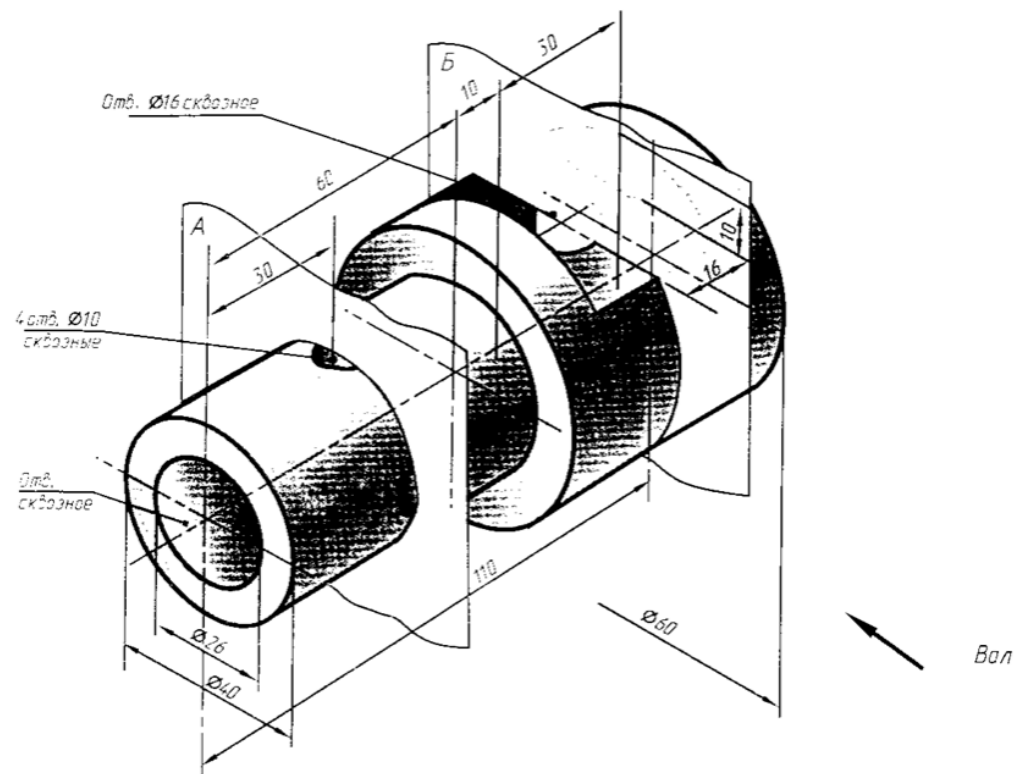


Рисунок 7.1.

На каких изображениях правильно выполнены сечения деталей?

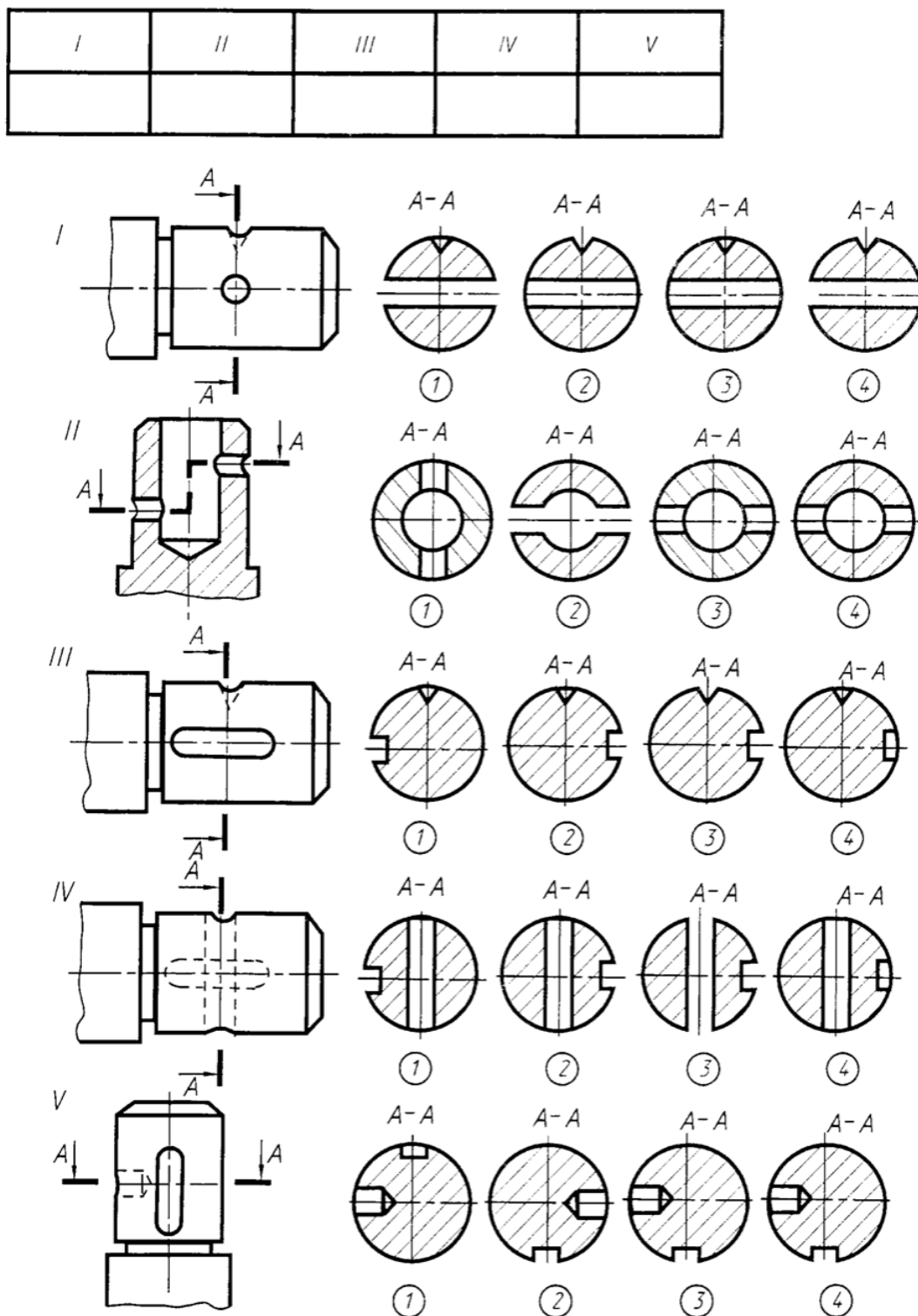


Рисунок 7.2.

Какие сечения отвечают указанным линиям сечения?

А	Б-Б	В-В	Г-Г	Д-Д	Е-Е	Ж-Ж	З-З	И-И	К-К	Л-Л	М-М

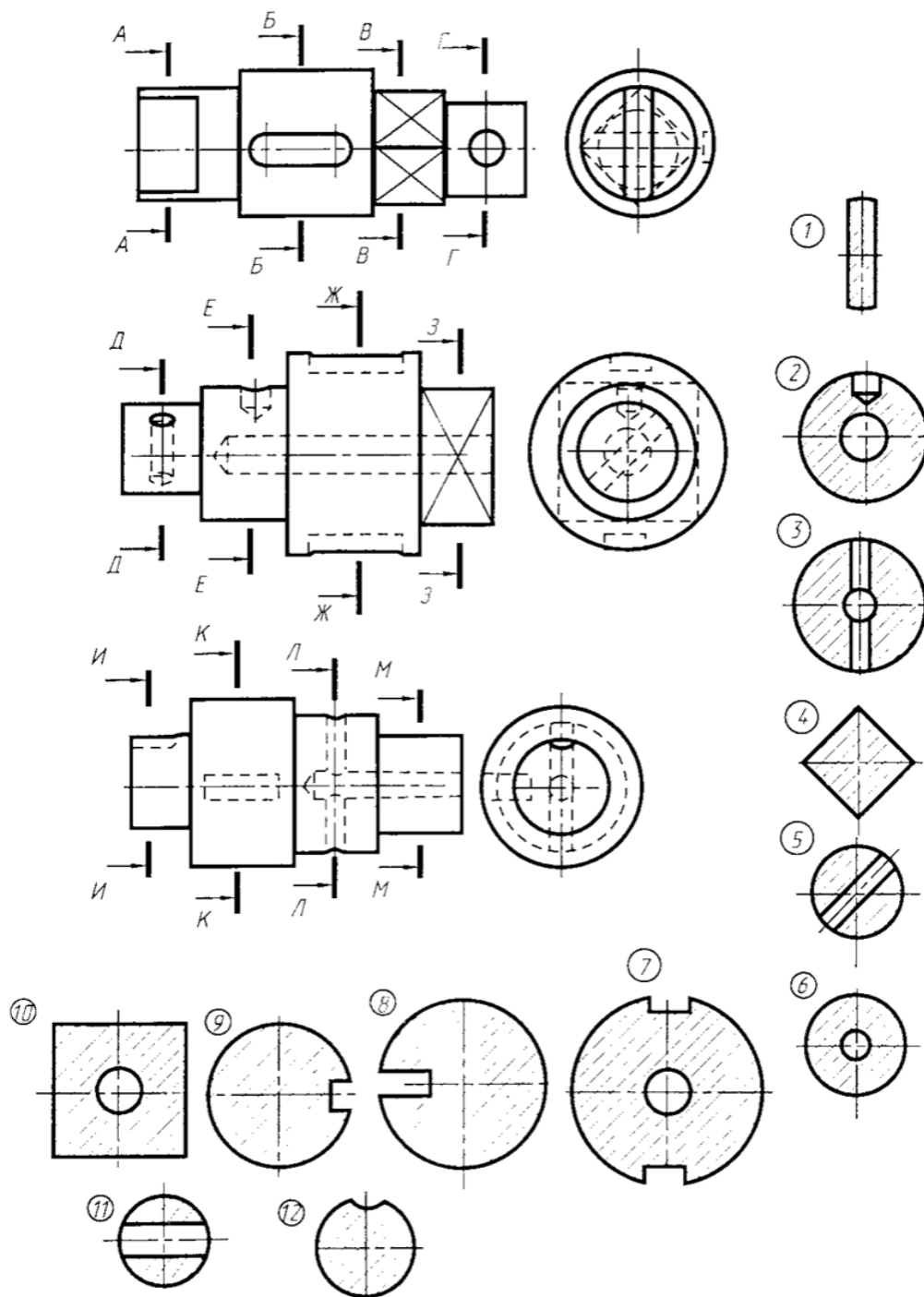


Рисунок 7.3.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
7. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
8. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>
9. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.
10. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskienauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>
11. Академия ИТ. Онлайн образование. Бесплатные онлайн-курсы по черчению - <https://academiait.ru/course-category/education/drawing/>

Практическое занятие 8. Условности и упрощения при выполнении чертежей

Цель занятия. Развитие навыков выполнения условностей и упрощений на чертежах.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения эскизов, чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: при проектировании различных изделий необходимо изучение общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть. Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один - два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно (примеры упрощений рассматриваются при их изображении на доске).

Допускается в подобных случаях изображать лишь часть такого предмета с указаниями количества элементов, их расположения и т. п.

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии.

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно сплошной тонкой линией или совсем не показывают.

Болты, винты, шпильки, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и другие подобные детали при продольном разрезе показывают нерассеченными.

Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило, гайки и шайбы на сборочных чертежах также показывают нерассеченными.

Такие элементы, как спицы маховиков, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости показывают незаштрихованными для большей наглядности чертежа, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента. Если в подобных элементах детали имеется местное сверление или углубление, то делают дополнительный местный разрез элемента.

Допускается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением. На тех изображениях, на которых уклон или конусность отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса.

Если изображение предмета является симметричной фигурой, то допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины. В последнем случае проводят линию обрыва.

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета, на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями.

Длинные предметы (или их элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (стержни, валы, трубопроводы, шатуны, прокат и т. п.), допускается изображать с разрывами.

Допускается изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость.

На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306-68.

Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45 градусов к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45 градусов, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45 градусов следует брать угол 30 или 60 градусов

Вопросы и задания.

