

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра графики, конструирования и информационных технологий в
промышленном дизайне

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА»**

*для обучающихся по направлению 09.04.02 "Информационные системы и
технологии", программа: Информационный анализ и синтез объектов
промышленного дизайна всех форм обучения*

Воронеж 2021

УДК 658.512:621(07)

ББК 30.18:85.1:34.5я7

Составители: А.В. Кузовкин, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Начертательная геометрия и графика» для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн», профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.В. Кузовкин, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 33 с.

Приводится описание выполнения лабораторных работ по курсу «Начертательная геометрия и графика» для студентов обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн», профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения

УДК 658.512:621(07)

ББК 30.18:85.1:34.5я7

Рецензент - д.т.н., профессор Болдырев А.И.

Рекомендовано методическим семинаром кафедры ГКПД и методической комиссией ФИТКБ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование, изготовление и эксплуатация различных машин, механизмов и приборов связаны с изображениями соответствующих изделий на эскизах, технических рисунках, чертежах и схемах. Аналогично тому, как знания азбуки и грамматики позволяют человеку читать и писать, так и знания, получаемые студентами инженерно-технических специальностей при изучении дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», дают им возможность читать и выполнять чертежи.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии. Оно включает индивидуальные задания для графических и лабораторных работ по всем темам рабочих учебных программ соответствующих специальностей и примеры их выполнения с использованием как чертежного инструмента, так и персонального компьютера (в среде AutoCAD 2005). Задания к графическим работам содержат по 30 вариантов, а задания к лабораторным работам – по 16 вариантов, что дает возможность обеспечить индивидуальными заданиями каждого студента учебной группы и подгруппы. Получив задание, студент начинает его выполнять в аудитории под руководством и контролем преподавателя, а заканчивает самостоятельно.

Пособие состоит из четырех структурно и методически согласованных глав.

В первой главе «Сведения о конструкторской документации» приведена информация о

«Единой системе конструкторской документации» (ЕСКД) и правилах оформления изображений на чертежах в соответствии с ЕСКД.

Во второй главе «Начертательная геометрия» студенты при выполнении графических работ закрепляют полученные в одноименном курсе теоретические знания, необходимые для построения технических чертежей. Освоение способов конструирования различных пространственных

(в основном поверхностей) и способов получения их чертежей содействует эффективному формированию у студентов пространственного воображения.

В третьей главе «Инженерная графика» студент, выполняя графические работы, приобретает умения и навыки выполнения конструкторской документации и чтения технических чертежей.

В четвертой главе «Компьютерная графика» студентам предложены для выполнения лабораторные работы на персональном компьютере с использованием такого программного продукта, как AutoCAD 2005, являющегося наиболее распространенным в мире и доступным в России пакетом САПР. Используя 2D- и 3D-технологии геометрического моделирования и построения чертежа, студенты осваивают методы и

средства компьютерной графики; приобретают знания и умения по работе с конкретным пакетом прикладных программ и автоматизации процесса выполнения рабочих чертежей деталей, сборочного чертежа, оформления конструкторской документации.

Комплекс графических и лабораторных работ сформирован так, что он способствует формированию у будущих дипломированных специалистов и бакалавров знаний общих методов построения и чтения чертежей, выполнения чертежей на ПЭВМ, решения разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих при проектировании, конструировании и изготовлении различных изделий.

Полное владение чертежом как производственным документом, а также устойчивость навыков в выполнении чертежей достигаются в результате изучения специальных инженерно-технических дисциплин соответствующего профиля, подкрепленного практикой курсового и дипломного проектирования.

1. СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Способы разработки конструкторских документов одинаковы как при выполнении чертежа изделий с использованием чертежных инструментов (линейки, треугольника, циркуля ит.п.), так и на компьютере.

Поэтому при любом способе от студента требуются безупречное владение техникой выполнения чертежных работ, знание правил оформления конструкторских документов, особая геометрическая подготовка, обостренное чувство пространственных форм и комбинационное мышление.

Важным условием повышения качества подготовки бакалавров и дипломированных специалистов – развитие навыков общения с нормативно-техническими документами и стандартами, которые объединены в системы нормативно-технической документации, одной из которых является Единая система конструкторской документации – ЕСКД.

ЕСКД – это язык для однозначной передачи технической информации между отдельными организациями. ГОСТ 2.001–70 «Общие положения» определяет ЕСКД как комплекс государственных стандартов, устанавливающих правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

Часть правил ЕСКД в той или иной степени изучают в курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика». При работе с заданиями по инженерной и компьютерной графике возникает необходимость взаимоувязывать конструкторскую документацию, правила по взаимосвязи которой отражены в стандартах первой группы ЕСКД «Основные положения» [10].

1.1. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

ГОСТ 2.101–68 «Виды изделий» устанавливает определение изделия для всех отраслей промышленности, согласно которому изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Тем же стандартом установлены и определены виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Состав изделий (сборочные единицы, комплексы и комплекты) определяет конструкторский документ на них – спецификация, в связи с чем такие изделия называют специфицированными. Неспецифицированными являются те изделия, составные части в которых отсутствуют.

1.2. КОНСТРУКТОРСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Изделия всех отраслей промышленности изготавливаются по конструкторским документам (КД). ГОСТ 2.102–68 «Виды и комплектность конструкторских документов» устанавливает, что к ним «... относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или

совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта». Под графическими документами понимают различные чертежи и схемы. Под текстовыми – документы, содержащие сплошной текст и текст, разбитый на графы: спецификации, ведомости, технические условия, пояснительные записки и др.

Конструкторские документы разрабатывают на основании технического задания, которое устанавливает основное назначение изделия, его будущие технические характеристики и показатели качества, а также технико-экономические и специальные требования, которые должны быть заложены в будущем изделии. Прежде чем воплотиться в материале, изделие в соответствии с ГОСТ 2.103–68 проходит несколько стадий разработки документации. Стадии работ подразделяют на проектные и рабочие.

Последовательность решения проектной задачи разбита на три стадии, каждая из которых

имеет свое наименование: «Техническое предложение» (ГОСТ 2.118–73), «Эскизный проект»

(ГОСТ 2.119–73), «Технический проект» (ГОСТ 2.120–73). Каждая из перечисленных стадий при разработке проектных документов может исключаться. Соответствующими стандартами к каждой из проектных стадий предъявляются определенные требования, и каждую из них заканчивают разработкой комплекта проектных документов.

Разработку документации начинают со стадии «Техническое предложение», в комплект которой включают документы, предусмотренные техническим заданием.

На основе утвержденной последней проектной стадии, которой может быть не только

«Технический проект», но и «Эскизный проект», производят разработку рабочей документации на изделие и его составные части, т.е. выполняют конструирование изделия. Стадия периода конструирования изделия имеет свое наименование: «Разработка рабочей документации» и выполняется в несколько этапов.

На каждой стадии проектирования и на каждом из этапов разработки рабочей КД могут создаваться документы одного и того же наименования, но отличающиеся наполнением по информации. Для отличия документов одного наименования друг от друга, принадлежащих разным стадиям, и для их объединения в единое целое всем документам каждой проектной стадии и каждому этапу рабочей стадии присваивают свою отличительную литеру. Литера документов: технического предложения – «П», эскизного проекта – «Э», технического проекта – «Т». Разработку рабочей документации начинают с выполнения документации для изготовления и испытания опытного образца изделия без присвоения литеры.