1. В каком случае на разрезах не отмечают положения секущей плоскости и не сопровождают разрез надписью? 2. Как показывается плавный переход от одной поверхности к другой? 3. Какие детали при продольном разрезе показывают нерассеченными? 4. Как следует наносить и изменять штриховку в смежных сечениях?

Задание. В предложенном задании (рисунок 8.1), выдаваемом на руки каждому студенту, выполнить нанесение условного графического обозначения материалов.

Ответить на вопросы (рисунок 8.2) «Какие упрощения для болтового (шпильного, винтового) соединения допускаются на сборочных чертежах?».

Выполненное задание и ответы на тесты сдать преподавателю.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>

4. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

5. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>

6. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

В соответствии с ГОСТ 2.306-68 применяют следующие графические обозначения материалов в сечениях и разрезах.

Материал	Обозначение	Керамика и силикатные материалы для кладки	
Металлы и твердые сплавы		Бетон	
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые, монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже		Стекло и другие прозрачные материалы	
Дерево		Жидкости	
Камень естественный		Грунт естественный	

Выполнить штриховку в соответствии с указанными материалами.

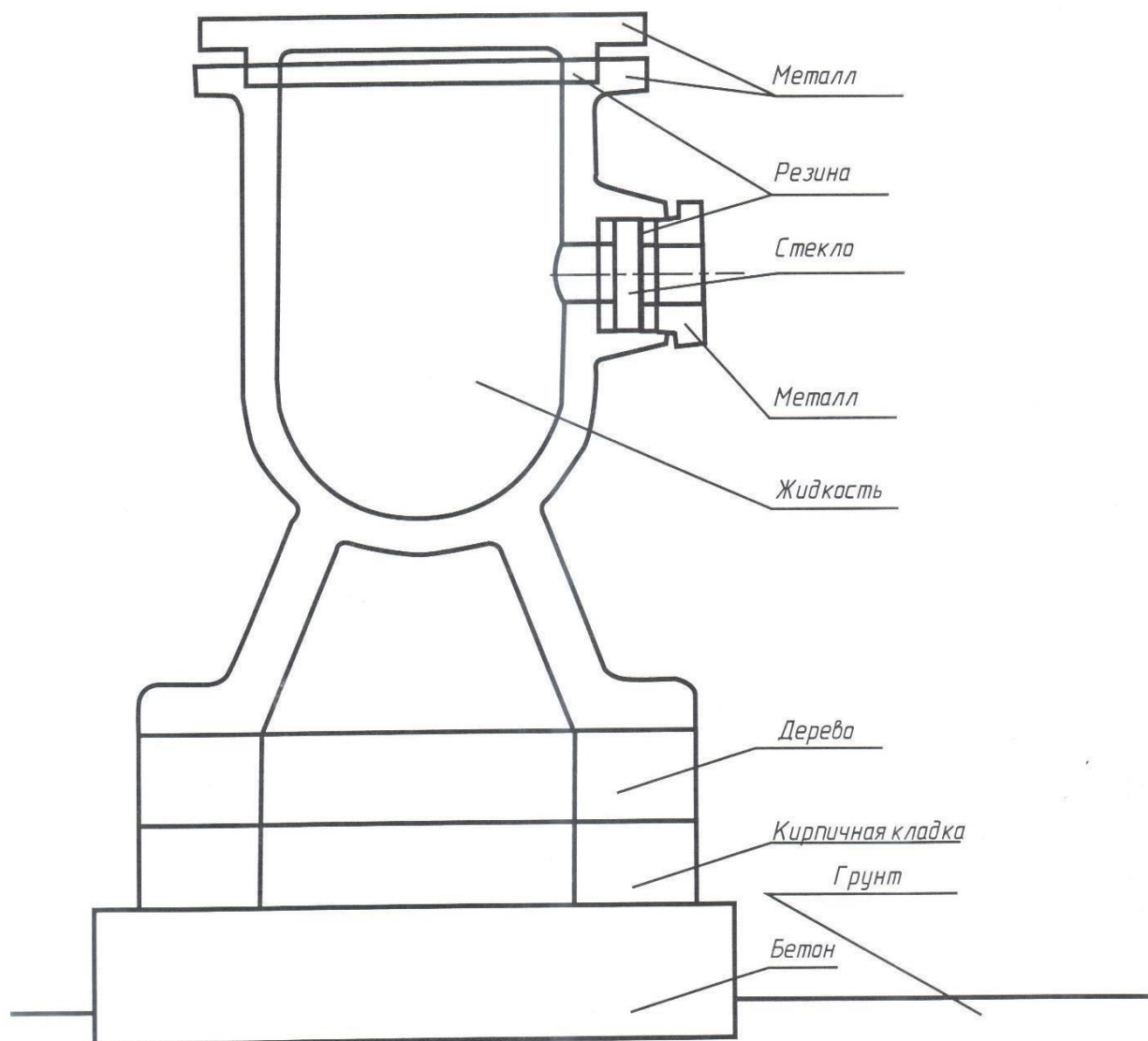
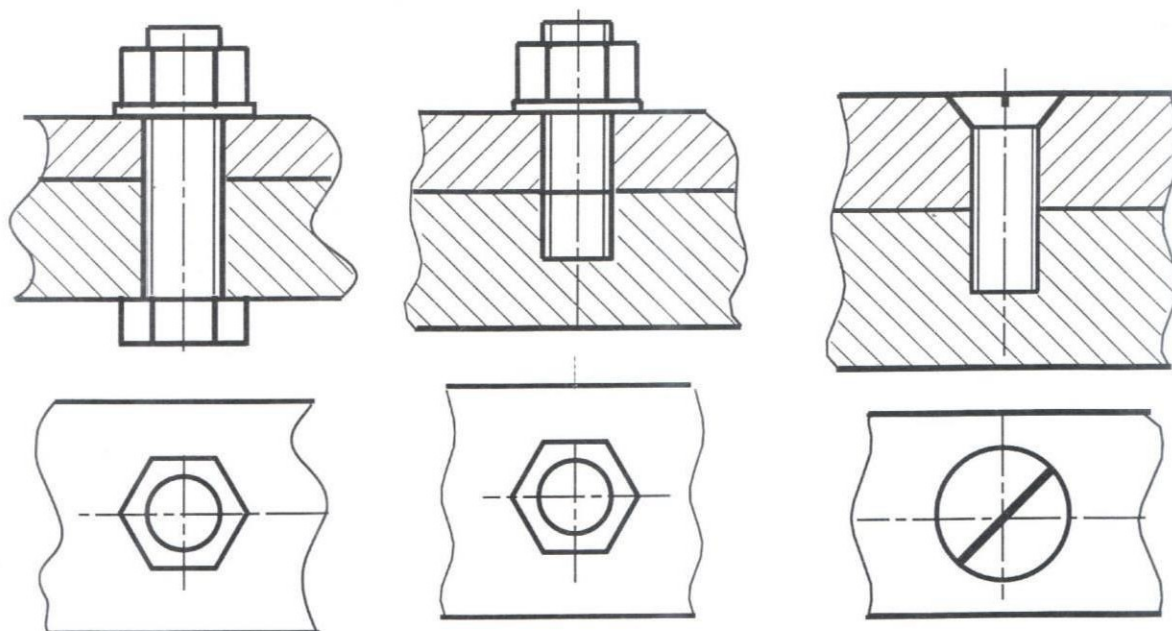


Рисунок 8.1.

4.6. Упрощенное изображение резьбовых соединений на сборочных чертежах

На сборочных чертежах резьбовые соединения деталей изображаются упрощенно.



Упрощения для болтового соединения следующие

1. _____

[illegible]

Упрощения для шпильчатого соединения следующие

1. _____

[illegible]

Упрощения для винтового соединения следующие

1. _____

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper appears to be a standard notebook page or a sheet of stationery. There is no handwriting or other markings on the page.

Рисунок 8.2.

Практическое занятие 9. Проекция геометрических тел

Цель занятия. Развитие навыков проецирования пространственных геометрических фигур.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- владение навыками технически грамотного выполнения эскизов и чертежей, схем (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: для технически грамотного выполнения и чтения чертежей, эскизов, схем необходимо владеть навыками проецирования различных геометрических тел, составляющих конструкцию любого изделия.

Теоретическая часть. Геометрическим телом называют любую замкнутую область пространства вместе с ее границей — поверхностью, рассматриваемой как множество точек, координаты которых удовлетворяют определенному виду уравнения $\Phi(x, y, z) = 0$.

Геометрические тела, ограниченные плоскими многоугольниками, называются многогранниками. Эти многоугольники называются гранями, их пересечения — ребрами. Угол, образованный гранями, сходящимися в одной точке — вершине, называется многогранным углом.

Построение проекций прямой четырехугольной призмы начинается с выполнения ее горизонтальной проекции — четырехугольника. Из вершин этого четырехугольника проводят вертикальные линии связи и строят фронтальную проекцию нижнего основания призмы. Эта проекция изображается отрезком горизонтальной прямой. От этой прямой вверх откладывают высоту призмы и строят фронтальную проекцию верхнего основания. Затем вычерчивают фронтальные проекции ребер — отрезки вертикальных прямых, равные высоте призмы. Горизонтальные проекции боковых граней изображаются в виде отрезков прямых. Задняя грань изображается на плоскости π_2 без искажения, а на плоскости π_3 — в виде прямой линии. Фронтальные и профильные проекции остальных граней изображаются

с

искажением.

Построение проекции правильной четырехугольной пирамиды начинается с построения основания, горизонтальная проекция которого представляет собой четырехугольник без искажения. Фронтальная проекция основания – отрезок горизонтальной прямой.

Из горизонтальной проекции точки S' (вершины пирамиды) проводят вертикальную линию связи, на которой от оси x откладывают высоту пирамиды и получают фронтальную проекцию S'' вершины. Соединяя точку S'' с точками $1''$, $2''$, $3''$ и $4''$ получают фронтальные проекции ребер пирамиды.

Горизонтальные проекции ребер получают, соединяя горизонтальную проекцию точки S' с горизонтальными проекциями точек $1'$, $2'$, $3'$ и $4'$.

Изометрическая проекция пирамиды выполняется следующим образом.

Вначале строят основание, для чего по оси x откладывают длину диагонали 13, а по оси y – длину диагонали 24. Из точки O пересечения диагоналей проводят ось z и на ней откладывают высоту пирамиды. Вершину S соединяют с вершинами основания прямыми линиями – ребрами.

Изометрическую проекцию точки A , расположенной на грани пирамиды, строят по координатам, которые берут с комплексного чертежа. От начала координат O по оси x откладывают координату x_A , из ее конца параллельно оси y – координату y_A и из конца этой координаты параллельно оси z – третью координату z_A . Построение точки B , расположенной на ребре пирамиды, более простое. От точки O по оси x откладывают координату x_B и из конца ее проводят прямую, параллельную оси z , до пересечения с ребром пирамиды в точке B .

Боковая поверхность прямого кругового цилиндра получается вращением отрезка AB образующей вокруг оси, параллельной этому отрезку.

Построение начинают с изображения основания цилиндра, т. е. двух проекций окружности. Так как окружность расположена на горизонтальной плоскости проекций, то она проецируется на эту плоскость без искажения. Фронтальная проекция окружности представляет собой отрезок горизонтальной прямой линии, равный диаметру окружности основания. После построения основания на фронтальной проекции проводят две очерковые (крайние) образующие и на них

откладывают высоту цилиндра. Проводят отрезок горизонтальной прямой, который является фронтальной проекцией верхнего основания цилиндра.

Определение недостающих проекций точек А и В, расположенных на поверхности цилиндра, по заданным фронтальным проекциям в данном случае затруднений не вызывает, так как вся горизонтальная проекция боковой поверхности цилиндра представляет собой окружность. Следовательно, горизонтальные проекции точек А' и В' можно найти, проводя из данных точек А' и В' вертикальные линии связи до их пересечения с окружностью в искомых точках А' и В'. Профильные проекции точек А и В строят также при помощи вертикальных и горизонтальных линий связи.

Боковая поверхность конуса получается при вращении отрезка вокруг оси конуса по направляющей – окружности основания.

Последовательность построения двух проекций конуса. Сначала строят две проекции основания. Горизонтальная проекция основания – окружность. Фронтальной проекцией будет отрезок горизонтальной прямой, равный диаметру этой окружности. На фронтальной проекции из середины основания составляют перпендикуляр и на нем откладывают высоту конуса. Полученную фронтальную проекцию вершины конуса соединяют прямыми с концами фронтальной проекции основания и получают фронтальную проекцию конуса.

Если на поверхности конуса задана одна проекция точки А, то две другие проекции этой точки определяют с помощью вспомогательных линий – образующей, расположенной на поверхности конуса и проведенной через точку А, или окружности, расположенной в плоскости, параллельной основанию конуса.

Вопросы и задания.

1. В какой последовательности строят проекции прямого кругового цилиндра и правильной шестигранной призмы, основания которых расположены на фронтальной плоскости проекций? 2. Какими приемами определяют недостающие проекции точек, лежащих на поверхностях конуса, шара? 3. Какие тела называются телами вращения? 4. Чем отличается пирамида от призмы?

Задание. В предложенном задании (рисунки 9.1-9.4), выдаваемом на руки каждому студенту, построить профильную изометрическую и диметрическую проекции заданной призмы (пирамиды) и точек на ребрах и гранях призмы (пирамиды). Построить профильную и изометрическую проекции конуса (цилиндра) и проекции точек (линии), расположенных на поверхности конуса (цилиндра).

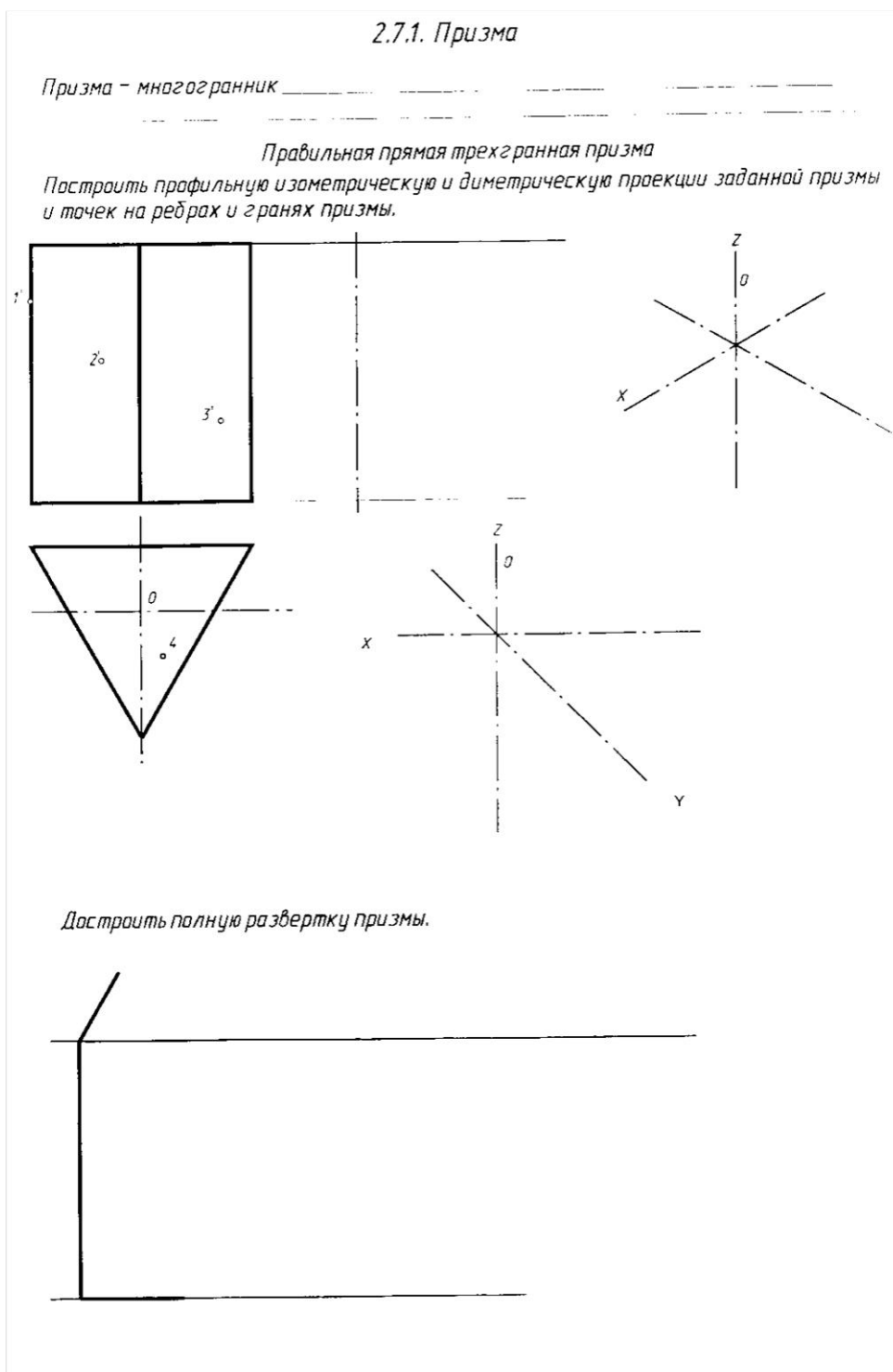


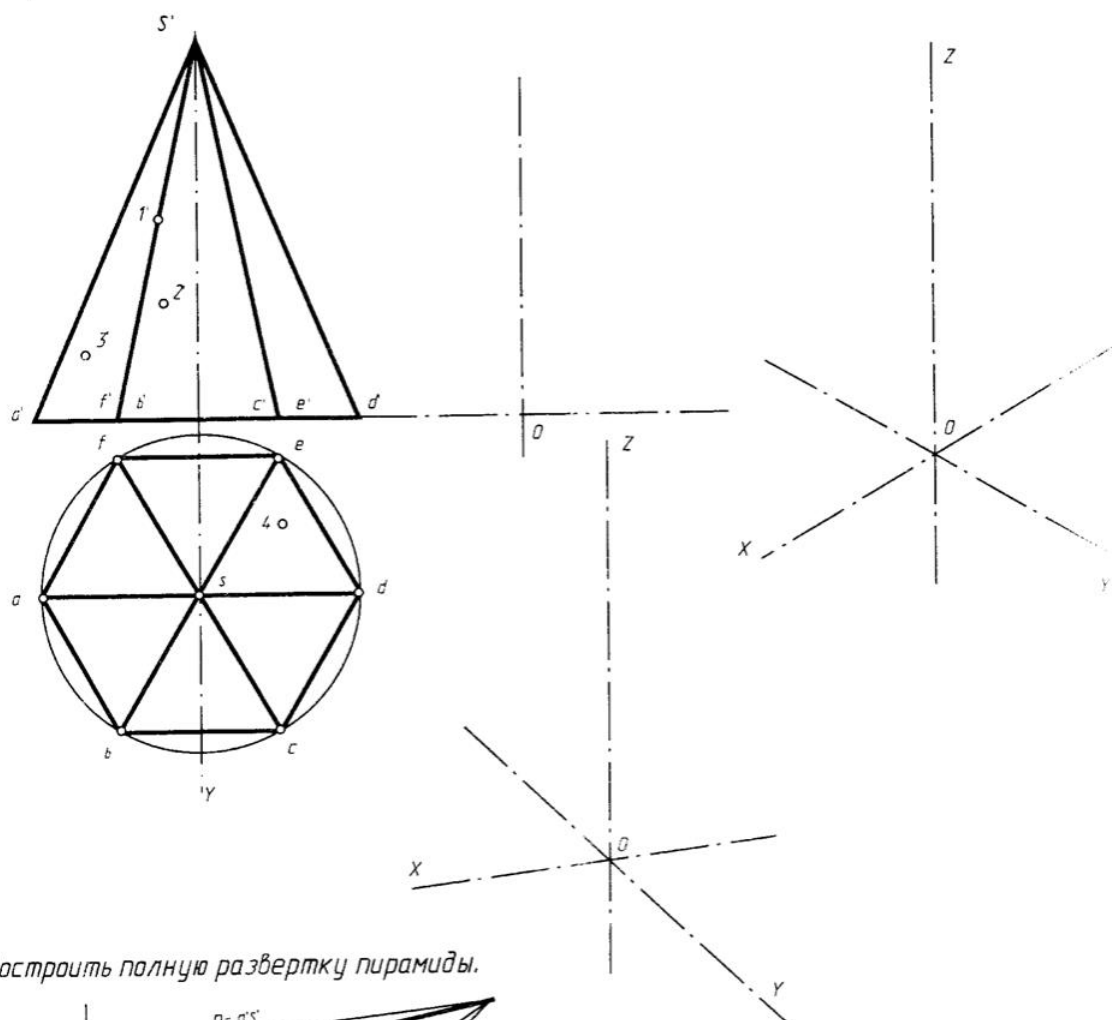
Рисунок 9.1.

2.7.2. Пирамида

Пирамида – многогранник

Правильная прямая шестигранная пирамида.

Построить профильную и изометрическую и диметрическую проекции заданной пирамиды и точек, расположенных на гранях и ребрах пирамиды.



Достроить полную развертку пирамиды.

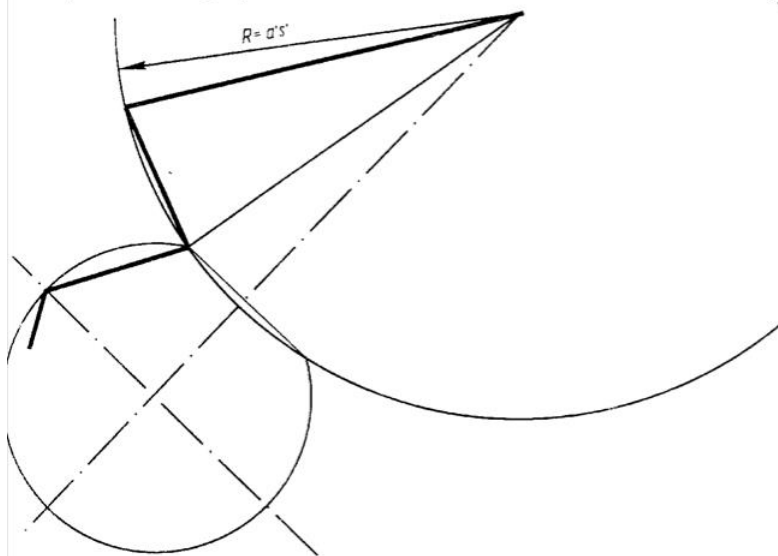
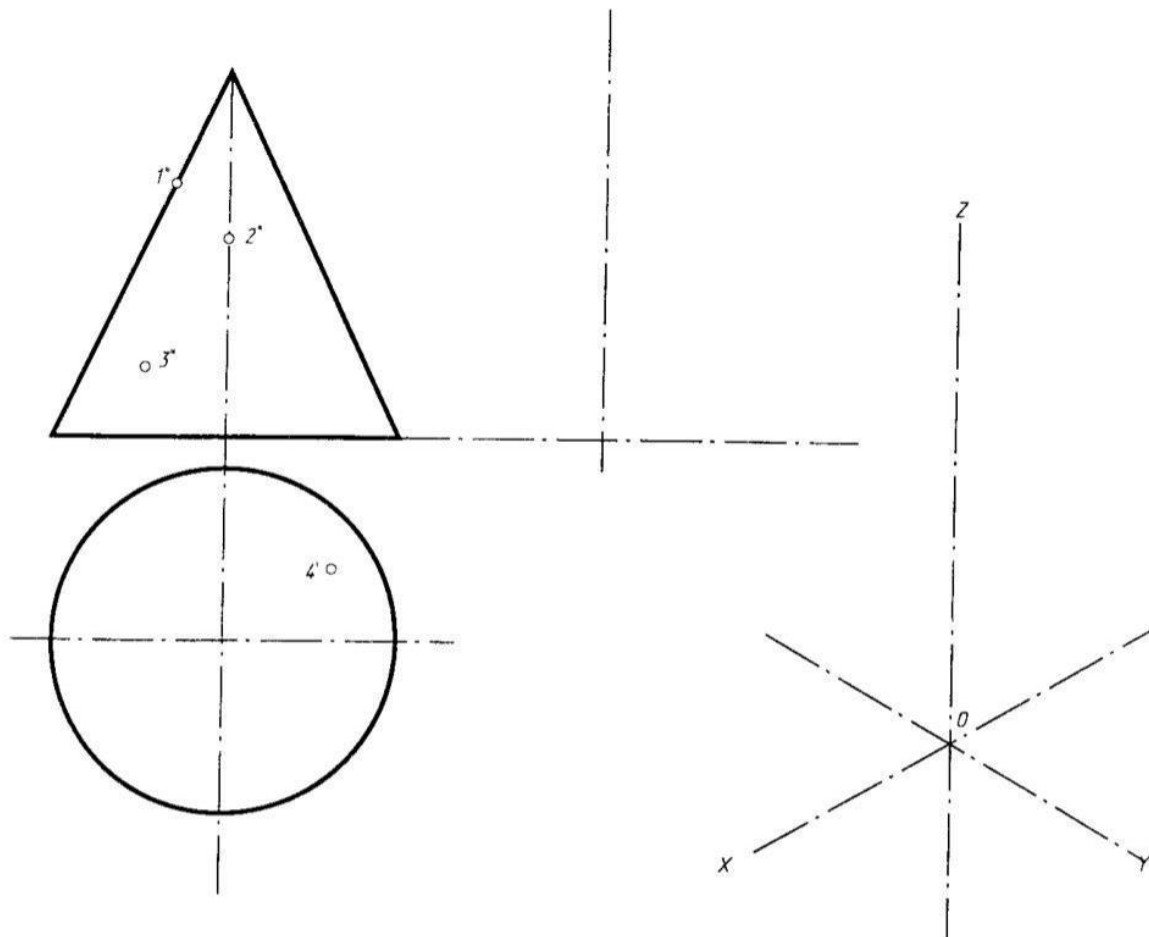