Конструкторским документам опытного образца присваивают литеру «О₁», «О₂» и др., установочной серии – литеру «А» и установившегося

серийного или массового производства

– литеру «Б». При разовом изготовлении изделия их документам присваивают литеру «И». На учебных чертежах обычно применяют литеру «У».

ГОСТ 2.109–73 «Основные требования к чертежам» устанавливает общие правила, которые следует соблюдать при выполнении чертежей деталей, сборочных, габаритных и монтажных на стадии разработки рабочей документации для всех отраслей промышленности. Выдержки из разделов

ГОСТ 2.109–73 будут рассмотрены при выполнении графической работы (ГР) № 9.

Чтобы усвоить правила оформления графических изображений при выполнении чертежей и составлении КД, студентам рекомендуется подробно изучать содержание (текст и иллюстрации) ГОСТов.

В курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика» студенты изучают правила выполнения следующих КД: чертеж детали, сборочный чертеж, спецификация, таблица.

Студенческий чертеж детали не является рабочим, он только его основа. На производственных рабочих чертежах при нанесении размеров указывают их предельные отклонения, обозначают шероховатости поверхностей, помещают технические требования. Главная цель студентов первого курса при изучении предмета – научиться правильному изображению деталей, нанесению размеров и соблюдению стандартов ЕСКД.

1.3.

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Всякий чертеж приобретает права конструкторского документа только в том случае, если он выполнен и оформлен в соответствии с установленными правилами.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЧЕРТЕЖА

Форматы (ГОСТ 2.301–68). Выполнение чертежа или другого документа начинается с определения необходимого формата и его оформления. Формат (табл. 1.1) следует выбирать так, чтобы чертеж был четким и ясным, изображения достаточно крупными, надписи и условные обозначения удобочитаемыми. Формат не должен быть излишне велик. Значительные пустоты неиспользованного рабочего поля чертежа не допускаются. Необходимо, чтобы рабочее поле составляло 70 – 80 % площади всего чертежа.

За основной принят формат с размерами 1189 × 841, площадь которого равна 1 м², а также меньшие форматы, полученные делением каждого предыдущего формата на две равные части линией, параллельной меньшей стороне.

1.1.

Обозначения и размеры основных

форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3
Размеры формата мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420

Масштабы (ГОСТ 2.302–68). Масштаб чертежа – это отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. В зависимости от сложности и величины изображаемых изделий масштабы выбирают из табл. 1.2.

При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом. Если все проекции на чертеже выполнены с применением одного масштаба, то он записывается в основной надписи и обозначается по типу 1 : 1, 1 : 2 и т.д. Если какое-либо изображение на чертеже выполнено в масштабе, отличающемся от указанного в основной надписи, то над этим изображением указывают его условное обозначение и в скобках (без буквы «М») записывают значение масштаба.

1.2.

Масштабы чертежа

Масштабы уменьшения	1 : 2	1 :	1 : 4	1 : 5		
	1 : 20	2,5	1 :	1 :	1 :	1 :
		25	40	50	75	
Натуральная величина						
Масштабы увеличения	2 : 1	2,5 :	4 : 1	5 : 1	10 :	
	20 : 1	1	40 :	50 : 1	100 :	
	1		1	1	100	
					: 1	

Линии (ГОСТ 2.303–68). Наименования, начертания, назначение и толщина часто употребляемых основных линий приведены на рис. 2.1. Толщина сплошной основной линии S должна выбираться в пределах от 0,5 до 1,4 мм, в зависимости от формата чертежа и от размеров и сложности изображения. От правильного выбора видов линий, соблюдения постоянной толщины обводки, длины штрихов и промежутков между ними, от аккуратности проведения линий зависит качество выполняемого чертежа.

Шрифты чертежные. ГОСТ 2.304–81 устанавливает правила выполнения надписей, которые наносятся на чертежи и другие документы всех отраслей промышленности. Стандарт устанавливает следующие основные размеры шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размеры шрифтов определяются высотой (h) прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Эта высота измеряется по направлению, перпендикулярному к

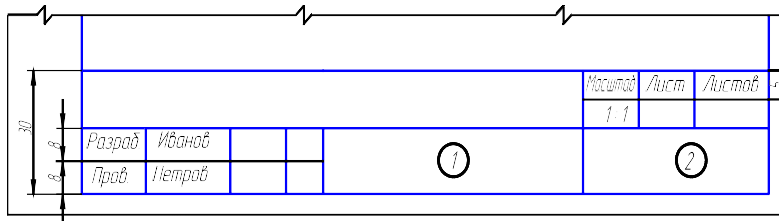


Рис. 1.2

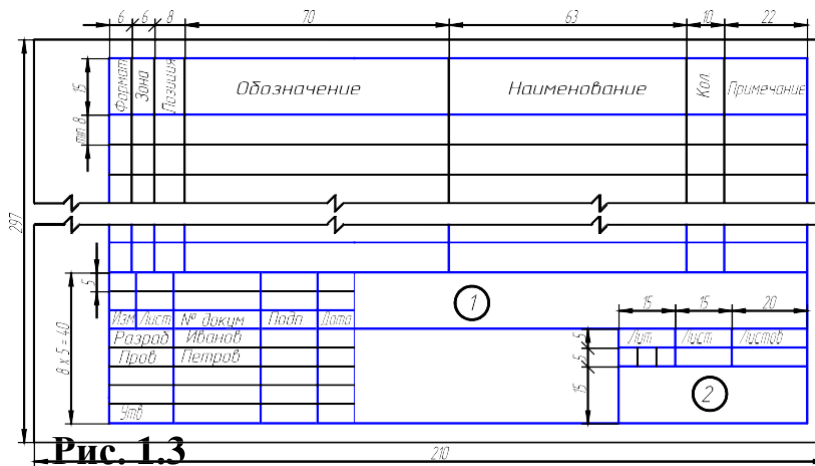


Рис. 1.3

Обозначения изделий и конструкторских документов (ГОСТ 2.201–80). Каждому изделию присваивается самостоятельное обозначение. Это же обозначение присваивается и конструкторским документам. Обозначения изделий и конструкторских документов, выполняемых студентами в курсе «Начертательная геометрия. Инженерная графика» в соответствии с требованиями ГОСТ 2.201–80 вызывают большие затруднения, поэтому на учебных чертежах рекомендуется заполнять основную надпись в упрощенной форме в соответствии со стандартом предприятия СПП ТГТУ 07-09 [13].

В графах основной надписи (рис. 1.1 – 1.3 – номера граф обозначены цифрой в кружке) указывают:

в графе 1

Шифр документа

Индекс университета

78

XXXX.XX.XX

Шифр специальности

Номер графической (лабораторной)

работы

Номер варианта задания

Номер детали

Индекс университета – сокращенное название университета, например ТГТУ. Шифр специальности – например, 151001 «Технология машиностроения».

Номера графической (лабораторной) работы и варианта выбираются по данному практикуму.

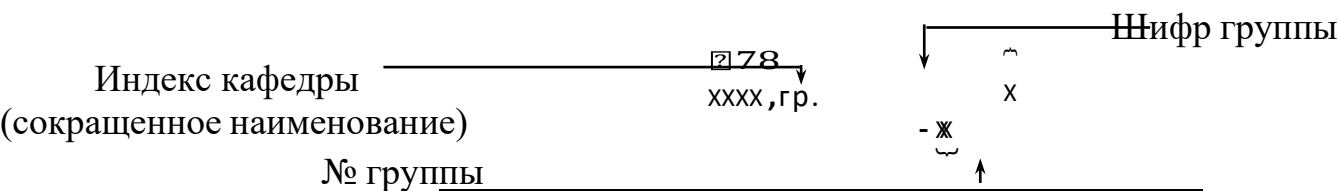
Номер детали должен соответствовать номеру позиции в спецификации.

Шифр документа присваивается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102–68 и ГОСТ 2.701–68. Рабочим чертежам деталей и спецификации шифр не присваивают. Шифр

чертежа общего вида – ВО; сборочного чертежа – СБ и т.д.

Например: ТГТУ . 151001 . 931 000 СБ.

в графе 2 на учебных чертежах рекомендуется указывать:



Например, ПГКГ, гр. Т-11.

Общие требования к текстовым документам (ГОСТ 2.105–68).

Текстовые документы подразделяются на документы, содержащие в основном сплошной текст (технические описания, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.) и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.). Титульный лист (пункт 4 указанного стандарта) является первым листом документа и заполняется студентами по форме, приведенной на рис. 2.2.

КОМПОНОВКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ

На чертежных листах рамка формата выполняется сплошной основной линией (рис. 1.4). Поле с левой стороны величиной 20 мм предназначено для подшивки и брошюровки чертежа.

ГОСТ 2.305–68 устанавливает общие правила расположения изображений на чертеже.

На

рис. 1.5 приведены виды, полученные проецированием предмета на плоскости проекций, которым присвоены названия: главный вид (1), вид сверху (2), вид слева (3), вид справа (4), вид снизу (5). Поскольку на чертеже может быть не одно, а два, три и более изображений, то для удобства его выпол-

нения (чтения) безразлично, где расположено главное изображение.

Для чертежа, состоящего из трех изображений (рис. 1.5, а), главное изображение располагается в левой верхней четверти поля чертежа, а варианты его расположения при двух проекциях показаны на рис. 1.5, б и в, при четырех – на рис. 1.5, г и д.

При составлении чертежа изделия (детали, сборочной единицы) необходимо правильно решать вопрос выбора и расположения не только главного изображения, но и

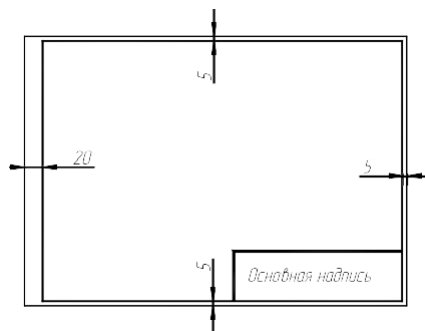


Рис. 1.4

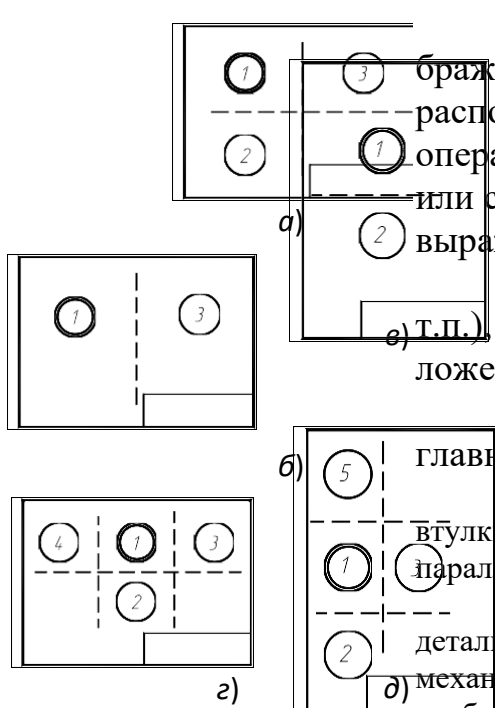


Рис. 1.5

Для удобства составления чертежа главное изображение, как правило, должно соответствовать расположению изделия при выполнении основной операции технологического процесса его изготовления или сборки, а расположение изделий, имеющих явно выраженные верх и низ

(корпус редуктора, стол, транспортное средство и т.п.) должно соответствовать их нормальному положению в эксплуатации.

Рассмотрим расположение типовых деталей на главном изображении чертежа.

1. Детали, имеющие форму вращения (валы, оси, втулки и т.д.), обычно изображают горизонтально, т.е. параллельно основной надписи чертежа.

2. Корпуса, фланцы, крышки и другие подобные детали, изготавливаемые обычно литьем с последующей механической обработкой, принято изображать таким образом, чтобы основная обработанная плоскость детали располагалась горизонтально относительно основной надписи чертежа.

3. Плоские детали, изготовленные, например, из листового материала, изображают на чертежах одним видом с очертанием контура. Второй вид не дают, так как толщину указывают рядом с изображением на полке линии-выноски в виде надписи $S2$ (цифра 2 указывает на толщину в мм).

СОДЕРЖАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Правила выполнения изображений устанавливает ГОСТ 2.305–68 и, в зависимости от содержания, разделяет их на виды, разрезы, сечения. Зачастую изображение на чертеже является вариацией соединений, например, соединением половины вида и половины разреза, вида и местного разреза и др.

В основу изображений положено проецирование предмета на шесть граней куба. Такое количество изображений применяют крайне редко, при необходимости. Назначая изображения, руководствуются правилом, согласно которому «количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах обозначений, знаков и надписей».

При разработке чертежа стремятся к тому, чтобы при полной информации об изделии чертеж был бы наименее насыщен изображениями. Например, при наличии условий, вид или разрез заменяют сечением, которое может быть более простой фигурой для построения и чтения. В связи с этим вопрос об изображениях на чертеже для каждой детали решают индивидуально в зависимости от сложности ее формы, принятых условностей и возможности нанесения размеров.

Для уменьшения количества изображений ГОСТ 2.307–68 установлены знаки (\varnothing – диаметр,

R – радиус, G – квадрат и т.д.) и надписи. При выполнении изображений применяют условности и упрощения, установленные ГОСТ 2.305–68. Например, дают не полное симметричное изображение, а несколько больше его половины; для показа сквозного отверстия или канавки шпоночного паза рекомендуется давать лишь контур отверстия или профиль канавки; для тщательного изображения некоторых конструктивных элементов – применять выносные элементы, которые могут содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и отличаться от него по содержанию. Так, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом. На выносных элементах, как правило, показывают проточки, параметры нестандартных резьб и др.

НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ

Количество изображений на чертеже, как это отмечалось выше, должно быть наименьшим и в то же время таким, чтобы полностью отобразить форму всех элементов предмета. Любое лишнее изображение затрудняет чтение чертежа. Необходимое количество изображений зависит от формы предмета, которая должна быть ясна из чертежа.

Для предметов, состоящих из тел вращения, достаточно одной проекции (рис. 1.6, а), для других – две и более. На рис. 1.6, б представлен предмет, состоящий из двух геометрических тел – правильной шестигранной призмы и цилиндра, который требует двух изображений. На рис. 1.6, в представлен предмет, для полного раскрытия формы которого необходимы три основных вида. Если для представленного предмета задать главный вид и вид сверху, то не будет видна форма верхней части предмета, ее можно увидеть только на виде слева. Если же задать главный вид и вид слева, то не будет раскрыт нижний полуцилиндр.