Рисунок 9.2.

2.7.4. Проекции конуса

Конус – тело вращения

Построить профильную и изометрическую проекции конуса и проекции точек, расположенных на поверхности конуса.



Построить полную развертку конуса.

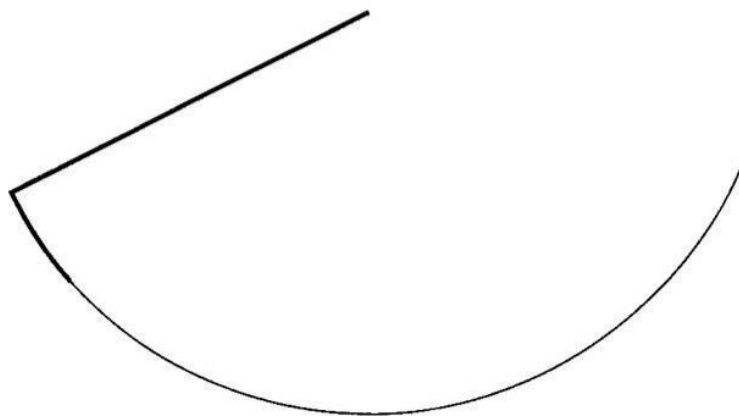
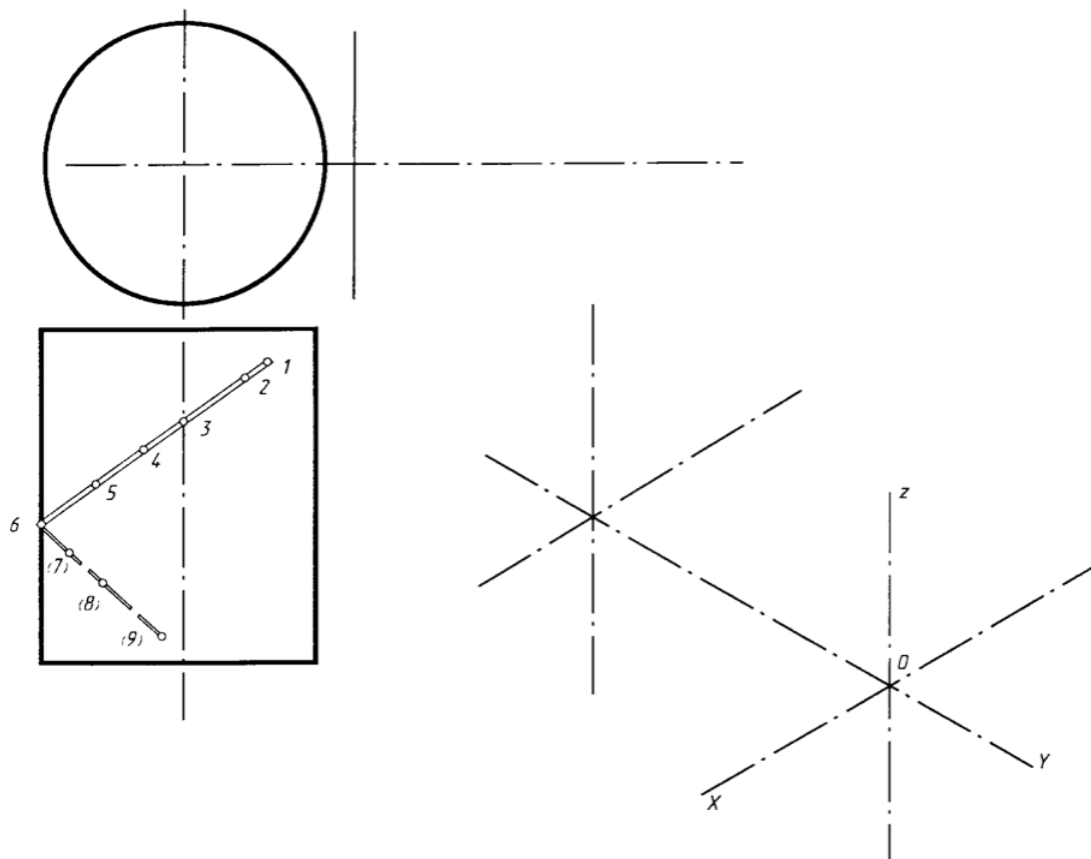


Рисунок 9.3.

2.7.3. Проекции цилиндра

Цилиндр – тело вращения, образуемое

Построить профильную и изометрическую проекции заданного цилиндра и проекции линии 1–9, расположенной на поверхности цилиндра. Проекции линии выполнить цветным карандашом.



Построить полную развертку цилиндра.

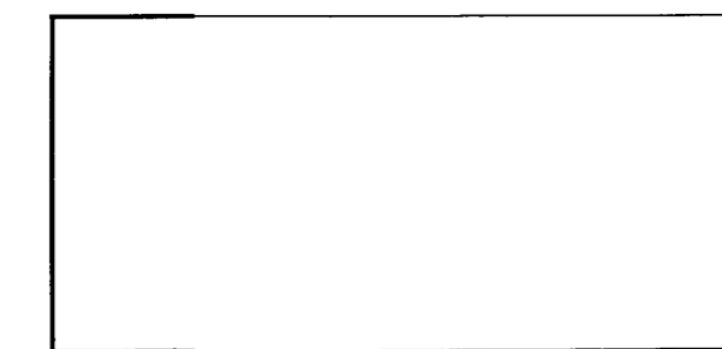


Рисунок 9.4.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
7. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
8. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>
9. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.
10. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 10. Эскизирование деталей

Цель занятия. Развитие навыков эскизирования детали.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- владение навыками выполнения эскизов (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: технически грамотное выполнение эскизов является неотъемлемой частью навыков владения техникой чертежа.

Теоретическая часть. Эскизом называется наглядное изображение, выполненное от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей. Эскиз является временным чертежом и предназначен для разового использования.

Эскиз должен быть оформлен аккуратно с соблюдением проекционных связей и всех правил и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Эскиз может служить документом для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. В связи с этим эскиз детали должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. На эскизе помещают и другие сведения, оформляемые в виде графического или текстового материала (технические требования и т. п.).

Выполнение эскизов (эскизирование) производится на листах любой бумаги стандартного формата.

Процесс эскизирования можно условно разбить на отдельные этапы, которые тесно связаны друг с другом.

1. Ознакомление с деталью

При ознакомлении определяется форма детали и ее основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь и составляется общее представление о материале, обработке и шероховатости отдельных поверхностей, о технологии изготовления детали, о ее покрытиях и т. п.

2 Выбор главного вида и других необходимых изображений

Главный вид следует выбирать так, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах детали, а также облегчал пользование эскизом при ее изготовлении.

Изображения деталей тел вращения на чертежах располагают так, чтобы на главном виде ось детали была параллельна основной надписи. Такое расположение главного вида облегчит пользование чертежом при изготовлении по нему детали.

По возможности следует ограничить количество линий невидимого контура, которые снижают наглядность изображений. Поэтому следует уделять особое внимание применению разрезов и сечений.

Необходимые изображения следует выбирать и выполнять в соответствии с правилами и рекомендациями ГОСТ 2.305-68.

3 Выбор формата листа

Формат листа выбирается по ГОСТ 2.301-68 в зависимости от того, какую величину должны иметь изображения, выбранные при выполнении этапа 2. Величина и масштаб изображений должны позволять четко отразить все элементы и нанести необходимые размеры и условные обозначения.

4 Подготовка листа

Вначале следует ограничить выбранный лист внешней рамкой и внутри нее провести рамку чертежа заданного формата. Затем наносится контур рамки основной надписи.

5 Компоновка изображений на листе

Выбрав глазомерный масштаб изображений, устанавливают на глаз соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями прямоугольники с габаритными размерами детали. Прямоугольники

располагают так, чтобы расстояния между ними и краями рамки были достаточными для нанесения размерных линий и условных знаков, а также для размещения технических требований.

6 Нанесение изображений элементов детали

Внутри полученных прямоугольников наносят тонкими линиями изображения элементов детали. При этом необходимо соблюдать пропорции их размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, проводя соответствующие осевые и центровые линии.

7 Оформление видов, разрезов и сечений

Далее на всех видах уточняют подробности, не учтенные при выполнении этапа 6 (например, округления, фаски), и удаляют вспомогательные линии построения. В соответствии с ГОСТ 2.305-68 оформляют разрезы и сечения, затем наносят графическое обозначение материала (штриховка сечений) по ГОСТ 2.306-68 и производят обводку изображений соответствующими линиями по ГОСТ 2.303-68.

8 Нанесение размерных линий и условных знаков

Размерные линии и условные знаки, определяющие характер поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.), наносят по ГОСТ 2.307-68. Одновременно намечают шероховатость отдельных поверхностей детали и наносят условные знаки, определяющие шероховатость.

9 Нанесение размерных чисел

При помощи измерительных инструментов определяют размеры элементов и наносят размерные числа на эскизе. Если у детали имеется резьба, то необходимо определить ее параметры и указать на эскизе соответствующее обозначение резьбы.

10 Окончательное оформление эскиза

При окончательном оформлении заполняется основная надпись. В случае необходимости приводятся сведения о предельных отклонениях размеров, формы и расположения поверхностей; составляются технические требования и

выполняются пояснительные надписи. Затем производится окончательная проверка выполненного эскиза и вносятся необходимые уточнения и исправления.

Вопросы и задания.

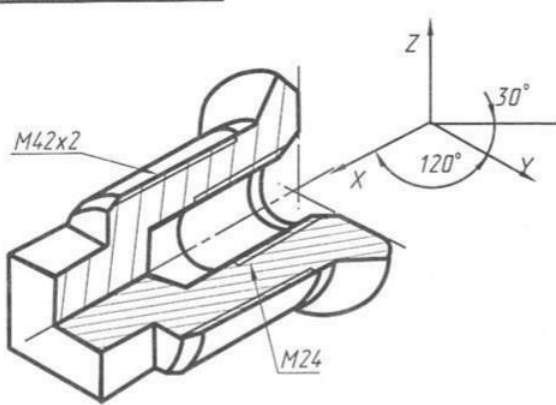
1. Какая разница между эскизом и рабочим чертежом? 2. Что должен содержать эскиз? 3. Как определять необходимое число изображений? 4. Какие размеры следует проставлять на эскизе? 5. Что необходимо учитывать при выборе главного изображения? 6. На основе чего выбирается формат чертежа и компоновка поля листа? 7. Какова последовательность выполнения эскизов?