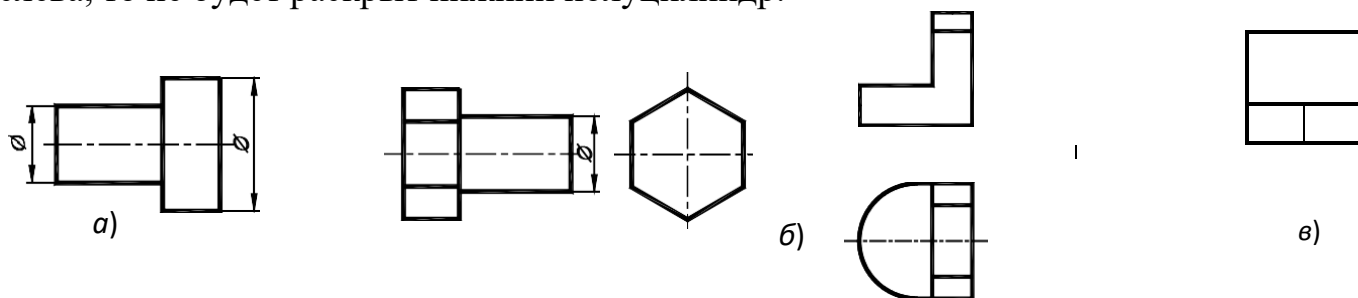


Рис. 1.6

Если предмет имеет внизу выступы или выемки некруглой формы, следует задать вид снизу или в простейших случаях показать соответствующие линии невидимого контура на виде сверху.

ПОСТРОЕНИЕ НЕДОСТАЮЩЕГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Построение недостающих видов способствует развитию пространственных представлений, учит понимать чертежи при минимальном числе изображений. Из начертательной геометрии известно, что проекционный чертеж может быть бесосным, не имеющим заданных осей проекций, что позволяет выполнить на таком чертеже различные построения и определить любые геометрические параметры.

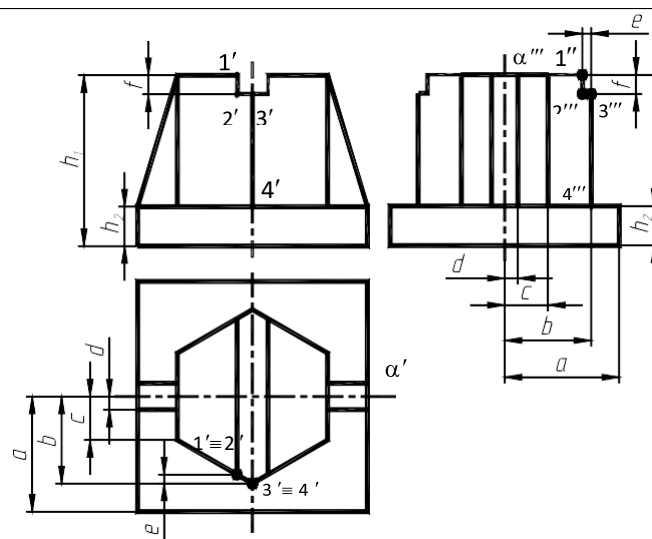
Метод построения изображений без использования внешних осей становится единственно рациональным при выполнении реальных чертежей.

Предположим, что по видам спереди и сверху (рис. 1.7) необходимо построить вид слева. Вместо проведения произвольных осей x , y , и z выберем одну из плоскостей симметрии данной детали в качестве координатной плоскости. Пусть это будет плоскость α , параллельная плоскости проекций π_2 , тогда ее проекция α' совпадает с осью симметрии вида сверху. Проекцию α''' проведем на некотором расстоянии от главного вида. Она определит положение вида слева и будет служить также осью его симметрии. Для выявления формы модели две заданные проекции следует рассматривать одновременно.

Для построения любого элемента вида слева отрезки, измеренные на виде сверху в направлении перпендикулярном проекции α' , необходимо отложить на виде слева перпендикулярно к α''' , так как то и другое будет выражать координату

у. На рис. 1.7 такими размерами будут величины a , b , c , d , показанные на обоих видах. Высоты, соответствующие координате Z , переносятся на вид слева с главного вида. Эти размеры – h_1 и h_2 – также показаны на двух видах: главном и слева.

Однако необязательно все отрезки измерять от одной и той же координатной плоскости. Так, положение ребра 3–4



граничка с плоской боковой стенкой верхнего паза, можно на виде слева построить по его расстоянию от ребра 3–4, взятому на направлении, перпендикулярном к α' на виде сверху (размер – e) и отложенным

перпендикулярно α''' на виде слева; в этом случае размер, выражающий координату привязывает данный элемент не к координатной плоскости α , а к другому ближайшему элементу. Также и высота (f) бралась от ближайшего верхнего торца модели.

Для несимметричных предметов за координатные (опорные) плоскости выбирают любые удобные грани предмета или берут их на некотором расстоянии от предмета. Причем, любой последующий элемент построения можно привязывать размерами уже не к начальной плоскости, а к предыдущему элементу, как проекция 1–2 (рис. 1.7) привязывалась к проекции 3–4, а не к проекции α''' .

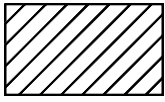
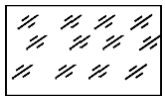
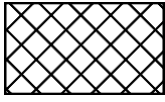
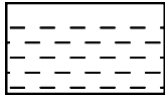
При использовании такого метода необходимо помнить, что: горизонтальные размеры вида слева соответствуют вертикальным размерам вида сверху (рис. 1.7); вертикальные размеры (высоты) вида слева переносятся с главного вида и соответствуют на главном виде таким же высотам; после выполнения построений необходимо удалить с чертежа обозначение проекций введенных точек.

ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

ГОСТ 2.306–68 устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, некоторые из них представлены в табл. 1.4.

Следует помнить, что графическое изображение дает лишь общее представление о материале и не исключает необходимости указания на чертеже данных о нем. Эти данные приводятся в основной надписи рабочего чертежа детали или спецификации изделия. При выполнении штриховки смежных сечений двух и более деталей из одного материала следует изменять расстояние между линиями штриховки, направление штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона.

1.4. Обозначения графические материалов

Обозначение	Материал	Обозначение	Материал
	Металлы и твердые сплавы		Стекло и другие прозрачные материалы
	Неметаллические материалы		Жидкости

Металлы и твердые сплавы обозначают штриховкой – сплошными параллельными линиями толщиной $S/2 - S/3$ под углом 45° к линии контура изображений или к его оси. Для всех сечений одной и той же детали наклон линий штриховки наносят в одну и ту же сторону. Расстояние между линиями штриховки должно быть от 1 до 10 мм. В случае совпадения линии штриховки с линией контура или осевыми линиями рекомендуется выполнять штриховку под углом 30° или 60° . Сечения шириной менее 2 мм

допускается показывать зачерченными.

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Главное требование к чертежу – правильность изображения детали. Не менее важно другое требование – правильность нанесения размеров.

Общие правила нанесения размеров на чертежах и других технических документах на изделие установлены ГОСТ 2.307–68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Они устанавливают технику нанесения размеров с точки зрения рационального оформления чертежей: как следует на чертеже расположить размерные и выносные линии, размерные числа и т.п. Стандарт состоит из трех разделов: I – основные положения, II – нанесение размеров, III – нанесение предельных отклонений (данный раздел в курсе «Инженерная графика» не рассматривается).

Размеры на чертеже указывают размерными числами и размерными линиями. Линейные размеры указывают в миллиметрах (без указания размерности). Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения (4° , $4^\circ 30'$, $4^\circ 30' 40''$).