Задание. В предложенном задании (рисунки 10.1 и 10.2), выдаваемом на руки каждому студенту, выполнить эскиз колпачка (основания подшипника).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Мефодьева Л.Я. Основы инженерной графики [Электронный ресурс]: чертежи изделий. Чтение и детализирование чертежей общего вида. Общие правила оформления чертежей/ Ме-фодьева Л.Я.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государ-ственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 89 с.— Режим досту-па: <http://www.iprbookshop.ru/54791.html>6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
5. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

Выполнить эскиз колпачка.



М42х2

М24

Колпачок
Ст 3 ГОСТ 380-88

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						У		
Пров.						Лист	Листов	
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								38

Рисунок 10.1.

Выполнить эскиз основания подшипника.

Основание подшипника
СЧ 12-28 ГОСТ 1412-70

2 отв. М20
 $d_p = 25$; $l_{отв.} = 35$

Р20

Р30

100

80

130

80

10

50

70

А

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						У		
Пров.								
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.								
Утв.								39

Рисунок 10.2.

Практическое занятие 11. Измерение деталей

Цель занятия. Развитие навыков использования измерительных инструментов.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы (УК-6, ПК-1);
- владение навыками технически грамотного выполнения эскизов и чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: грамотное использование измерительных инструментов является неотъемлемой частью навыков владения техникой чертежа.

Теоретическая часть. Основными инструментами для обмера деталей являются: линейка стальная, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль, микрометр, угломер, радиусомер и резьбомер.

Линейкой, кронциркулем и нутромером можно снять размеры с точностью до 0,5 мм. Размеры, измеренные кронциркулем и нутромером, отсчитываются на линейке. Штангенциркулем, снабженным глубиномером, нониусом, длинными и короткими ножками, производятся измерения до 0,05 мм. Микрометр служит для измерения наружных диаметров прутков и других деталей с точностью до 0,005 мм. Обмер углов деталей производится с помощью угломеров различных конструкций.

При обмере деталей широко используются шаблоны различной формы и назначения. Небольшие радиусы закруглений (галтелей) замеряются радиусомерами, состоящими из набора пластинок, на которых выбиты величины радиусов в мм. Для определения профиля и шага резьбы применяются резьбомеры. На колодке метрического резьбомера выбито клеймо «М60», а на каждой пластине - шаг резьбы в мм. На колодке дюймового резьбомера стоит клеймо «Д55°», на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма.

Для обмера деталей в производственных условиях используются и более сложные инструменты и приборы. Обмер элементов деталей можно производить разными приемами.

Для обмера криволинейных контуров используются приемы, показанные на рисунке 11.1. Следует помнить, что криволинейные очертания большинства деталей состоят из участков прямых и дуг окружностей различного диаметра.

Для получения хорошего оттиска какого-либо криволинейного контура детали нужно слегка потереть контур графитом карандаша, положить на деталь лист бумаги и прижать рукой, затем определить размеры с помощью чертежного инструмента. В некоторых случаях криволинейный контур обводят карандашом, а затем определяют размеры.

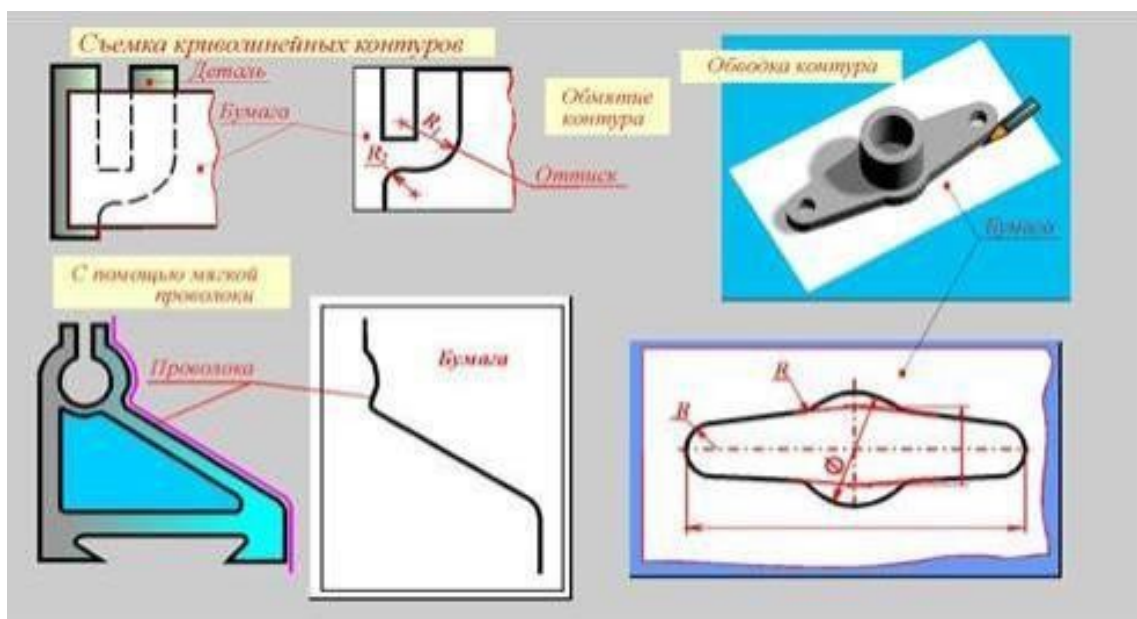


Рисунок 11.1.

Для определения размеров более сложных контуров (сочетание нескольких дуг окружностей, прямых и кривых линий) в каждом отдельном случае необходимо изготавливать специальные шаблоны.

Очертание контура можно получить, например, с помощью свинцовой или другой мягкой проволоки. По полученному таким образом предварительному контуру, нанесенному на бумагу, находят все необходимые размеры.

Вопросы и задания.

1. Как пользоваться различными измерительными инструментами? Для чего каждый из них предназначен? 2. Какие приемы используются для обмера криволинейных контуров? 3. В каких случаях рекомендуется использовать шаблоны?

Задание. С помощью измерительного инструмента (линейки, штангенциркулей различного типа, резбोмера и др.) произвести обмеры предложенных деталей и стандартных изделий. Выполнить оттиск предложенного криволинейного контура.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>

3. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>

4. Мефодьева Л.Я. Основы инженерной графики [Электронный ресурс]: чертежи изделий. Чтение и детализирование чертежей общего вида. Общие правила оформления чертежей/ Мефодьева Л.Я.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54791.html>

5. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

Практическое занятие 12. Резьбовые соединения

Цель занятия. Развитие навыков вычерчивания соединения деталей различными типами резьбовых соединений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками технически грамотного выполнения эскизов и чертежей (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: При проектировании сборочных чертежей, содержащих резьбовые соединения, необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть. 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.)

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта, гайки и шайбы называется болтовым соединением. Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т. е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

Скрепление двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы.

Его используют вместо болтового, когда изготавливать сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта. Длину l_1 ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем делают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки. На конец шпильки, выступающий из скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку.

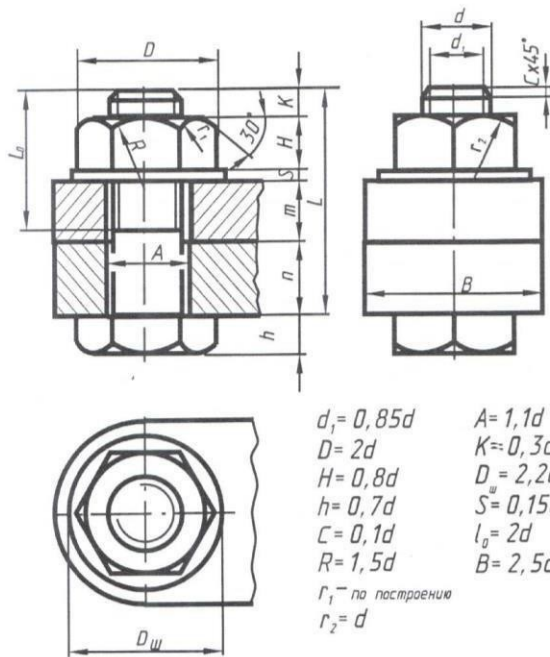
При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов.

Вопросы и задания.

1. В чем разница между болтом и шпилькой? 2. Для каких целей применяют плоские шайбы? 3. С какой резьбой выполняют крепежные детали общего назначения? 4. Какие соединения относятся к разъемным и какие к неразъемным? 5. Как изображают в разрезах резьбу болта и гайки в собранном виде? 6. Как определить длину болта в болтовом соединении? 7. Как изображают глухое резьбовое отверстие? 8. Как определить глубину резьбового отверстия под шпильку?

Задание. В предложенном задании (рисунки 12.1 и 12.2), выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо выполнить чертеж болтового и шпилечного соединения деталей по условным соотношениям. Выполненное задание сдать преподавателю.

4.4. Болтовое соединение деталей по условным соотношениям

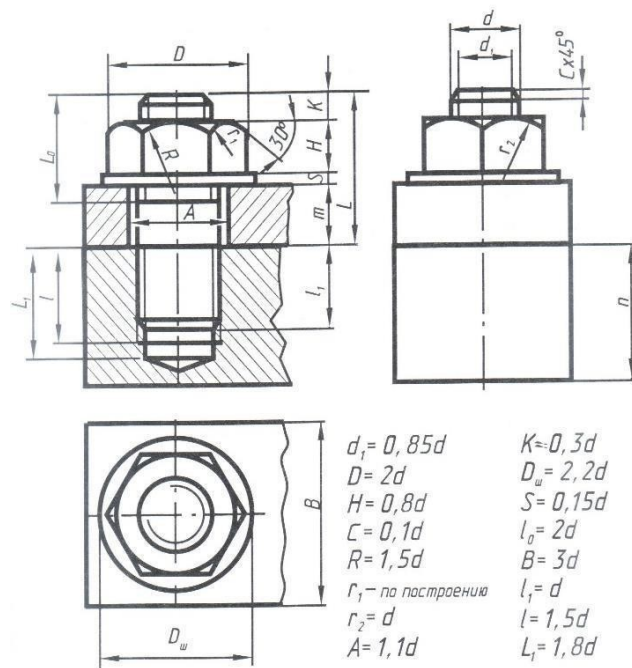


По заданным преподавателем размерам
 $d =$; $m =$; $n =$
 выполнить расчет размеров и чертеж соединения.
 Шаг резьбы $P =$
 Внутренний диаметр резьбы $d_1 =$
 Высота гайки $H =$
 Высота головки болта $h =$
 Размер фаски $C =$
 Радиусы фасок гайки и головки болта:
 $R =$; $r_1 =$; $r_2 =$
 Диаметр отверстия деталей $A =$
 Выступающая над гайкой часть болта $K =$
 Диаметр шайбы $D_{ш} =$
 Толщина шайбы $S =$
 Длина резьбовой части болта $l_0 =$
 Длина болта $L =$

На чертеже нанести размеры $d, N, l_0, n, \varnothing$.

Рисунок 12.1.

4.5. Шпилечное соединение деталей по условным соотношениям



По заданным преподавателем размерам $d =$; $m =$; $n =$ $B =$ выполнить расчет размеров и чертеж соединения.
 Шаг резьбы $P =$
 Внутренний диаметр резьбы $d_1 =$
 Высота гайки $H =$
 Размер фаски $C =$
 Радиусы фасок гайки:
 $R =$; $r_1 =$; $r_2 =$
 Диаметр отверстия деталей $A =$
 Выступающая над гайкой часть шпильки $K =$
 Диаметр шайбы $D_w =$
 Толщина шайбы $S =$
 Длина резьбовой части шпильки $l_0 =$
 Длина шпильки $L =$
 Длина ввинчиваемого посадочного конца шпильки $l_1 =$
 Длина резьбы в отверстии $l =$
 Глубина отверстия $L_1 =$

На чертеже нанести размеры d , L , m , n , B .