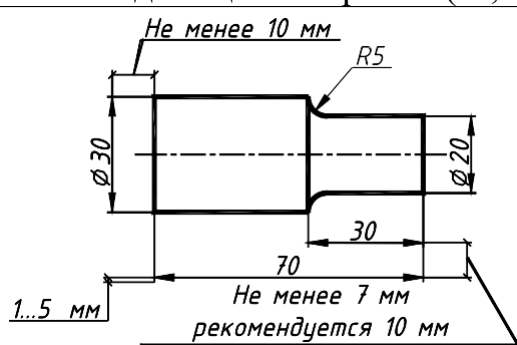
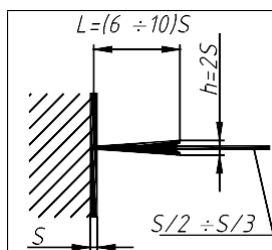


Рис. 1.8

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным (рис. 1.8). Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 5 мм. Расстояние размерной линии параллельной ей линии контура, осевой, выносных и других линий, а также расстояние между параллельными размерными линиями должно быть в пределах 7–10 мм (рис. 1.8). Необходимо избегать пересечения размерных и выносных



Размерную линию обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии.

Размеры стрелок размерных линий выбираются в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотноше-

Рис. 1.9	размерно линией (выше не 1 мм) возможно ближе к ее середине. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуются располагать шахматным порядком.
-----------------	---

Размерные числа соответствуют натуральным размерам предмета независимо от масштаба на чертеже. Каждый размер показывается только один раз.

Проставлять размеры от линий невидимого контура не допускается. Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают. Размеры, относящиеся к наружным формам предмета, рекомендовано наносить на соответствующих видах, а внутренние – на разрезах. Предпочтительно наносить размеры вне контура изображений.

Размерные числа наносят над размерной линией, ближе к ее середине. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 1.10, а. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее число наносят на полке линии-выноске (рис. 1.10, б). Угловые размеры наносят так, как показано на рис. 1.10, в.

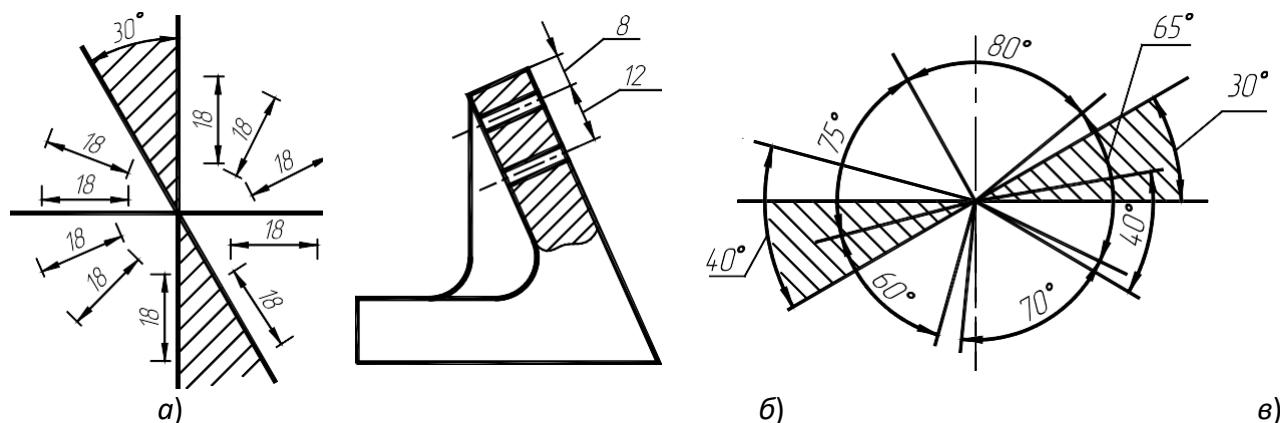


Рис. 1.10

Дополнительные сведения о нанесении размеров приводятся в указаниях к ГР, потому что правила нанесения размеров на чертежах излагают в курсе инженерной графики в определенной последовательности. Сначала изучают правила проведения выносных и размерных линий, потом задают размеры плоских геометрических фигур (в теме «Геометрическое черчение»). При изображении простейших геометрических тел наносят размеры геометрических форм, составляющих структуру данных тел, и размеры их взаимного расположения. При выполнении эскизов и чертежей деталей, не входящих в состав сборочной единицы, задают размеры, учитывая технологию изготовления деталей (определяя технологические базы). На чертежах деталей, входящих в состав сборочной единицы, часть

размеров, где это необходимо, задают из конструктивных соображений. Здесь вводят понятия о свободных и сопряженных размерах, используют конструкторские базы (наряду с технологическими).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Чертеж сначала выполняют в тонких линиях. Для этой цели используют карандаш твердости «Т», «Н». В циркуле должен быть грифель карандаша твердости «ТМ», «НВ». Обводку же чертежей целесообразно проводить карандашом твердости «ТМ», «НВ» или «М», «В», «F» (в циркуле – «М», «В», «F» или «2М», «2В», «2F»).

При обводке чертежа необходимо выбрать толщину линии каждого типа. На отдельном листе бумаги надо провести образцы этих линий и выдерживать их на всем чертеже. Четкость и рельефность чертежа значительно зависят от толщины линий (на учебных чертежах сплошные основные линии рекомендуется проводить толщиной 0,8...1,0 мм).

Чертеж обводят в следующей последовательности: осевые и центровые линии; выносные и размерные линии; нанести стрелки, ограничивающие размерные линии; тонкие линии вспомогательных построений (уклона, конусности, линии пересечения и т.п.); кривые линии невидимого и видимого контуров; горизонтальные, затем вертикальные и наклонные линии невидимого контура; то же самое для линий видимого контура; цифры и другие надписи.

Линии штриховки проводят сразу требуемой толщины и четкости. При указанной последовательности обводки уменьшается загрязнение чертежа. Кроме того, при обводке сначала кривых, а затем остальных линий легче исправить ошибку (смещение линии). Чтобы не загрязнять лист чертежа рекомендуется закрывать его чистой бумагой, оставляя открытой только ту часть, на которой в данный момент выполняется чертеж.

Следует учитывать, что вид графически четкого чертежа также может быть испорчен направлением, выполнением и обводкой надписи.

2. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

2.1. Графическая работа № 1 СТАНДАРТЫ ЧЕРТЕЖА. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

СТАНДАРТЫ ЧЕРТЕЖА. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ. ГР № 1 (ЧАСТЬ 1)
(Примеры выполнения приведены на рис. 2.1, 2.2)

Цель работы: Изучить основные правила оформления чертежей, изложенные в стандартах ЕСКД, относящихся к линиям чертежа и чертежным шрифтам; получить навыки чертежной работы и выполнить

надписи стандартным чертежным шрифтом.

Задание. Выполнить на листах чертежной бумаги формата А4 и А3:

Упражнение 1. Вычертить основные линии, применяемые при обводке чертежей (ГОСТ 2.303–68 – ЕСКД. Линии чертежа).

Упражнение 2. Выполнить шрифтом размером 10 типа Б с наклоном все прописные и строчные буквы русского алфавита и цифры. Другие размеры шрифта изучить по ГОСТ 2.304–81 – ЕСКД. Шрифты чертежные.

Упражнение 3. Выполнить стандартным чертежным шрифтом титульный лист графических работ.

Порядок выполнения работы

Упражнение 1. Выполним линии чертежа в верхней половине листа А4 (рис. 2.1). Начертим наиболее распространенные типы линий: основную толстую, штриховую (длину штрихов

4 мм, а промежуток между ними – 1 мм), штрихпунктирную тонкую (длину штрихов принять равной 15 мм), сплошные тонкую и волнистую.

Упражнение 2. Выполним шрифты чертежные в нижней половине листа А4 (рис. 2.1).

Для написания шрифта по ГОСТ 2.304–81 следует разлиновать строчки на расстоянии 10 мм друг от друга для прописных букв и цифр. Остальную разлиновку – согласно следующему пояснению. Размер шрифта есть высота прописных (заглавных) букв и цифр, например 14; 10; 7; 5; 3,5 мм. Ширина большинства строчных букв для приведенных размеров шрифта, соответственно, 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Ширина букв Д, Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ равна их высоте, буква М немного уже.

10 – 7 = 3 мм. Отростки строчных букв *p*, *b*, *v* и других выступают на такую же высоту. Провести наклонные линии под углом, равным 75° с учетом ширины букв и расстояния между ними. Рекомендуется, кроме того, проводить ориентировочные наклонные линии через

10...15 мм. Писать буквы необходимо на глаз, тщательно доводя каждую до разлиновки. Если рядом стоят буквы Г и Д или Г и Л просвет между ними не делается. Расстояние между словами равно высоте букв. Подробные сведения о шрифте наглядно представлены на рисунках в учебниках.

Выполним основную надпись (рис. 1.1) и обведем чертеж. Толщина линий обводки выбирается в зависимости от величины и сложности изображения, назначения и сложности чертежа. В чертежах ГР при обводке карандашом толщину S основной линии следует выбирать в различных линиях.

Надписи на чертежах (в том числе и в основной надписи) рекомендуется выполнять шрифтом размером 7; 5; 3,5; 2,5; размерные числа – шрифтами размером 5 и 3,5.

Упражнение 3. Выполним титульный лист на формате А3, сложенным пополам по линии сгиба до формата А4 (рис. 2.2). Буквы вычертить по сетке с наклоном к строке под углом 75° карандашом. Шрифт прописных букв принять размером 10; 7; 5. Вычертить рамку.

Проработать материал по учебнику [2, с. 22 – 34] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [11]: ГОСТ 2.301–68. Форматы; ГОСТ 2.302–68. Масштабы; ГОСТ 2.303–68.

Типы линий; ГОСТ 2.304–81. Шрифты чертежные; ГОСТ 2.104–68. Основные надписи.

Ответить на вопросы:

1. Какие форматы листов установлены для чертежей?
2. Что называется масштабом? Какие вы знаете масштабы?
3. Какова толщина осевых, выносных и размерных линий?
4. Какие линии используются для обводки контура и в каких пределах рекомендуется выбирать толщину?
5. Какие требования предъявляют к начертанию штриховых и штрихпунктирных линий на чертежах?
6. Какие размеры чертежного шрифта установлены ГОСТ 2304–81?
7. Чем отличается выполнение надписей на чертежах от обычного письма?
8. Как определяется высота строчных букв?
9. Содержание основной надписи. Какими линиями выполняются рамки и графы основной надписи?

Варианты индивидуальных заданий ГР № 1 (часть 1) Задание ГР № 1 (Часть 1) является общим для всех студентов.

ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ. ГР № 1 (ЧАСТЬ 2)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.3)

Цель работы: Закрепление знаний при решении позиционных задач.

Задание. Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

Задача I. Построить треугольник, образованный горизонталью, фронталью и профильной прямой, принадлежащей плоскости, заданной тремя точками A, B, C – вершинами $\triangle ABC$ (табл. 2.1). Начертить полученный треугольник в натуральную величину. Построить плоскость, параллельную заданной, на расстоянии 50 мм от нее.

Задача II. Построить линию пересечения LK двух непрозрачных треугольников ABC и DEF (табл. 2.2) и показать на эпюре их взаиморасположение. Определить и записать координаты точек L и K .

Порядок выполнения работы

Задача I. Перед ее решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 74 –

77,

рис. 185 – 191; с. 33, рис. 71].

В левой половине листа намечаем оси координат и выбираем из табл. 2.1 согласно своему варианту координаты точек A, B и C вершин $\triangle ABC$. По выбранным координатам строим проекции треугольника.

В плоскости $\triangle ABC$ проводим фронталь, горизонталь и профильную прямую. Определяем натуральную величину профильной прямой EF . Строим натуральную величину $\triangle DEF$.

Из точки A восстанавливаем перпендикуляр к плоскости $\triangle ABC$. Натуральную величину перпендикуляра определяем способом прямоугольного треугольника, на гипотенузе которого откладываем отрезок AS величиной 50 мм. Через точку S проводим плоскость, параллельную плоскости $\triangle ABC$.

Задача II. Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 69 –

72,

рис. 173, 177 – 179; с. 37, рис. 87, 88].

В правой половине листа А3 намечаем оси координат и выбираем из табл. 2.2, согласно своему варианту, координаты точек A, B, C, D, E, F – вершин треугольников $\triangle ABC$ и $\triangle DEF$. Строим проекции треугольников (рис. 2.3). Линию пересечения LK треугольников строим по точкам пересечения сторон одного треугольника с плоскостью другого, используя вспомогательные секущие проецирующие плоскости α и β .

Видимость сторон треугольника определяем на основании взаиморасположения конкурирующих точек. Видимые отрезки

сторон треугольников выделяются сплошными толстыми основными линиями, а невидимые – штриховыми.

Чертежи (эпюры) по начертательной геометрии выполняются с помощью чертежных инструментов вначале карандашом тонкими сплошными линиями. Затем обводят все построения шариковой, гелиевой или капиллярной ручками. Желательно при обводке пользоваться цветной пастой. При этом все линии исходных данных обводят черной пастой, искомые линии красной пастой, линия построения – синей или зеленой пастой. Все основные вспомогательные построения должны быть сохранены. Номера задач на листах выполняются шрифтом высотой 5 или 7 мм. Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружностей диаметром 1,5...2 мм с помощью циркуля – «балеринки». Рекомендуется отделить видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок, используя акварель, тушь или цветные карандаши.

Рассмотрим особенности оформления чертежа применительно к ГР № 1 (часть 2).

Задача I. Выполнив все построения в карандаше, чертеж (рис. 2.3) выделяют цветом. Стороны $\triangle ABC$ следует обвести ручкой с черной пастой; проекции $\triangle DEF$ и его натуральную величину – ручкой с красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на чертеже и показать их тонкими сплошными линиями синего (зеленого) цвета.

Задача II. Выполнив все построения в карандаше (рис. 2.3), черной пастой обводят линии заданных треугольников $\triangle ABC$ и $\triangle DEF$, а красной пастой – линию LK пересечения треугольников. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий синей (зеленой) пастой. Видимые части треугольников $\triangle ABC$ и

$\triangle DEF$ в проекциях покрывают бледными тонами красок или цветных карандашей. Все буквенные или цифровые обозначения, а также надписи на эпюре обводят черной пастой.

Проработать материал по учебнику [1, с. 62 – 80].

Ответить на вопросы:

1. Что представляет собой метод ортогональных проекций (метод Монжа)?
2. Когда длина проекции отрезка равна самому отрезку?
3. Как могут быть взаимно расположены две прямые в пространстве?
4. Каков порядок определения натуральной величины отрезка методом прямоугольного треугольника?
5. Когда прямой угол проецируется в виде прямого угла на одну из плоскостей проекции?
6. Какими способами можно задать плоскость на чертеже?
7. Когда прямая принадлежит данной плоскости?
8. Что называется горизонталью, фронталью и линией наибольшего наклона плоскости к плоскостям проекций?
9. В чем заключается алгоритм построения точки пересечения прямой линии с плоскостью?
10. В чем заключается алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей?
11. Как определяется видимость на чертеже при пересечении прямой с плоскостью?
12. Как из точки, принадлежащей плоскости, восстановить перпендикуляр?
13. Каков признак параллельности прямой и плоскости, и взаимно параллельных плоскостей?