Рисунок 12.2.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Мефодьева Л.Я. Основы инженерной графики [Электронный ресурс]: чертежи изделий. Чтение и детализирование чертежей общего вида. Общие правила оформления чертежей/ Мефодьева Л.Я.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54791.html>
7. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
8. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
9. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

Практическое занятие 13. Анализ сборочной единицы

Цель занятия. Развитие навыков выполнения простейших сборочных единиц и составления спецификации.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей и текстовых документов (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: знание принципов построения сборочных чертежей и составления спецификации является неотъемлемой частью умения читать сборочные чертежи.

Теоретическая часть. Сборочный чертеж разрабатывается на основе чертежа общего вида и входит в комплект рабочей конструкторской документации и предназначается непосредственно для производства.

По сборочному чертежу определяется соединение деталей и сборочных единиц в готовое законченное изделие. Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;

– установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

– технические требования и техническую характеристику изделия.

Сборочный чертеж следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД.

Вопросы и задания.

1. Что подразумевается под чтением и детализацией сборочного чертежа? 2. Должно ли соответствовать количество изображений детали на сборочном чертеже количеству изображений этой же детали на рабочем чертеже? 3. Как заштриховываются в разрезе соприкасающиеся детали?

Задание. В предложенном задании, выдаваемом на руки каждому студенту, необходимо выполнить анализ конструкции изделия, его устройства и принципа действия, последовательности сборки и разборки. Составить схему деления изделия на составные части.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>

2. Мефодьева Л.Я. Основы инженерной графики [Электронный ресурс]: чертежи изделий. Чтение и детализация чертежей общего вида. Общие правила оформления чертежей/ Мефодьева Л.Я.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54791.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 416с. – (Справочные материалы). – ISBN 5-691-00418-2.

5. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskienauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 14. Сборочный чертеж

Цель занятия. Развитие навыков выполнения простейших сборочных единиц и составления спецификации.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей и текстовых документов (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: знание принципов построения сборочных чертежей и составления спецификации является неотъемлемой частью умения читать сборочные чертежи.

Теоретическая часть. На сборочном чертеже допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

- зазоры между стержнем и отверстием;

- надписи на табличках, фирменных бланках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями, которые, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.

- болты, винты, шпильки изображают упрощенно;

- одинаковые по форме и размерам равномерно расположенные элементы или детали не вычерчивают, а изображают лишь один элемент или одну деталь;
- крышки, щиты и кожухи допускается не изображать, если необходимо показать закрытые ими составные части изделия;
- линии перехода вычерчивают упрощенно, заменяя лекальные кривые дугами окружностей или прямыми линиями;
- крайние или промежуточные положения детали, перемещающейся при работе, при необходимости показывают штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками, причем наносят только контурные очертания детали (без подробностей);
- изделия, изготовленные из прозрачного материала, изображаются как непрозрачные (в отдельных случаях допускается изображать видимыми такие детали, как шкалы, циферблаты, стрелки приборов и т. п., расположенные за прозрачным предметом);
- изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

Вопросы и задания.

1. Что подразумевается под чтением и детализацией сборочного чертежа? 2. Должно ли соответствовать количество изображений детали на сборочном чертеже количеству изображений этой же детали на рабочем чертеже? 3. Как заштриховываются в разрезе соприкасающиеся детали?

Задание. В предложенном задании, выдаваемом каждому студенту, на основе выполненного на предыдущем занятии анализа конструкции изделия, его устройства и принципа действия, последовательности сборки и разборки необходимо выполнить сборочный чертеж изделия и составить спецификацию.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
4. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
5. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
6. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
7. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
8. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>
9. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.
10. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 15. Разъемные и неразъемные соединения

Цель занятия. Развитие навыков выполнения простейших разъемных и неразъемных соединений. Усвоение условных обозначений неразъемных соединений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления конструкторской и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение оформлять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками технически грамотного выполнения чертежей и текстовых документов (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: в конструкциях машин и оборудования часто используются валы и соединенные с ними при помощи шпонок и шлицев рабочие органы. В этой связи необходимо изучение правил выполнения и оформления чертежей таких соединений.

Теоретическая часть. Разъемные соединения позволяют многократно выполнять его разборку и последующую сборку, при этом целостность деталей, входящих в соединение не нарушается. К разъемным соединениям относятся: резьбовые соединения, соединения с применением штифтов, шпоночные соединения, а также зубчатые (шлицевые) соединения.

Соединения с применением штифтов. По форме штифты разделяются на цилиндрические и конические и применяются для взаимной установки деталей, а также в качестве соединительных и предохранительных деталей. Штифты выполняются по ГОСТ 26862-86 и по стандартам на виды штифтов.

Шпоночные соединения бывают двух видов: неподвижное и подвижное. Наиболее распространено неподвижное соединение шпонками валов с насаженными на них деталями, например: маховиками, шкивами, зубчатыми колесами, муфтами, звездочками, кулачками. В этом соединении часть шпонки входит в

паз вала, а часть – в паз ступицы колеса. Форма и размеры шпонок стандартизованы и зависят от диаметра вала и условий эксплуатации соединяемых деталей. Большинство стандартных шпонок представляет собой деталь призматической, сегментной или клиновидной формы с прямоугольным поперечным сечением. Шпонки в продольном разрезе показываются нерассеченными независимо от их формы и размеров. Наибольшее распространение имеют призматические шпонки.

Разборка неразъемных соединений может быть осуществлена только такими средствами, которые приводят к частичному разрушению деталей, входящих в соединение. К неразъемным соединениям относятся соединения: клепаные, сварные, полученные пайкой, склеиванием, сшиванием и при помощи металлических скобок.

Сварные соединения широко применяются в технике, особенно в машиностроении. При помощи сварки соединяются детали машин, металлоконструкции мостов и т. п. Сварка успешно заменяет поковки, отливки, клепаные соединения, упрощая технологический процесс, снижая трудоемкость и уменьшая вес изделия. В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением.

Соединения заклепками применяют в конструкциях, подверженных действию высоких температур или ударных и вибрационных нагрузок (котлы, железнодорожные мосты, авиационные конструкции).

Заклепочное соединение применяется в соединениях деталей из металлов, в основном плохо поддающихся сварке, при соединениях металлических изделий с неметаллическими.

Заклепка представляет собой стержень круглого сечения, имеющий с одного конца головку, форма головки бывает различной.

Соединения паяные и клееные изображаются и обозначаются по ГОСТ 2.313-82.

Место соединения элементов в соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, следует изображать сплошной линией толщиной $2S$, при этом следует

применять условный знак, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией.

Соединения, получаемые сшиванием, следует изображать на чертежах по ГОСТ 2.313-82 тонкой сплошной линией и обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесенным на линии-выноске.

Соединения, получаемые при помощи металлических скобок, следует изображать по ГОСТ 2.313-82 и обозначать условным знаком, выполненным сплошной основной линией и нанесенным на линии-выноске.

Вопросы и задания.

1. Какие соединения называются разъёмными? 2. Какие элементы конструкции применяются для осуществления разъёмных соединений? 3. Назовите виды штифтов, применяемых в приборостроении. 4. Какими параметрами характеризуется призматическая шпонка? 5. Какие соединения называются неразъёмными? 6. Назовите виды неразъёмных соединений. 7. Какие виды сварки вы знаете? 8. Как обозначается на чертеже сварной шов? 9. Назовите виды заклепок, применяемых в приборостроении? 10. Как определить необходимую длину заклепки для соединения элементов конструкции? 11. Линией какой толщины изображается на чертеже место соединения элементов, получаемой пайкой и склеиванием?

Задание. После рассмотрения основных видов соединений и их условных обозначений выполнить чертежи штифтового и шпоночного соединений (рисунки 15.1 и 15.2). Выполненную работу сдать преподавателю.

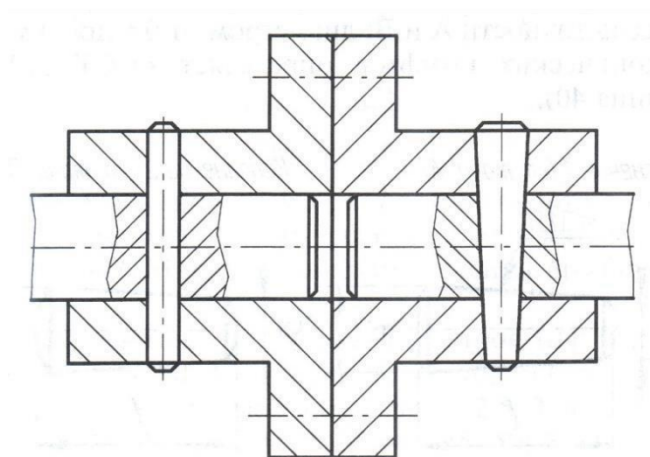


Рисунок 15.1.

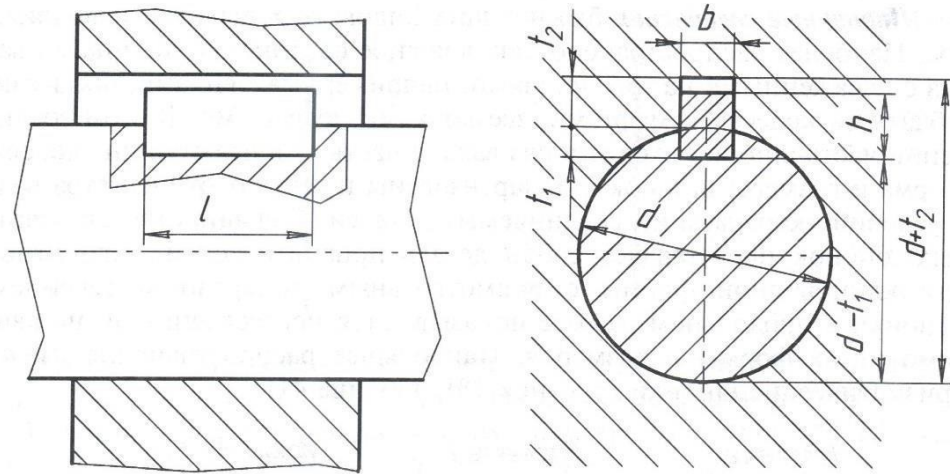


Рисунок 15.2.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>
3. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
4. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
5. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>
6. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.
7. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 16. Чтение схемы технологических процессов

Цель занятия. Приобретение навыков составления схем технологических процессов. Усвоение условных обозначений аппаратов, насосов, вентиляторов и др.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение читать и составлять проектную и рабочую документацию с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1)

Актуальность темы: технологические и аппаратурно-процессовые схемы являются неотъемлемой частью технологической документации химических производств.

Теоретическая часть. В ГОСТ 2.701-84 отсутствуют требования к выполнению схем технологических процессов. Поэтому при выполнении этих схем следует руководствоваться РТМ 26-79-72, разработанного НИИХИММАШем.

РТМ 26-79-72 устанавливает дополнительный вид схем – «Технологические», обозначаемые буквой «Т».

В зависимости от основного назначения схемы устанавливаются следующие типы технологических схем:

- схема принципиальная – Т3;
- схема соединений (монтажная) – Т4;
- схема общая – Т6.

На принципиальной схеме должны быть показаны основные изделия (аппараты, машины, механизмы и пр.), входящие в установку, отображены принципы, обеспечивающие технологический процесс, указаны основные технологические связи между изделиями (трубопроводы), а также элементы, имеющие самостоятельное функциональное назначение (насосы, арматура и т. д.).

Схема должна содержать:

а) графическое упрощенное изображение изделий, входящих в установку, во взаимной технологической и монтажной связи между ними;

б) таблицы условных графических обозначений, точек замера и контроля параметров процесса (при необходимости).

Оборудование установки должно быть показано условно изображениями, предусмотренными следующими стандартами:

- а) баки и конденсатоотводчики – ГОСТ 2.780-68;
- б) аппараты выпарные – ГОСТ 2.788-74;
- в) аппараты теплообменные – ГОСТ 2.789-74;
- г) аппараты колонные – ГОСТ 2.790-74;
- д) аппараты сушильные – ГОСТ 2.792-74;
- е) насосы и вентиляторы – ГОСТ 2.782-68;
- ж) отстойники и фильтры – ГОСТ 2.791-74;
- з) устройства питающие и дозирующие – ГОСТ 2.794-79.