2.2. Графическая работа № 2 СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

(Пример выполнения приведен на рис. 2.4)

Цель работы: Закрепление знаний и основных приемов при решении метрических задач.

Задание. Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

Задача III. Способом вращения вокруг линий уровня определить натуральную величину основания $ABCD$ пирамиды $SABCD$ (табл. 2.3).

Задача IV. Способом плоскопараллельного перемещения определить расстояние от вершины пирамиды S до плоскости ее основания $ABCD$ ($\triangle ABC$).

Задача V. Способом замены плоскостей проекций определить истинную величину двугранного угла при ребре BC , образованного основанием пирамиды и ее боковой гранью.

Порядок выполнения работы

Задача III. Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 92 – 93, рис. 223].

Выбираем в плоскости $ABCD$ линию уровня (например, горизонталь AN), приняв ее за ось вращения, преобразовываем эюр так, чтобы плоскость общего положения стала параллельна плоскости π_1 . Точки B , C , D

перемещаются в процессе вращения в горизонтально проецирующих плоскостях, перпендикулярных оси вращения по окружностям. При этом натуральную величину радиуса вращения определяют методом прямоугольного треугольника. В результате такого вращения плоскость $ABCD$ превратится в плоскость уровня и спроецируется на π_1 в натуральную величину.

Задача IV. Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 92, рис. 227].

Соблюдая правила вращения геометрических фигур вокруг проецирующих осей без их нанесения (способ плоскопараллельного перемещения):

1. Преобразуем эюр так, чтобы плоскость $\triangle ABC$ общего положения заняла положение проецирующей, т.е. перпендикулярной плоскости проекции. Для преобразования плоскости во фронтально-проецирующую необходимо горизонталь AN плоскости $\triangle ABC$ вместе с системой всех ее точек расположить перпендикулярно фронтальной плоскости проекций. При проецировании фигуры на плоскость проекций, на которой ось вращения проецируется в точку, проекция фигуры не изменяется ни по величине, ни по форме, изменяется только ее положение относительно оси вращения. Проекции точек на фронтальной плоскости перемещаются по прямым, параллельным оси абсцисс.

2. Определяем расстояние от точки S до плоскости основания пирамиды. Оно равно отрезку перпендикуляра SK , опущенного из точки S на плоскость $\triangle ABC$ выродившуюся на фронтально-проецирующей плоскости проекций в прямую линию. По полученной фронтальной проекции перпендикуляра SK построим его горизонтальную проекцию.

Задача V. Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 103, рис. 251, 252].

Двугранный угол измеряется линейным углом, образованным линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью проекций, перпендикулярной к его ребру. Для того чтобы линейный угол спроецировался на плоскость проекций в натуральную величину, расположим новую плоскость проекций перпендикулярно к ребру двугранного угла. Истинную величину угла при ребре BC определим путем последовательной замены двух плоскостей проекций

Проработать материал по учебнику [1, с. 22 – 23, 81 – 106].

Ответить на вопросы:

1. Назвать элементы вращения.
2. В чем состоит сущность способа плоскопараллельного перемещения?
3. В какой проецирующей плоскости перемещается точка при вращении вокруг горизонтали? Фронтали?
4. Как определить радиус вращения точки при ее вращении вокруг горизонтали? Фронтали?
5. В чем состоит способ замены плоскостей проекции?
6. Какие координаты точек остаются неизменными при замене плоскостей проекций?
7. Как надо располагать новые плоскости проекций, чтобы отрезок

прямой общего положения спроецировался в натуральную величину? В точку?

8. Как расположить новую плоскость проекции, чтобы заданная плоскость стала проецирующей?

9. При каком расположении треугольника можно определить натуральную величину с помощью замены только одной плоскости проекций?

10. В каком случае двугранный угол между плоскостями спроецируется на плоскость проекций в натуральную величину?

2.3. **Графическая работа № 3** **ПОВЕРХНОСТИ. РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПЛОСКОСТЬЮ. РАЗВЕРТКА ПИРАМИДЫ. ГР № 3 **(ЧАСТЬ 1)**

(Пример выполнения приведен на рис. 2.5)

Цель работы: Закрепление знаний и приобретение навыков в решении позиционных задач на гранных поверхностях и построение полной развертки многогранника.

Задание. Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

Задача VI. Построить линию пересечения правильной пирамиды $SDEF$ плоскостью общего положения, заданной тремя точками A, B, C (рис. 2.7, табл. 2.4). Центр окружности, описанной вокруг основания пирамиды, расположен в точке $K(70; 60; 0)$.

Задача VII. Построить полную развертку усеченной пирамиды по данным, полученным при решении задачи VI.

Порядок выполнения работы

Задача VI. Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 116 – 118, рис. 275, 278].

В левой половине листа намечаем оси координат и из рис. 2.7 и табл. 2.4, согласно своему варианту, выбираем величины, которыми задаются поверхность пирамиды и секущая плоскость. Определяем центр описанной окружности радиусом R (точка K) основания пирамиды в плоскости уровня. Строим вершину пирамиды на расстоянии H от горизонтальной плоскости проекций. По координатам точек A, B, C строим секущую плоскость.

Для построения линии сечения строим дополнительный чертеж заданных геометрических образов на плоскости π_4 . Выбираем дополнительную систему π_1/π_4 плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена в виде проецирующей на дополнительной плоскости проекций π_4 . Линия сечения проецируется на плоскость проекций π_4 в виде отрезка прямой и совпадает со следом плоскости. По проекции сечения на дополнительной плоскости π_4 строим основные ее проекции.

Задача VII. Перед решением рекомендуется рассмотреть пример в учебнике [1, с. 123 – 124, рис. 288]

В правой половине листа строим развертку пирамиды. На фронтальной проекции определяем натуральные величины ребер пирамиды. Последовательно определяя натуральные величины граней пирамиды, строим полную ее развертку. На ребрах и гранях пирамиды (на развертке) определяем положение ломаной линии, полученной при пересечении пирамиды с плоскостью. По размерам ломаной линии строим верхнее основание усеченной пирамиды.

Проработать материал по учебнику [1, с. 107 – 124].

Ответить на вопросы:

1. Как построить проекции произвольной точки, принадлежащей заданной поверхности многогранника?
2. Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью многогранника?
3. Какие вспомогательные плоскости применяют при определении точек пересечения прямой с поверхностью многогранника?
4. Что представляет собой сечение многогранника?
5. Как построить линию сечения многогранника плоскостью?
6. Какими способами можно найти натуральную величину сечения многогранника плоскостью?
7. Какое сечение призмы называется нормальным?
8. Что называется разверткой поверхности?
9. Как построить развертку поверхности пирамиды?
10. Как построить развертку поверхности призмы прямой? Наклонной?

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ. РАЗВЕРТКА КОНУСА. ГР № 3 (ЧАСТЬ 2)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.6)

Цель работы: Закрепление знаний и приобретение навыков в решении позиционных задач на поверхностях вращения и построение развертки боковой поверхности конуса.

Задание. Выполнить на листе чертежной бумаги формата А3:

Задача VIII. Построить проекции линии пересечения двух поверхностей (рис. 2.8, табл.

2.5) способом вспомогательных секущих плоскостей.

Задача IX. Построить проекции линии пересечения двух поверхностей (рис. 2.8, табл.

2.5) способом концентрических сфер.

Задача X. Построить развертку боковой поверхности конуса с

нанесением линии пере-сечения по условию задачи VIII или IX.

Порядок выполнения работы

Задача VIII. Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 200, рис. 398; с. 217 – 220, рис. 426, 428].

В левой половине листа намечаем изображение трех поверхностей вращения, взятых со- гласно своему варианту из табл. 2.5 и рис. 2.8. Для построения проекций линии пересечения двух поверхностей задачи используем способ вспомогательных секущих плоскостей.

При решении задачи с помощью вспомогательных секущих плоскостей определяют ряд точек, принадлежащих обоим пересекающимся поверхностям. Выбираем вспомогательные секущие горизонтальные плоскости – плоскости уровня, которые пересекают заданные плоскости по графически простым линиям – окружностям. Проекции двух окружностей на горизонтальной плоскости проекций π_1 пересекаются между собой в двух точках, принадлежащих искомой линии пересечения. Фронтальные проекции этих точек находим в точках пересечения линий связи со следом секущей плоскости. По точкам строим проекцию линии пересечения поверхностей вращения и устанавливаем ее видимость на основании взаиморасположения конкурирующих точек.

Задача IX. Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 206 – 212, рис. 409, 413, 416].

Используем для решения способ вспомогательных концентрических сфер, который применим при следующих условиях: обе поверхности должны быть поверхностями вращения, а их оси пересекаться и быть параллельными одной из плоскостей проекций.

Построение начинаем с нахождения общих точек $1''$ – $2''$ цилиндра и тора в пересечении очерковых образующих – главных меридианов поверхностей. Принимаем точку O'' пересечения осей цилиндра и тора за центр концентрических сфер. Строим сферу наименьшего радиуса R_{\min} , которая пересечет цилиндр по двум параллелям и коснется тора. Проведем еще ряд сфер произвольного диаметра. Они пересекают каждую из поверхностей по параллелям. Эти параллели принадлежат поверхности сферы, следовательно, точки их пересечения одновременно принадлежат и двум данным поверхностям – цилиндру и тору, т.е. принадлежат линии их пересечения. По точкам пересечения поверхностей строим линию пересечения и определяем ее видимость на основании взаиморасположения конкурирующих точек.

Задача X. Перед решением рекомендуется рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 183 – 185, рис. 378].

В правой половине листа строят развертку боковой поверхности

конуса.

Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с углом $\varphi = R \cdot 360/L$,

где

R – радиус окружности основания конуса вращения; L – длина образующей.

Принимаем натуральную величину образующей конуса L за радиус кругового сектора развертки. Основание конуса делим на 12 равных частей и по частям отмечаем их на дуге окружности радиусом L . На развертке конуса проводим прямолинейные образующие (параллели), проходящие через характерные точки линий пересечения. Через построенные точки с помощью лекал проводим плавную линию пересечения и обводим ее.

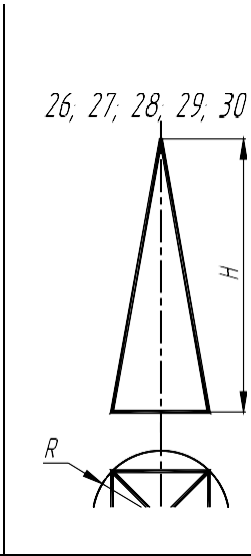
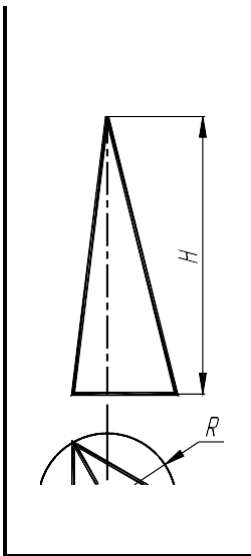
Проработать материала по учебнику [1, с. 150 – 156, 171 – 185, 194 – 220].

Ответить на вопросы:

1. Чем можно задать поверхности вращения?
2. Как образуются поверхности вращения: сферы, тора, конуса, цилиндра?
3. Как построить проекции произвольной точки, принадлежащей поверхности вращения?
4. Какие линии получаются при сечении прямого кругового цилиндра плоскостью?
5. Какие линии получаются при сечении конуса плоскостью?
6. Какие линии получаются при сечении сферы плоскостью и какими могут быть проекции этих линий?
7. Каков алгоритм нахождения точек пересечения прямой с поверхностью?
8. Какие вспомогательные плоскости применяются при определении точек пересечения прямой и поверхности?
9. Как определяется видимость точек пересечения прямой с поверхностью геометрических тел различного вида?
10. В чем заключается способ посредников при построении точек, общих для двух пересекающихся поверхностей?
11. Каков основной принцип выбора посредника?
12. По каким линиям пересекаются поверхности вращения, имеющие общую ось?
13. В каких случаях возможно и целесообразно применение способа концентрических сфер?
14. Как выбирается наименьший и наибольший радиусы концентрических сфер-посредников?
15. Когда два цилиндра пересекаются по плоской кривой?
16. Как построить развертку поверхности конуса?
17. Как построить развертку поверхности цилиндра?

Варианты индивидуальных заданий к графической работе № 3 (часть 1)

2.4. Данные к задаче IV (координаты, высота H , радиус R в мм)



	00	0	00	30	0	05	10	0
24	50	5	05	25	5	50	20	5
25	05	0	00	25	5	00	15	5
26	00	0	00	5	0	05	20	
27	5	55	05	50		55	250	
28	00	00	00	50		05	100	
29	5	05	05	05		50	205	
30	0	50	00	05		00	155	

Рис. 2.7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.О. Гордона и Ю.Б. Иванова. – 25 изд., стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 272 с.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. – М.: Высшая школа, 1994. – 383 с.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – 2 изд., перераб. – М.: Высшая школа; Изд. центр «Академия», 2001. – 493 с.
4. Соколова Т.Ю. AutoCAD 2005 для студентов. Популярный самоучитель. – СПб.: Питер, 2005. – 320 с.
5. Нартова Л.С., Якунин В.И. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2003. – 208 с.
6. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учебник для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2005. – 471 с.
7. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник для немашиностр. спец. вузов. – 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.
8. Чекмарев А.А. Задачи и задания по инженерной графике: Учебник пособие для студентов техн. спец. вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 128 с.
9. Чекмарев А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика: Программа, контр. задания и метод. указания для студентов-заочников инж.-техн. и пед. спец. вузов. / Под ред. А.А. Чекмарева. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 154 с.
10. ЕСКД. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 335 с.
11. ЕСКД. Общие правила оформления чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 240 с.
12. Барканова Д.С. Введение в логику ЕСКД в курсе инженерной графики. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 168 с.
13. СТП ТГТУ 07–97. Стандарт предприятия: Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 40 с.
14. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
15. Власов М.П. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 1979. – 278 с..

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА»**

*для обучающихся по направлению 54.03.01 «Дизайн»,
профиль «Промышленный дизайн» всех форм обучения*

Составители:

**Кузовкин Алексей Викторович
Суворов Александр Петрович
Золототрубова Юлия Сергеевна**

Подписано в печать 04.06.2021
Формат 60x84 1/8 Бумага для множительных аппаратов
Уч.-изд. л. 3,3 Усл. печ. л. 3,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
396026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
396026 Воронеж, Московский просп., 14