Условные обозначения трубопроводов, элементов трубопроводов и трубопроводной арматуры принимать согласно действующим стандартам:

- а) обозначение трубопроводов для жидкостей и газов – ГОСТ 3.464-63;
- б) элементы трубопроводов – ГОСТ 2.784-70;
- в) арматура трубопроводная – ГОСТ 2.785-70.

Аппаратам, машинам, арматуре и точкам приборов, показанным на схеме, следует присваивать буквенное обозначение (как правило, начальные или характерные буквы наименований изделий), например дроссель – Д; вентилятор – В; счетчик (газа, жидкости) – СЧ; аппарат – А; насос – Н; компрессор – К; редуктор – Рд; указатель уровня – У; сигнализатор уровня – Су; кран (проходной) – КПр; вентиль регулирующий – ВР; предохранительный клапан – ПК; вентиль запорный – ВЗ; манометр – М; мановакуумметр – МВ; термометр – Т.

Пример выполнения принципиальной технологической схемы показан на рисунке 16.1.

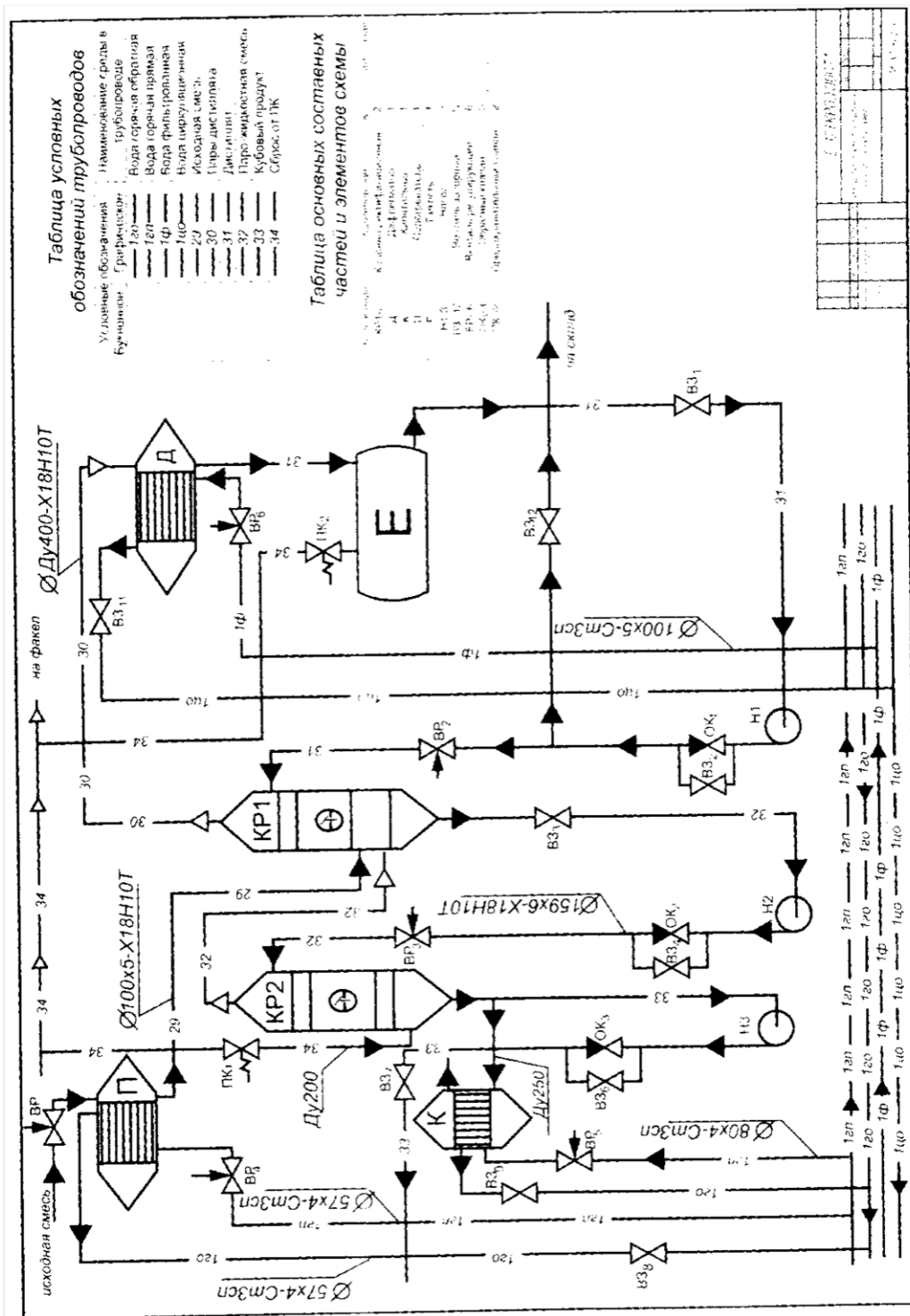


Рисунок 16.1. Установка ректификационная. Технологическая схема

Вопросы и задания.

1. Какие конструкторские документы называются схемами? 2. На какие виды и типы подразделяются схемы? 3. Что изображается на принципиальной схеме? 4. Что такое условное графическое обозначение элемента схемы? 5. В ка-

ких размерах вычерчивают на схемах стандартные условные обозначения элементов? 6. В каких размерах вычерчивают на схемах условные обозначения элементов, если в стандарте они изображены на модульной сетке? 7. Где размещается на схеме перечень элементов? 8. В каком порядке присваиваются номера позиций элементам на оптической схеме? 9. Стандарты какой группы ЕСКД устанавливают условные графические обозначения в схемах? 10. Как присваиваются порядковые номера элементам на электрических принципиальных схемах? 11. Как оформляется перечень элементов, если он выполнен отдельным документом?

Задание. После рассмотрения отдельных видов условных обозначений оборудования установки прочитайте предложенную технологическую схему (вакуум-выпарную, сушильную, ректификационную и др.).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>

2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>

3. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>

4. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>

5. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

6. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.

7. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>

Практическое занятие 17. Выполнение схемы технологических процессов

Цель занятия: Получение навыков и умений выполнения схем.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил и методов построения схем (ПК-1);
- знание правил оформления технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение составлять проектную и рабочую документацию с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);
- владение навыками выполнения схем (УК-6, ПК-1).

Актуальность темы: технологические и аппаратурно-процессовые схемы являются неотъемлемой частью технологической документации химических производств.

Теоретическая часть. Схемой называется конструкторский документ (чертеж), содержащий условные графические обозначения составных частей изделия, их взаимное расположение и связи между ними.

ГОСТ 2.701–84 устанавливает виды и типы схем. В зависимости от характера элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяются на **виды**, каждый из которых обозначается буквой: кинематические (**К**), гидравлические (**Г**), пневматические (**П**), электрические (**Э**), оптические (**Л**).

В зависимости от основного назначения, схемы делятся на **типы**, каждый из которых обозначается цифрой: структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), монтажные (4), подключения (5) и др.

Код схемы, состоящий из буквы и цифры, записывается меньшим шрифтом в основную надпись чертежа, например: схема электрическая принципиальная – Э3.

Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО). Для некоторых типов схем, например, электрические и кинематические, начертание УГО установлено ГОСТ, для других типов схем применяются

общепринятые УГО. Графические обозначения и линии связи выполняются линиями толщиной **0,3 – 0,4 мм**.

Каждый элемент схемы должен иметь цифровое позиционное обозначение, которое проставляется на полке-выноске по общим правилам проставления позиций.

Полные сведения об элементах записывают в их перечень, который выполняют в форме таблицы (рисунок 17.1). Перечень элементов можно помещать на первом листе схемы или оформлять как самостоятельный документ на формате А4 с основной надписью по форме 2 (как для спецификации).

Поз. обозна- чение	Наименование	Кол.	Примечание	15
	Выключатели ВМТ ТУ 16 - 674.047- 85			
Q1, Q2	ВМТ- 220Б- 40 / 1600Т1	2		
Q3	ВМТ-110Б-25 / 1250	1		
QS1...QS8	Разъединитель РНД-35/1000У1	8		
	ТУ16-520.102-79			
20	110	10		8
185				

Рисунок 17.1 – Перечень элементов

Элементы вносят в перечень группами и по возрастанию порядковых номеров. Между группами элементов рекомендуется оставлять незаполненные строки для внесения изменений.

Для сокращения перечня элементы одного вида с одинаковыми параметрами допускается записывать одной строкой с указанием их количества. При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы с общим заголовком (запись «Выключатели ВМТ ТУ...»).

Перечню элементов, как самостоятельному документу, присваивается код, который должен состоять из буквы «П» и кода схемы. В основной надписи перечня под наименованием изделия делают запись «Перечень элементов».

Вопросы и задания.

1. Какие конструкторские документы называются схемами? 2. На какие виды и типы подразделяются схемы? 3. Что изображается на принципиальной схеме? 4. Что должна содержать схема? Как заполняется поле листа технологической схемы? 5. Что такое условное графическое обозначение элемента схемы? 6. В каких размерах вычерчивают на схемах стандартные условные обозначения элементов? 7. Стандарты какой группы ЕСКД устанавливают условные графические обозначения в схемах?

Задание. На формате А3 выполнить технологическую схему производства по варианту, предложенному преподавателем. Сначала выполнить схему в тонких линиях. Указать технологические потоки, проставить номера позиций элементов, входящих в схему. На отдельном листе формата А4 составить таблицу перечня элементов. При наличии свободного места, допускается размещать таблицу перечня элементов непосредственно на чертеже над основной надписью. Выполнить обводку чертежа. Заполнить основную надпись.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
2. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
3. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>
4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 416с. – (Справочные материалы). – ISBN 5-691-00418-2.
5. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>
6. Академия ИТ. Онлайн образование. Бесплатные онлайн-курсы по черчению - <https://academiait.ru/course-category/education/drawing/>
7. Макаренко, С. А. Инженерная графика : учебное пособие для выполнения графических работ применением редактора AutoCAD / С. А. Макаренко, Н. И. Самбулов. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 88 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/72669.html>

Практическое занятие 18. Правила составления текстовых документов

Цель занятия. Усвоение основных требований к составлению текстовых документов.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы, формируемые компетенции или их части:

- знание правил оформления технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-1);
- умение составлять проектную и рабочую документацию с учетом всех требований ЕСКД (УК-6, ПК-1);

Актуальность темы: большая часть технологической документации химических производств представляет собой текстовые документы. Умение правильно оформлять такие документы является неотъемлемой частью профессиональной деятельности.

Теоретическая часть. В учебном процессе студенту часто приходится разрабатывать текстовые конструкторские документы.

В производстве текстовые документы подразделяются на документы, содержащие в основном сплошной текст (технические условия, технические описания, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т. п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. п.). В учебном процессе для дипломных и курсовых проектов, выполнение которых носит исследовательский, конструкторский или технологический характер, это текстовый конструкторский документ – пояснительная записка (ПЗ), правила и формы выполнения которой устанавливает ГОСТ 2.106-96 «ЕСКД. Текстовые документы» и ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

При изучении большинства технических и гуманитарных дисциплин студент выполняет реферат – краткое и точное изложение содержания изученной литературы, включающее основные фактические сведения и выводы. Общие тре-

бования к реферату изложены в ГОСТ 7.9-95 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования».

При выполнении курсовой работы, содержание которой может носить реферативный, практический или опытно-экспериментальный характер студент также составляет пояснительную записку (ПЗ), оформленную по ГОСТ 2.105-95.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующие стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

Вопросы и задания.

1. Какие документы называются текстовыми? 2. Для каких целей выполняют реферат в учебной практике? 3. Назовите структурные элементы текстового документа и правила их изложения в документе. 4. Как записываются формулы в текстовых документах? 5. Какова структура таблицы? 6. Какие используются особенности при заполнении таблиц? 7. Как оформляются приложения к текстовому документу?

Задание. Совместно с преподавателем рассмотрите правила оформления текстовых документов (формулы, ссылки, нумерация, приложения, иллюстрации, заполнение таблиц и др.) на примере реальных документов. Отметьте ошибки в оформлении.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по теме:

1. Каталог стандартов ЕСКД - <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

*по организации самостоятельной работы
по дисциплине*

«Инженерная и компьютерная графика»

для студентов направления подготовки

04.03.01 Химия

профиль «Химия окружающей среды,
химическая экспертиза и экологическая безопасность»

Ставрополь
2026

Оглавление

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы студента	4
План-график выполнения самостоятельной работы	4
Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	4
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	5
Методические указания (по видам работ, предусмотренным рабочей программой дисциплины).....	7
Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации.....	8
Список рекомендуемой литературы	8

Введение

Самостоятельная работа – важный и существенный этап в обучении студентов. Целью самостоятельной работы при изучении дисциплины «Основы инженерной графики» является повышение уровня теоретического и практического усвоения студентами содержания дисциплины для более полного формирования компетенций УК-6 и ПК-1 будущего бакалавра по направлению подготовки 04.03.01 – Химия.

Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, которую они выполняют по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его прямого участия.

Задачи самостоятельной работы студента при изучении дисциплины:

- формирование навыка самостоятельной деятельности, развитие ответственности и самоорганизованности, творческого подхода к решению проблем в учебной и профессиональной сферах;
- развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм, реализуемых в виде чертежей конкретных изделий, представлению информации в графической форме;
- выработка знаний и навыков, необходимых для технически грамотного выполнения и чтения конструкторской и проектной документации, иной графической информации;
- выработка знаний и навыков применения требований ЕСКД при разработке техно-логической, конструкторской и иной технической документации.

При изучении курса предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение источников и литературы.

Самостоятельное изучение теоретического материала сочетает устную и письменную работу студента и организуется с целью формирования у студентов навыков поиска информации по определенной тематике, работы с текстовой информацией, выделения главного смыслового содержания текста и умения представить его краткое изложение в письменном виде, а также сформулировать теоретический ответ по рассматриваемому вопросу.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в устной форме в виде индивидуального собеседования.

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

<i>Виды самостоятельной работы</i>	<i>Цели и задачи каждого вида самостоятельной работы</i>	<i>Формируемые данным видом деятельности компетенции</i>
Самостоятельное изучение источников и литературы по темам: 1-9	<i>Цель:</i> овладение углубленными знаниями, профессиональными умениями на основе самостоятельного изучения источников и литературы по вопросам норм ЕСКД и их применения для технически грамотного выполнения конструкторской и проектной документации <i>Задачи:</i> - формирование навыка самоорганизации и саморазвития, способности управлять своим временем; - развитие творческого подхода к решению вопросов в избранной сфере профессиональной деятельности; - развитие умения систематизировать подлежащую усвоению информацию	УК-6 ПК-1

2. План-график выполнения самостоятельной работы

<i>№ п/п</i>	<i>№ темы</i>	<i>Задание</i>	<i>Итоговый продукт самостоятельной работы</i>	<i>Средства и технологии оценки</i>
1	Темы: 1-9	Самостоятельное изучение источников и литературы по вопросам темы	конспект	собеседование

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
	3 семестр		
1	Выполнение практических заданий по темам 1-3	8-я неделя	20
2	Выполнение практических заданий по темам 4-6	12-я неделя	15
3	Выполнение практических заданий по темам 7-9	18-я неделя	20
	Итого за 3 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Рекомендации по организации самостоятельной работы с источниками и литературой

В процессе подготовки студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической и научной литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной по каждой теме.

Самостоятельное изучение теоретического материала предполагает работу с учебной и справочной литературой. Ее итогом является конспект. *Конспект* – это краткая запись информации, полученной на лекции, при чтении литературы, просмотре видеодокумента или из других источников. Работа над конспектом включает анализ полученной информации, выделение в ней самого необходимого для решения конкретной задачи, представление ее в сжатом письменном виде. Конспект способствует запоминанию текста, облегчает овладение специальными терминами, незаменим при подготовке более сложной работы в виде доклада, диплома, диссертации, статьи, книги. Качество конспекта определяется многими условиями. Часть из них не зависят от уровня подготовки. В частности, это характер текста (есть работы, почти не поддающиеся свертыванию информации), логика и стиль изложения работы. Трудно конспектировать глубоко теоретические, крайне эмпирические, фактологические и описательные работы. К субъективным факторам относятся знание темы, степень владения языком конспективного изложения, четкость представления о необходимости конспекта в дальнейшей работе, владение оргтехникой и др. Первая операция, которой следует овладеть при составлении конспекта, – это структурирование информации. *Выписки* – простейшая форма конспектирования. Она состоит в переписывании части текста в виде цитаты или в виде собственных предложений, часто независимых друг от друга. *План* – это последовательный перечень проблем, затрагиваемых автором конспектируемой работы. *Тезис* – краткое изложение основной мысли, высказанной автором более широко и пространно; это авторское суждение, положение, изложенное «своим» языком. *Аннотация* – кратчайшая форма изложения всего содержания конспектируемого текста, дающая общее представление о нем. *Рецензия* – критический анализ и оценка прочитанного текста с использованием в качестве доказательств тезисов и цитат из самого текста.

Задания для самостоятельного изучения источников и литературы

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Формы отчетности	Рекомендуемые источники информации (№ источника)				Срок выполнения
			Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы	
1.	Тема 1. Основные правила оформления чертежей	Конспект	1,2	1,2,4,5	1,2	1,2,5	2 неделя семестра
2.	Тема 2. Нанесение размеров и предельных отклонений	Конспект	1,2	1,2,4,5	1,2	1,2,5	4 неделя семестра
3.	Тема 3. Изображение деталей на чертежах прямоугольным проецированием	Конспект	1,2	1,2,4,5	1,2	1-5	6 неделя семестра
4.	Тема 4. Изображение деталей и их элементов в аксонометрии	Конспект	1,2,3	1,2,4,5	1,2	1-5	8 неделя семестра
5.	Тема 5. Эскизы	Конспект	2	1, 2,5,6	1,2	1,3,5	10 неделя семестра
6.	Тема 6. Резьбы. Стандартные резьбовые детали. Резьбовые соединения	Конспект	2	1,2,5,6	1,2	1-5	12 неделя семестра
7.	Тема 7. Сборочный чертеж	Конспект	2	1,2,5,6	1,2	1-5	14 неделя семестра
8.	Тема 8. Схемы технологических процессов	Конспект	-	5	1,2	2,3,5	16 неделя семестра
9.	Тема 9. Правила составления текстовых документов	Конспект	-	-	1,2	5	18 неделя семестра

Порядок оформления и предоставления результатов самостоятельного изучения источников и литературы

Алгоритм самостоятельного изучения рекомендованной литературы:

1) Составьте перечень источников, с которыми Вам следует познакомиться.

Правильный подбор литературы рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература также указана рабочей программе дисциплины, в методических рекомендациях к практическим занятиям.

2) Определите для себя, какие источники (отдельные главы, разделы, статьи) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

3) Если в тексте встретилось незнакомое слово, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно узнайте его значение.

- 4) Сделайте необходимые записи по прочитанному материалу с учетом рекомендаций преподавателя по оформлению работы.
- 5) Предъявите конспект по данной теме преподавателю при собеседовании в рамках контрольной точки.

Критерии оценивания самостоятельного изучения источников и литературы

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, четко и логически связано отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует знание элементов технического черчения, норм ЕСКД, а также умеет интегрировать теоретические знания и применять их для решения нестандартных вопросов, проводить сравнительный анализ и моделирование пространства для раскрытия вопроса или обоснования принятого решения. Отвечая на вопрос, пользуется знаниями, полученными, в том числе при самостоятельном изучении литературы. При этом сопровождает свой ответ грамотно выполненными поясняющими схемами и эскизами с соблюдением правил оформления конструкторской документации.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он уверенно отвечает на вопросы, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми знаниями и навыками в области технического черчения и норм ЕСКД. При ответе на вопрос использует в основном лекционный материал. Сопровождает свой ответ поясняющими эскизами.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он неуверенно отвечает на вопросы, т.е. демонстрирует знания теоретических основ инженерной графики, однако испытывает затруднения при анализе и применении их в модельных практических ситуациях, в иллюстрации ответа с помощью построения эскизов. Допускает нарушение норм ЕСКД при оформлении чертежей.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он допускает существенные ошибки в ответе на вопросы, не владеет навыками применения теоретических положений к решению практических задач в области создания чертежей в соответствии с правилами и нормами ЕСКД. Альбом чертежей не сформирован.

5. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)

Методические указания для самостоятельного изучения источников и литературы

Самостоятельная работа с источниками и научной литературой – одна из форм самостоятельной работы студентов, способствующая углублению знаний, выработке устойчивых навыков самостоятельной работы. Это задание, которое содержит больший или меньший элемент неизвестности и имеет, как правило, несколько подходов.

В качестве главных признаков работы студентов с источниками и научной литературой выделяют: высокую степень самостоятельности; умение логически обрабатывать материал; умение самостоятельно сравнивать, сопоставлять и обобщать материал; умение классифицировать материал по тем или иным признакам; умение высказывать свое отношение к описываемым явлениям и событиям; умение давать собственную оценку какой-либо работы и др.

Контроль самостоятельной работы студента проводится в рамках контрольных точек путем собеседования.

Для подготовки к собеседованию необходимо оформить согласно требованиям ЕСКД чертежи с выполненными заданиями по соответствующей теме, изучить лекционный

материал и литературные источники, а также сведения, находящиеся в свободном доступе в глобальной сети Интернет. Составить конспект.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При собеседовании оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения графического задания;
- самостоятельность реализации знаний стандартов ЕСКД;
- аккуратность, четкость и прилежность при выполнении задания;
- полнота раскрытия вопроса в конспекте;
- логичность и последовательность ответа;
- степень использования графических иллюстраций ответа.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- допуск существенных неточностей в ответах на вопросы;
- затруднения при решении практических вопросов и задач;
- нарушается логическая последовательность в изложении программного материала.

6. Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в форме **зачета**

Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

7. Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Леонова, О. Н. Инженерная графика. Проекционное черчение : учебное пособие / О. Н. Леонова, Л. Н. Королева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 74 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/74366.html>
2. Кокошко, А. Ф. Инженерная графика : учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 268 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/67634.html>
3. Павлова, Л. В. Инженерная графика. В 2 ч. Ч. 2. Проекционное и геометрическое черчение. Варианты заданий, рекомендации и примеры выполнения : учебное пособие / Л. В. Павлова, И. А. Ширшова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 66 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/75685.html>

Дополнительная литература

1. Инженерная графика : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. В. Ткач, С. В. Макеев, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 56 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/64402.html>
2. Брацихин, А. А. Инженерная графика : учебное пособие (курс лекций) / А. А. Брацихин, М. А. Шпак, С. И. Красса. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 104 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/62838.html>
3. Макаренко, С. А. Инженерная графика : учебное пособие для выполнения графических работ применением редактора AutoCAD / С. А. Макаренко, Н. И. Самбулов. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 88 с. — Режим доступа: URL: <https://www.iprbookshop.ru/72669.html>
4. Инженерная графика в учебных дисциплинах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, В. А. Клименко ; под ред П. Н. Учаева. — Старый Оскол : ТНТ, 2016. — 352 с. — Гриф: Доп. УМО. — Библиогр.: с. 350-351. — ISBN 978-5-94178-346-5
5. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : Справочные материалы. — М. : ВЛАДОС, 2004. — 416с. — (Справочные материалы). — ISBN 5-691-00418-2.
6. Мефодьева Л.Я. Основы инженерной графики [Электронный ресурс]: чертежи изделий. Чтение и детализирование чертежей общего вида. Общие правила оформления чертежей/ Мефодьева Л.Я.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54791.html>

Учебно-методическая литература

1. Основы инженерной графики. Методические рекомендации по выполнению практических работ. — Ставрополь: СКФУ, 2022 [Электронный ресурс].
2. Основы инженерной графики. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы. — Ставрополь: СКФУ, 2022 [Электронный ресурс].

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Техническое черчение - <http://nacherchy.ru/>
2. Чертежная документация - <http://gk-drawing.ru>
3. Видеоуроки по черчению - <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/cherchenie/240-inzhenernaya-grafika-ot-omgtu>
4. Академия ИТ. Онлайн образование. Бесплатные онлайн-курсы по черчению - <https://academiait.ru/course-category/education/drawing/>
5. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД