

*Утверждено
Главным учебно-методическим
управлением высшего образования*

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для студентов-заочников
инженерно-технических
специальностей вузов





Данная книга переведена в
электронный вид в БГСХА
(Бурятская Государственная
Сельскохозяйственная Академия).

Адрес Академии:
670024 Россия Бурятия
г. Улан-Удэ ул. Пушкина д.8

Начертательная геометрия. Инженерная графика: Метод указания
Н 36 и контрольные задания для студентов-заочников инж.-техн. спец. ву-
зов/С. А. Фролов, А. В. Бубенников; В. С. Левицкий, И. С. Овчиннико-
ва.— М.: Высш. шк., 1990.—112 с.; ил.

2004020000 (4309000000)—019

Н 001(01)—90 150—90

ББК 22.151.3
515

Учебная дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная графика» состоит из двух курсов: «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». Программы курсов переработаны с учетом и в соответствии с новыми стандартами ЕСКД, с учетом внедрения в учебный процесс ТСО, ЭВМ и на основе накопленного за последние годы опыта преподавания. Программы едины для дневной, вечерней и заочной форм обучения и определяют объем знаний, необходимый для студентов машиностроительных специальностей.

В рабочих программах, разрабатываемых кафедрами вузов, следует учи-

тывать место курса в учебных планах, принятых для данного учебного заведения, профиль специальности вуза. В рабочих программах необходимо указывать содержание и распределение часов учебных занятий (тем), число расчетно-графических заданий, содержание и сроки выполнения работ и рекомендуемую литературу. Инженерную графику целесообразно изучать после изучения начертательной геометрии.

Исторические сведения о развитии начертательной геометрии и инженерной графики можно приводить как в начале изучения учебных дисциплин, так и при рассмотрении отдель-

Рекомендуемое число часов между видами занятий для различных уровней подготовки по курсам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика»

	Уровень подготовки	Рекомендуемое (минимальное) кол-во часов								
		всего	из них аудиторных часов	начертательная геометрия				инженерная графика		
				лекции	практич. зан.	лекции	практич. зан.			
Очная форма обучения	(для машиностроительных специальностей)									
	I	350	180	36	36	18	90			
	II	300	160	36	36	18	70			
	(для немашиностроительных специальностей)									
Заочная форма обучения	III	200	100	27	27	12	34			
	IV	120	70	18	18	12	22			
	(для машиностроительных специальностей)			на УКП	обзорные	на УКП	обзорные	на УКП	обзорные	
	I	350	91 ч.	24.5	10.5	24.5	10.5	12	6	30
II	300	91 ч.	24.5	10.5	24.5	10.5	12	6	30	8
III	200	56 ч.	14	6	14	6	12	6	16	6
IV	120	40 ч.	10	4	10	4	10	4	10	4

Примечания: 1. Количество часов, отводимое на изучение курса, состоит из: аудиторных занятий + самостоятельной работы студента под руководством преподавателя + СРС без преподавателя = общее количество часов.

2. Для индивидуальной работы преподавателя со студентом в рабочих планах необходимо дополнительно выделить до 20% времени аудиторных занятий.

ных тем. Изложение курса следует увязывать с программой средней школы по геометрии и черчению.

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь выполнять и читать чертежи различного назначения и решать инженерно-геометрические задачи.

Принципы, методы и алгоритмы автоматизации решения инженерно-геометрических задач и автоматизации

выполнения чертежа изучают в курсах «Вычислительная геометрия» и «Машинная графика».

Нужно обратить внимание преподавателей и студентов на приведение в соответствие обозначений, понятий, терминов, символов и определений начертательной геометрии и инженерной графики с общепринятыми понятиями и обозначениями в современной математике.

I. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

При изучении начертательной геометрии предусматривается: лекционное изложение курса, работа с учебником и учебными пособиями, практические занятия, выполнение домашних заданий и расчетно-графических работ, консультация по курсу. Завершающим этапом является собеседование по домашним заданиям, расчетно-графическим и контрольным работам (выявляется самостоятельность их выполнения). Знания, умения, навыки и способности к представлению пространственных форм проверяются на экзамене.

На лекциях следует рассматривать принципиальные вопросы, формулировать и доказывать основополагающие положения, рассматривать типовые геометрические задачи, пояснять алгоритм их решения и графические построения. На лекциях и практических занятиях необходимо шире использовать раздаточный материал с кратким содержанием лекций и типовыми задачами основных разделов курса.

Рассмотрение частных случаев, вариантов построения, а также детализации предмета должны быть отнесены к практическим занятиям и выполнению домашних заданий. Методика практических занятий должна основываться на активной форме усвоения материала, обеспечивающей максимальную самостоятельность каждого студента в решении задач. В упражнениях и задачах желательно отражать специфику будущей специальности студента.

При изложении курса допустимы изменения последовательности изложения тем, указанных в программе.

На практических занятиях учебные группы делятся на подгруппы не более 10—12 человек.

Студенты выполняют ряд комплексных домашних заданий (расчетно-графических работ — РГР) с решением позиционных и метрических задач по основным разделам курса. Содержание заданий и характер их оформления определяются рабочими программами. Домашние работы студент-заочник высылает на кафедру для рецензирования с последующей защитой их перед экзаменом.

По курсу «Начертательная геометрия» предусматривается три контрольные работы. К экзамену допускают студентов, выполнивших все практические и домашние работы и прошедших собеседование.

Кабинет начертательной геометрии должен быть оснащен новейшими техническими средствами обучения (ТСО), кинофильмами, диафильмами, репетиторскими и контролирующими машинами, моделями, плакатами и др.

Студентов необходимо также ознакомить с алгоритмами автоматизации решения задач по начертательной геометрии.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Начертательную геометрию студенты изучают на первом курсе обучения. Перед изучением курса необходимо прежде всего ознакомиться с программой, приобрести учебную литературу и тщательно продумать календарный рабочий план самостоятельной учебной работы, согласуя его с учебным графиком и планами

по другим учебным дисциплинам делением первого курса. Наряду с изучением теории необходимо ознакомиться с решением типовых задач каждой темы курса и выполнить контрольные работы.

Надо учитывать уровень своей математической подготовки, уметь достаточно точно и аккуратно выполнять графические построения при решении конкретных геометрических задач. Правильно построенные самостоятельные занятия по начертательной геометрии разрешат трудности в изучении этой дисциплины и научат студента уметь представлять всевозможные сочетания геометрических форм в пространстве. Начертательная геометрия способствует развитию пространственного воображения (мышления), умению «читать» чертежи, с помощью чертежа передавать свои мысли и правильно понимать мысли другого, что крайне необходимо инженеру.

При изучении начертательной геометрии следует придерживаться следующих общих указаний:

1. Начертательную геометрию нужно изучать строго последовательно и систематически. Перерывы в занятиях, а также перегрузки нежелательны.

2. Прочитанный в учебной литературе материал должен быть глубоко усвоен. В начертательной геометрии следует избегать механического запоминания теорем, отдельных формулировок и решений задач. Такое запоминание непродуктивно. Студент должен разобраться в теоретическом материале и уметь применить его как общую схему к решению конкретных задач.

При изучении того или иного материала курса не исключено возникновение у студента ложного впечатления, что все прочитанное им хорошо понято, что материал прост и можно не задерживаться на нем. Свои знания надо проверить ответами на поставленные в конце каждой темы учебника вопросы и решением задач.

3. Очень большую помощь в изучении курса оказывает хороший конспект учебника или аудиторных лекций, где записывают основные поло-

жения изучаемой темы и краткие пояснения графических построений в решении геометрических задач. Такой конспект поможет глубже понять и запомнить изучаемый материал. Он служит также справочником, к которому приходится прибегать, сопоставляя темы в единой взаимосвязи.

Каждую тему курса по учебнику желательно прочитать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучают весь материал темы. При повторном изучении темы рекомендуется вести конспект, записывая в нем основные положения теории, теоремы курса и порядок решения типовых задач. В конспекте надо указать ту часть пояснительного материала, которая плохо запоминается и нуждается в частом повторении. При подготовке к экзамену конспект не может заменить учебник.

4. В курсе начертательной геометрии решению задач должно быть уделено особое внимание. Решение задач является наилучшим средством более глубокого и всестороннего постижения основных положений теории.

Прежде чем приступить к решению той или иной геометрической задачи, надо понять ее условие и четко представить себе схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. Надо представить себе в пространстве заданные геометрические образы.

5. В начальной стадии изучения курса начертательной геометрии полезно прибегать к моделированию изучаемых геометрических форм и их сочетаний. Значительную помощь оказывают зарисовки воображаемых моделей, а также их простейшие макеты. В дальнейшем надо привыкать выполнять всякие операции с геометрическими формами в пространстве на их проекционных изображениях, не прибегая уже к помощи моделей и зарисовок. Основательная проверка знаний студента может быть проведена им же самим в процессе выполнения контрольных работ. Здесь студент должен поставить себя в такие условия, какие бывают на экзамене.

6. Если в процессе изучения курса начертательной геометрии у студента возникли трудности, то он должен обратиться за письменной консультацией на кафедру института или за устной консультацией в учебно-консультативный пункт (филиал) по месту своего прикрепления. Студент-заочник должен поддерживать самую тесную связь с преподавателем-рецензентом по всем вопросам, связанным с изучением учебной дисциплины.

7. Выполнив все контрольные работы по курсу начертательной геометрии и имея рецензии на них с отметкой «Зачтено», студент имеет право сдавать экзамен. На экзамен представляются зачтенные контрольные работы по каждой теме курса; по ним производится предварительный опрос-собеседование. Преподаватель вправе аннулировать представленное контрольное задание, сообщив об этом на кафедру и на факультет, если при собеседовании убедится, что студент выполнил контрольные работы не самостоятельно.

На экзамене студенту предлагается решить две-три задачи и ответить на один-два теоретических вопроса. Решение задач выполняется на листе чертежной бумаги (ватман) формата А3 (297×420) с помощью чертежных инструментов в карандаше. На экзамен необходимо принести с собой лист чертежной бумаги (ватман) формата А3, два треугольника, карандаши (жесткий и мягкий), циркуль-измеритель, резинку.

Контрольные работы. Контрольные работы по начертательной геометрии представляют собой этюры (чертежи), которые выполняют по мере последовательности прохождения курса. Каждый контрольный этюр сопровождается планом его решения, т. е. кратким описанием хода решения задачи.

Задания на контрольные работы индивидуальные. Они представлены в вариантах. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме двух последних цифр его кода. Если, например, учебный код студента 788133, то он во всех

контрольных работах выполняет шестой вариант задания.

Каждая контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме (необходимое число эюрсов с объяснительными записками к ним). Представление контрольных работ по частям (отдельным эюрсам) не разрешается. На каждую контрольную работу преподаватель кафедры составляет рецензию, в которой кратко отмечает достоинства и недостатки работы. Контрольную работу вместе с рецензией возвращают студенту, и она хранится у него до экзамена. Пометки преподавателя должны быть приняты студентом к исполнению. Если работа не зачтена, преподаватель в рецензии указывает, какую часть контрольной работы надо переделать или же выполнить всю контрольную работу вновь. На повторную рецензию следует высылать всю контрольную работу полностью. К выполнению следующей контрольной работы приступить, не ожидая ответа на предыдущую.

Контрольные работы представляются на рецензию строго в сроки, указанные в учебном графике.

Этюры контрольных работ выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм). На расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны линия рамки проводится от линии обреза листа на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается основная надпись. Размеры ее и текст на ней показаны на чертежах-образцах настоящего пособия.

Задания к эюрсам берутся в соответствии с вариантами из таблиц. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного размещения всего эюра в пределах формата листа.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на эюре, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304—68. Этюры вы-

подняются с помощью чертовых инструментов: вначале карандашом с последующей обводкой всех основных построений пастой шариковой ручки. На тщательность построений должно быть обращено серьезное внимание. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам.

При обводке пастой характер и толщина линий берутся в соответствии с ГОСТ 2.303—68. Все видимые основные линии — сплошные толщиной $s = 0,8 \dots 1,0$ мм. Линии центров и осевые — штрихпунктирной линией толщиной от $s/2$ до $s/3$ мм. Линии построений и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров показывают штриховыми линиями. На это следует обратить внимание при выполнении всех контрольных работ, имея при этом в виду, что заданные плоскости и поверхности непрозрачны.

Желательно при обводке пользоваться цветной пастой. При этом все данные линии обводятся черной пастой, искомые линии красной пастой, линии построений — синей или зеленой (пастой). Все основные вспомогательные построения должны быть сохранены.

Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружности диаметром $1,5 \dots 2$ мм с помощью циркуля «балеринки» (см. чертежи-образцы в учебниках). Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок, используя акварель, разведенную в воде тушь, чай или цветные карандаши. Всегда, однако, следует помнить о том, чтобы тона были очень бледными, не затемняли линий построений, надписей и обозначений.

Каждый эпюр сопровождается пояснительной запиской, в которой на одном листе писчей бумаги формата А4 (297×210 мм) кратко излагаются план решения задач и последовательность графических построений. Этот лист писчей бумаги приклеива-

ется с левой стороны чертежного листа на полосе между краем листа и рамкой. Листы выполненной контрольной работы складывают до формата А4, вкладывают в конверт и высылают на рецензию в институт.

Первая страница контрольных работ должна быть оформлена по образцу, приведенному в настоящем пособии.

Оформление первой страницы обложки контрольной работы¹

(наименование учебного заведения)

(факультет, специальность, код студента)

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № ____

(фамилия и инициалы студента)

(домашний адрес студента)

¹ Для контрольных работ 4, 5, 6 вместо «Начертательная геометрия» следует писать «Инженерная графика».

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Бубенников А. В. Начертательная геометрия. М., 1985.

2. Бубенников А. В. Сборник задач по начертательной геометрии. М., 1987.

3. Фролов С. А. Начертательная геометрия. М., 1985.

4. Фролов С. А. Сборник задач по начертательной геометрии. М., 1987.

5. Тевлин А. М., Иванов Г. С., Нартова Л. Г. и др. Курс начертательной геометрии на базе ЭВМ. М., 1983.

Дополнительная

6. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М., 1987.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ*

Тема 4. Способы преобразования эюра Монжа

Тема 1. Введение. Центральные и параллельные проекции

Центральное (коническое) проецирование. Параллельное (цилиндрическое) проецирование. Основные свойства параллельного проецирования. Восприятие (представление) предмета по его изображению в параллельных проекциях. Пространственная модель координатных плоскостей проекций. Эюр Монжа.

Тема 2. Точка. Прямая. Плоскость на эюре Монжа

Чертежи точек, расположенных в различных углах координатных плоскостей проекций. Чертежи отрезков прямых линий. Деление отрезка прямой в заданном отношении. Следы прямой линии. Определение длины отрезка прямой и углов его наклона к плоскости проекций. Взаимное положение прямых линий. Задание плоскости. Прямые линии и точки плоскости. Проекция плоских фигур.

Тема 3. Позиционные и метрические задачи

Пересечение прямых линий и плоскостей проецирующими плоскостями. Пересечение прямых линий плоскостями произвольного положения. Взаимно пересекающиеся плоскости произвольного положения. Прямые линии и плоскости, параллельные плоскости. Прямые линии и плоскости, перпендикулярные к плоскости. Взаимно перпендикулярные прямые произвольного положения.

Преобразование эюра Монжа способом замены плоскостей проекций и способом вращения.

Тема 5. Многогранники

Чертежи многогранников и многогранных поверхностей. Пересечение многогранников плоскостью и прямой линией. Взаимное пересечение многогранников. Развертки многогранников.

Тема 6. Кривые линии

Плоские кривые линии. Касательные и нормали кривых. Кривизна плоской кривой. Эволюта и эвольвента. Составные плоские кривые. Вершины кривых линий. Задание плоских кривых в естественных координатах. Кривые линии второго порядка. Эллипс. Гипербола. Парабола. Рулетты. Преобразование плоских кривых линий. Конхоидальное преобразование. Преобразование инверсии. Конформное преобразование. Графики функций. Пространственные кривые линии. Гелисы.

Тема 7. Поверхности. Образование и задание поверхностей

Торсовые поверхности. Поверхности вращения. Поверхности вращения с криволинейной производящей. Линейчатые поверхности вращения. Циклические поверхности вращения второго порядка.

Винтовые поверхности. Винтовые поверхности с криволинейной производящей. Линейчатые винтовые поверхности (геликоиды). Циклические винтовые поверхности.

Поверхности Каталана. Линейчатые поверхности с направляющей плоскостью. Косые цилиндры с тремя направляющими. Поверхности второго порядка общего вида. Поверхности переноса. Ротативные поверхности. Спироидальные поверхности. Поверх-

* Рабочая программа составлена в соответствии с программой «Начертательная геометрия. Инженерная графика», утвержденной ГМУ Государственного комитета СССР по народному образованию 2 июня 1988 г.

ности общего вида образования с переменной производящей.

Тема 12. Аксонометрические проекции

Тема 8. Пересечение поверхности плоскостью и прямой линией

Пересечение плоскостями и прямыми линиями торсовых поверхностей, поверхностей вращения, винтовых поверхностей, поверхностей второго порядка общего вида.

Тема 9. Взаимное пересечение поверхностей

Пересечение поверхностей кривыми линиями. Пересечение поверхностей проецирующими цилиндрами (призмами).

Взаимное пересечение линейчатых поверхностей. Пересечение конической поверхности с конической. Пересечение конической поверхности с цилиндрической поверхностью. Пересечение цилиндрической поверхности с цилиндрической. Пересечение поверхности Каталана с цилиндрами и конусами.

Взаимное пересечение поверхностей вращения. Пересечение поверхностей вращения с другими поверхностями.

Взаимное пересечение винтовых поверхностей. Пересечение винтовых поверхностей с другими поверхностями.

Взаимное пересечение поверхностей второго порядка.

Особые случаи пересечения.

Тема 10. Плоскости и поверхности, касательные к поверхности

Плоскости, касательные к поверхностям. Поверхности, касательные к поверхности. Построение очертания поверхностей.

Тема 11. Развертки поверхностей

Развертки торсовых поверхностей. Условные развертки неразвертывающихся поверхностей.

Прямоугольные изометрические проекции. Прямоугольные диаметрические проекции. Косоугольные аксонометрические проекции. Позиционные и метрические задачи в аксонометрии.

Тема 13. Автоматизация инженерно-графических работ с помощью ЭВМ

Основные понятия о машинной графике. Геометрически ориентированный алгоритмический язык ФАП-КФ. Составление машинных алгоритмов решения геометрических задач.

Тематический план курса начертательной геометрии для машиностроительных специальностей вузов

Наименование темы	Контрольная работа*	Очные занятия на У КП, ч**		Обзорные лекции
		лекций	упражнений	
1. Введение. Центральные и параллельные проекции	—	2	—	0.5
2. Точка. Прямая. Плоскость на эюре Монжа	—	2	2	0.5
3. Позиционные и метрические задачи	1.1.1	2	2	1
4. Способы преобразования эюра	1.1.1	2	2	1
5. Многогранники	1.2.2 1.2.3	2	2	1
6. Кривые линии	2.4.5	2	—	0.5
7. Поверхности. Образование и задание поверхностей	—	2	2	0.75
8. Пересечение поверхностей плоскостью и прямой линией	2.4.6 2.5.7	2	2	0.75
9. Взаимное пересечение поверхностей	2.5.8 3.7.10 3.7.11 3.8.12 3.8.13	2	2	2
10. Плоскости и поверхности, касательные к поверхности	—	2	2	0.5

Наименование темы	Контроль- ная рабо- та*	Очные заня- тия на УКП, ч**		Обзор- ные лекции
		лекции	упраж- нения	
11. Развертки по- верхностей	2.6.9	2	2	1
12. Аксонометриче- ские проекции	3.9.14	2	2	0.5
13. Автоматизация инженерно-гра- фических работ с помощью ЭВМ	—			0.5

* Здесь и далее первая цифра означает номер контрольной работы, вторая — номер листа, третья — номер задачи.

** Обзорные лекции студенты прослушивают во время лабораторно-экзаменационной сессии. По усмотрению кафедры чертежи к теме 1 дисциплины «Инженерная графика» могут выполняться до выполнения контрольной работы первого курса «Начертательная геометрия».

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

(листы 1, 2, 3)

Лист 1

Задача 1. Построить линию пересечения треугольников ABC и EDK и показать видимость их в проекциях.

Определить натуральную величину треугольника ABC . Данные для своего варианта взять из табл. 1. Пример выполнения листа 1 приведен на рис. 1.

В левой половине листа формата А3 (297×420 мм) намечаются оси координат и из табл. 1 согласно своему варианту берутся координаты точек A, B, C, D, E, K вершин треугольника (рис. 1). Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линии пересечения треугольников строятся по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим или по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь. Такую линию можно построить, используя и вспомогательные секущие проецирующие плоскости.

Видимость сторон треугольника определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными жирными линиями, невидимые следует показать штриховыми линиями. Определяется натуральная величина треугольника ABC .

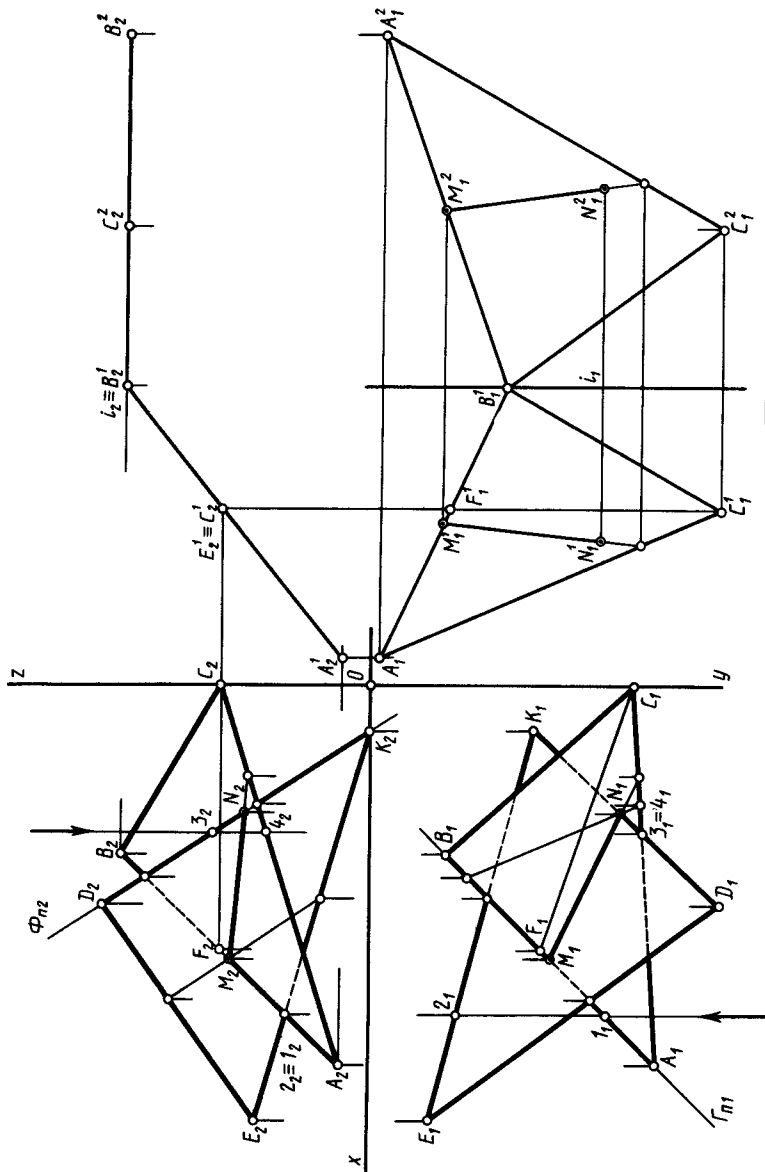
Плоскопараллельным перемещением треугольник ABC приводится в положение проецирующей плоскости и далее вращением вокруг проецирующей прямой в положение, когда он будет параллелен плоскости проекций.

В треугольнике ABC следует пока-

Таблица 1. Данные к задаче 1 (размеры и координаты, мм)

№ вари- анта	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	x_E	y_E	z_E	x_K	y_K	z_K
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	64	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	20	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	82	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	89	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	86	48	111	15	68	78

Задача 1



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И
	Лист 7
	30. XII. 1989

зат и линию MN пересечения его с треугольником EDK .

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят цветной пастой. Вначале, используя «балеринку», помечают кружками характерные точки. Черной пастой обводят линии заданных треугольников, а красной пастой — линию пересечения треугольников. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий синей (зеленой) пастой.

Видимые части треугольников в проекциях можно покрыть очень бледными тонами красок или цветных карандашей. Все буквенные или цифровые обозначения, а также надписи обводят черной пастой.

Лист 2

Задача 2. Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник ABC , а ребро SA определяет высоту h пирамиды. Данные для своего варианта взять из табл. 2.

Задача 3. Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Данные для своего варианта взять из табл. 3. Пример выполнения листа 2 приведен на рис. 2.

Указания к решению задачи 2. В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 2

согласно своему варианту берутся координаты точек A, B и C вершин треугольника ABC . По координатам строится треугольник в проекциях. В точке A восстанавливается перпендикуляр к плоскости треугольника и на нем выше этой плоскости откладывается отрезок AS , равный заданной величине h . Строятся ребра пирамиды. Способом конкурирующих точек определяется их видимость. Видимые ребра пирамиды следует показать сплошными жирными линиями, невидимые — штриховыми линиями. Стороны треугольника ABC (основание пирамиды) следует обвести черной пастой; ребра SA, SB , и SC пирамиды обвести красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на эюре и показать их тонкими сплошными линиями зеленой (синей) пастой.

Указания к решению задачи 3. В оставшейся правой половине листа 2 намечаются оси координат и из табл. 3 согласно своему варианту берутся координаты точек A, B, C и D вершин пирамиды и координаты точек E, K, G и U вершин многоугольника нижнего основания призмы, а также высота h призмы. По этим данным строятся проекции многогранников (пирамида и призма). Призма своим основанием стоит на плоскости уровня, горизонтальные проекции ее вертикальных

Таблица 2. Данные к задаче 2 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	h
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	85
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	85
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	85
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	85
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	85
6	113	7	85	50	80	25	0	50	85	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	85
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	85
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	85
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	85
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	80
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	80
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	80
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	80
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	80
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	80

ребер преобразуются в точки. Грани боковой поверхности призмы представляют собой отсеки горизонтально проецирующих плоскостей.

Линии пересечения многогранников определяются по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линии пересечения граней многогранника. Соединяя каждые пары таких точек одних и тех же граней отрезками прямых, получаем линию пересечения многогранников.

Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными жирными линиями красной пастой, невидимые отрезки пространственной ломаной показать штриховыми линиями красной пастой. Все вспомогательные построения на эпюре сохранить и показать их тонкими линиями синей (зеленой) пастой.

Примечание. Задаче 3 уделить особое внимание. Все построения на чертеже тщательно проверить. Допущенные ошибки приводят к неправильному решению следующей задачи — задачи 4 (построение развертки многогранников).

Задача 4. Построить развертки пересекающихся многогранников — прямой призмы с пирамидой. Показать на развертках линию их пересечения. Пример выполнения листа 3 приведен на рис. 3.

Чтобы решить данную задачу, чертеж-задание для листа 3 получить, переведя на кальку формата 297×420 мм чертеж пересекающихся многогранников с листа 2 (задача 3).

Указания к решению задачи 4. Заданные элементы многогранников на кальке показать черной пастой; линии их пересечения обвести красной пастой. Здесь выполняются вспомогательные построения (их обвести синей или зеленой пастой) для определения натуральных величин ребер многогранников.

На листе бумаги ватман формата А3 (297×420 мм) строятся развертки многогранников.

Развертка прямой призмы. Для построения развертки прямой призмы поступают следующим образом:

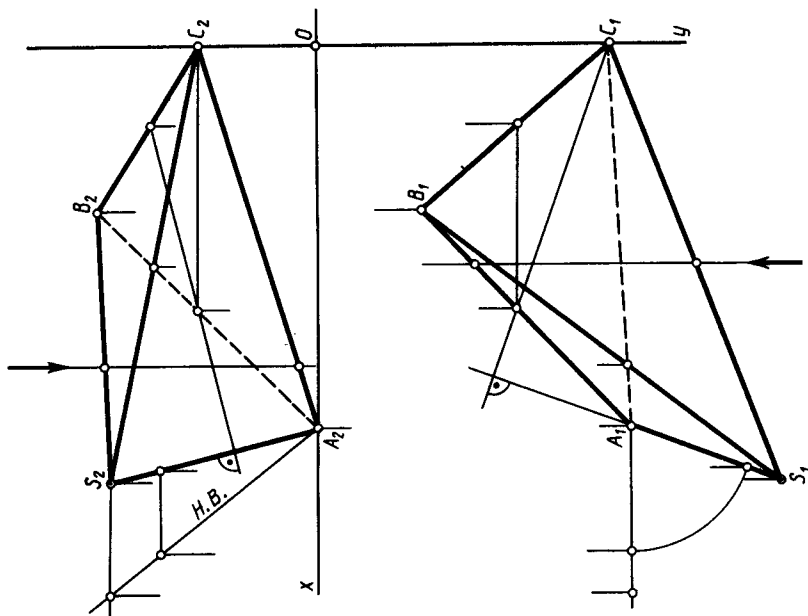
а) проводят горизонтальную прямую;

б) от произвольной точки G этой прямой откладывают отрезки GU, UE ,

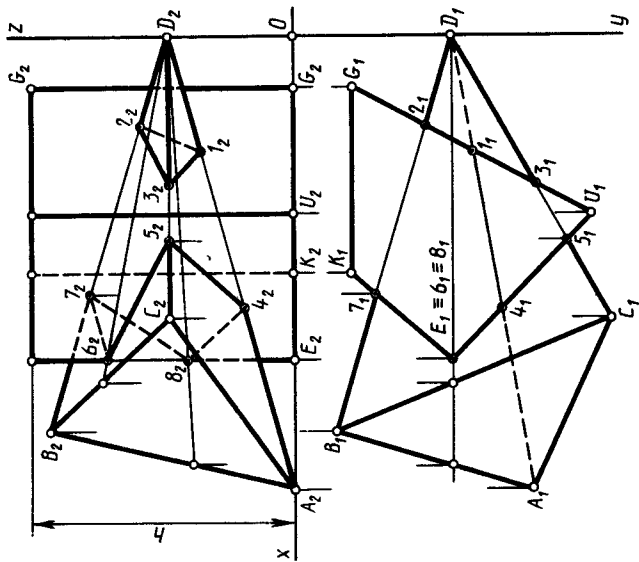
Таблица 3. Данные к задаче 3 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	x_E	y_E	z_E	x_K	y_K	z_K	x_G	y_G	z_G	x_U	y_U	z_U	h
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	43	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	90	0	85
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	130	50	0	70	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	60	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85

Задача 2



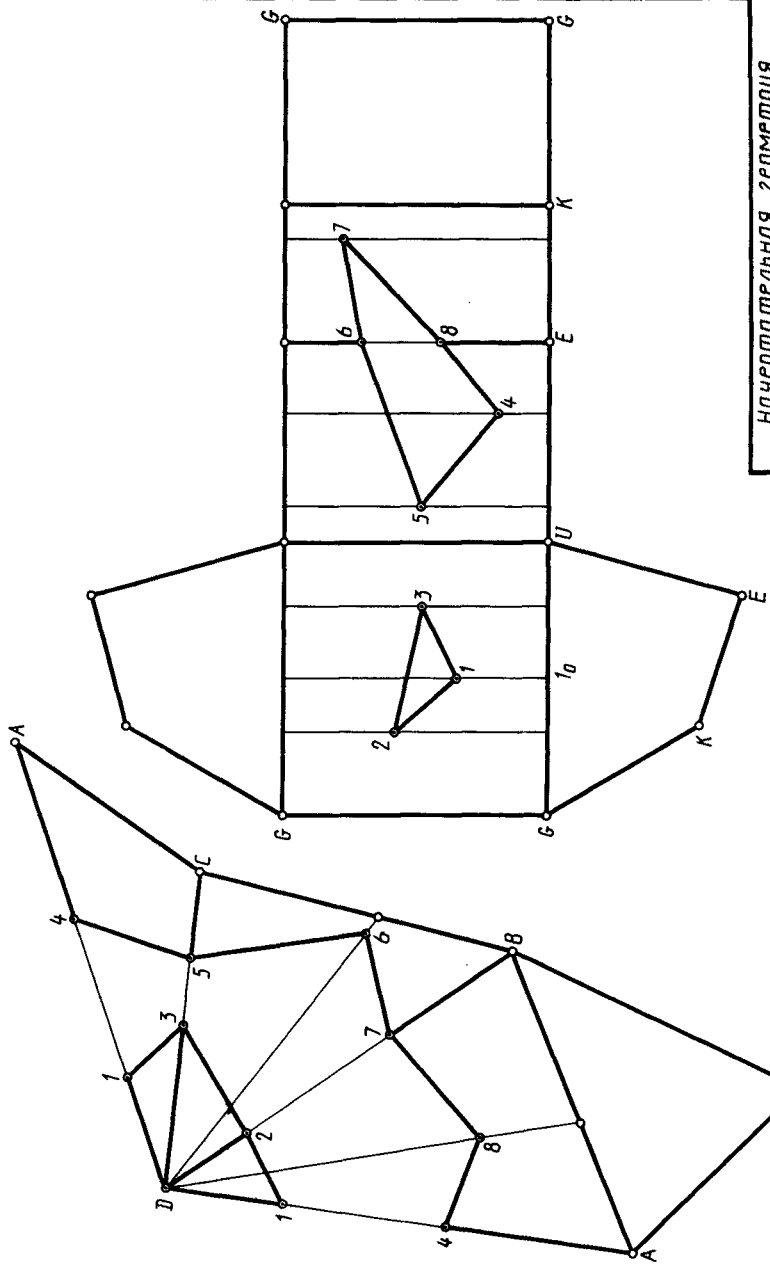
Задача 3



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И.
	Лист 2
	30.X.1989

Рис. 2

Задача 4



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И.
	лист 3
	30.X.1989

Рис. 3

ЕК, КГ, равные длинам сторон основания призмы;

в) из точек G, U, \dots восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают величины, равные высоте призмы. Полученные точки соединяют прямой. Прямоугольник GG_1G_1G является разверткой боковой поверхности призмы. Для указания на развертке граней призмы из точек U, E, K восстанавливают перпендикуляры;

г) для получения полной развертки поверхности призмы к развертке поверхности пристраивают многоугольники ее оснований.

Для построения на развертке линии пересечения призмы с пирамидой замкнутых ломаных линий $1\ 2\ 3$ и $4\ 5\ 6\ 7\ 8$ пользуемся вертикальными прямыми. Например, для определения положения точки 1 на развертке поступаем так: на отрезке GU от точки G вправо откладываем отрезок GI_0 , равный отрезку $G1$ (рис. 3).

Из точки I_0 восстанавливаем перпендикуляр к отрезку GU и на нем откладываем аппликату z точки 1 . Аналогично строят и находят остальные точки.

Развертка пирамиды. На кальке определяют натуральную величину каждого из ребер пирамиды. Зная натуральные величины ребер пирамиды, строят ее развертку. Определяют последовательно натуральные величины граней пирамиды. На ребрах и на гранях пирамиды (на развертке) определяют вершины пространственной ломаной пересечения пирамиды с призмой.

Развертки многогранников покрывают бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Ребра многогранника на развертке обвести черной пастой; линии пересечения многогранников обвести красной, а все вспомогательные построения — синей (зеленой) пастой.

Кальку и листы писчей бумаги с планом решения задачи наклеить слева от края листа 3.

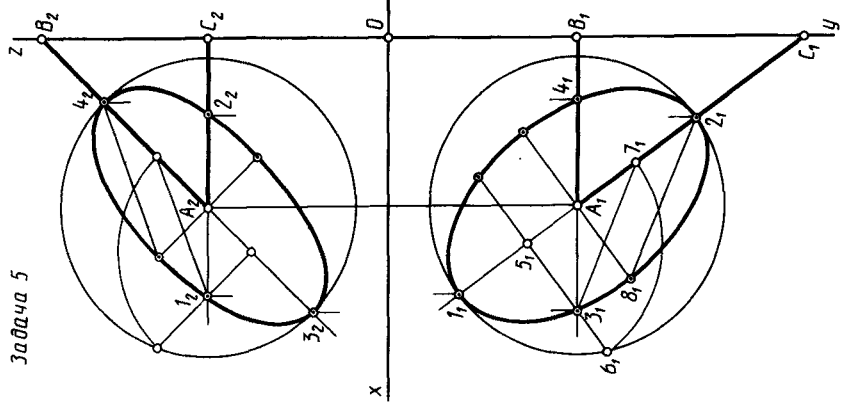
Задача 5. Построить в плоскости ABC проекции окружности заданного радиуса R с центром в точке A . Данные для своего варианта взять из табл. 4. Пример выполнения листа приведен на рис. 4.

Задача 6. На трехпроекционном чертеже построить недостающие проекции сквозного отверстия в сфере заданного радиуса R . Вырожденная (фронтальная) проекция сквозного отверстия представлена четырехугольником: координаты проекций точек A, B, C и D вершин четырехугольника — сквозного отверстия на сфере — известны (табл. 5).

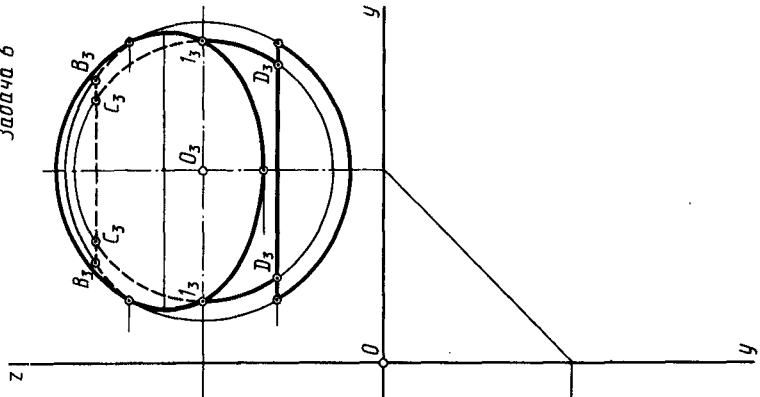
Указания к решению задачи 5. В левой трети листа формата А3 (297×420 мм) намечают оси координат и из табл. 4 согласно своему варианту берутся координаты точек A, B и C , определяющие плоскость окружности с центром в точке A и заданного радиуса R (рис. 4). На основные плоскости проекций Π_1 и Π_2 окружность проецируется в виде эллипсов. В горизонтальной плоскости проекций Π_1 и Π_2 большая ось 12 эллипса совпадает с проекцией направления горизонтали плоскости и равна $2R$ — диаметру окружности; малая ось равна ортогональной проекции того диаметра окружности, который определяет наибольший угол наклона плоскости окружности к плоскости проекций Π_1 .

Построение малой оси может быть выполнено следующим образом. Отметим в горизонтальной плоскости проекций соответственно полухорды 35 и 56 эллипса и окружности. Полу хорду 56 вращением вокруг точки 5 совместим с большой осью. В совмещенном положении она равна отрезку 57 . Точки 3 и 7 соединяем прямой линией. Из точки 2 проведем прямую, параллельную прямой 37 , до пересечения в точке 8 с направлением малой оси эллипса. Отрезок A_18_1 определяет величину малой полуоси эллипса — горизонтальной проекции окружности.

Задача 5



Задача 6



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа.
Чертил	Иванов И.И.
	Лист 4
	30.X.89

Рис. 4

Таблица 4. Данные к задаче 5 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	R
1	50	58	60	10	58	115	0	120	60	46
2	50	58	60	10	58	115	0	120	60	46
3	50	56	58	10	56	115	0	124	58	48
4	52	56	58	10	56	113	0	120	58	48
5	52	58	60	0	58	113	0	124	60	47
6	52	58	58	5	58	112	10	120	58	47
7	52	56	60	5	56	112	10	122	60	48
8	52	56	60	5	56	112	10	120	60	45
9	50	60	60	5	60	110	10	122	60	45
10	52	60	58	0	113	58	0	113	124	47
11	50	60	58	0	60	110	10	120	58	47
12	50	62	58	0	62	108	10	120	58	48
13	50	62	56	0	62	108	10	124	56	48
14	52	62	56	0	62	106	10	124	56	48
15	52	60	56	8	60	106	0	126	56	50
16	54	60	58	8	60	106	0	126	58	50
17	54	62	58	8	62	104	0	124	58	50
18	54	62	58	0	62	104	12	122	58	50

Во фронтальной плоскости проекции Π_1 и Π_2 большая ось эллипса $3_2 4_2$ совпадает с направлением фронтали плоскости и равна $2R$ — диаметру окружности; малая ось равна ортогональной проекции того диаметра окружности, который определяет наибольший угол наклона плоскости окружности к плоскости проекций Π_1 и Π_2 . Малая ось эллипса на фронтальной плоскости проекций определяется построением, аналогичным выполненному в горизонтальной плоскости проекций. Линии эллипсов и их оси следует обвести красной пастой. Все основные вспомогательные построения показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Указания к решению задачи 6. Намечаются оси координат с началом координат в центре незаполненной части листа формата А3. Строятся проекции сферы заданного радиуса R с центром в точке O . Определяются по заданным координатам (табл. 5) проекции точек A, B, C и D (вершин четырехугольника) сквозного отверстия на сфере и строится многоугольник — вырожденная проекция линии сквозного отверстия. Далее задача сводится к определению недостающих проекций точек поверхности сферы.

Вначале определяются характерные точки линии сквозного отверстия: точки на экваторе, главном меридиане,

Таблица 5. Данные к задаче 6 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_O	y_O	z_O	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	R
1	70	58	62	118	—	35	56	—	95	45	—	95	45	—	35	46
2	70	60	60	118	—	35	56	—	95	44	—	95	44	—	35	46
3	70	60	58	120	—	35	58	—	95	44	—	95	44	—	35	48
4	70	60	58	120	—	36	56	—	94	42	—	94	42	—	36	48
5	69	58	60	116	—	36	58	—	94	45	—	94	45	—	36	47
6	72	60	58	116	—	36	60	—	92	42	—	92	42	—	36	47
7	72	58	60	120	—	34	60	—	92	42	—	92	42	—	34	48
8	72	58	58	122	—	34	60	—	90	40	—	90	40	—	34	45
9	74	62	60	122	—	34	55	—	90	40	—	90	40	—	34	45
10	69	58	60	20	—	36	81	—	94	94	—	94	94	—	36	47
11	74	62	58	20	—	36	80	—	92	94	—	92	94	—	36	47
12	72	62	62	20	—	35	80	—	92	92	—	92	92	—	36	48
13	72	60	62	22	—	35	82	—	90	92	—	90	92	—	35	48
14	70	60	60	18	—	35	82	—	90	90	—	90	90	—	35	48
15	70	60	58	18	—	34	82	—	94	92	—	94	90	—	34	50
16	72	62	58	20	—	34	84	—	94	96	—	94	96	—	34	50
17	70	62	60	18	—	32	84	—	90	96	—	90	96	—	32	50
18	68	60	60	20	—	32	86	—	92	95	—	92	95	—	32	50

наиболее удаленные и ближайшие точки поверхности сферы к плоскостям проекций. Очертание сферы и выродившуюся проекцию сквозного сечения обвести черной пастой, недостающие две проекции отверстия показать красной пастой. Все вспомогательные построения на чертеже сохранить и обвести тонкими линиями синей (зеленой) пастой. В целях наибольшей наглядности чертежа сферу в проекциях можно покрыть бледными тонами акварели или цветного карандаша.

Лист 5

Задача 7. Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью ABC общего положения. Данные для своего варианта взять из табл. 6. Пример выполнения листа 5 приведен на рис. 5.

Задача 8. Построить линию пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Оси поверхностей вращения — взаимно перпендикулярные проецирующиеся скрещивающиеся прямые. Данные для своего варианта взять из табл. 7.

Указания к решению задачи 7. В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 6 согласно своему варианту берутся величины, которыми задаются поверхность конуса вращения и плоскость ABC . Определяется центр (точка K)

Таблица 7. Данные к задаче 8 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	R	h	x_E	y_E	z_E	R_1
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32

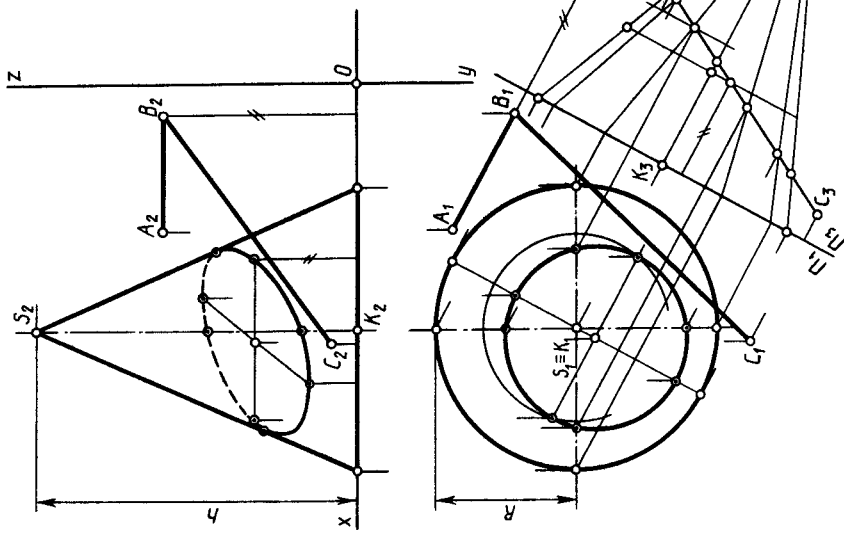
окружности радиусом R основания конуса вращения в плоскости уровня. На вертикальной оси, на расстоянии h от плоскости уровня и выше ее, определяется вершина конуса вращения. По координатам точек A, B, C определяется секущая плоскость.

В целях облегчения построения линии сечения строится дополнительный чертеж заданных геометрических образов. Выбирается дополнительная система $\Pi_3\Pi_1$ плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена как проецирующая. Дополнительная плоскость

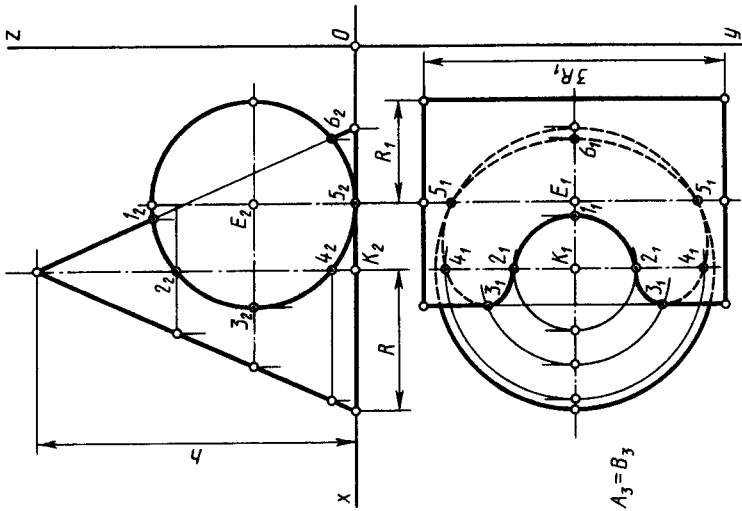
Таблица 6. Данные к задаче 7 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	R	h
1	78	72	0	10	50	62	46	30	62	82	125	10	45	100
2	78	72	0	82	125	10	10	50	62	46	30	62	45	100
3	80	72	0	46	30	62	82	125	10	10	50	62	45	100
4	80	70	00	10	50	62	82	125	10	46	30	62	45	100
5	78	70	0	46	30	62	10	50	62	82	125	10	44	102
6	80	72	0	45	30	60	10	50	60	80	125	8	45	98
7	80	68	0	46	28	60	10	48	60	80	126	0	45	98
8	82	68	0	47	28	65	10	50	65	82	126	6	45	98
9	82	68	0	48	28	65	10	52	65	84	128	6	43	98
10	82	68	0	49	30	66	12	48	66	84	130	5	44	102
11	80	66	0	50	30	64	12	46	64	85	128	4	43	102
12	80	66	0	44	32	60	12	52	60	85	132	5	43	102
13	80	66	0	44	30	60	15	50	60	86	132	5	42	102
14	82	65	0	45	30	62	15	48	62	86	130	5	42	102
15	82	65	0	45	32	62	15	48	62	84	135	0	42	100
16	84	65	0	45	28	66	10	50	66	84	135	0	43	100
17	84	64	0	45	30	66	10	52	66	85	136	5	44	100
18	86	64	0	44	30	65	14	52	65	88	136	4	44	100

Задача 7



Задача 8



НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

ВЗПИ Контрольная работа

Лист 5

Чертил Иванов И.И.

30. XI. 89

Рис. 5

проекции P_3 перпендикулярна данной плоскости ABC . Линия сечения (эллипс) проецируется на плоскость проекций P_3 в виде отрезка прямой на следе этой плоскости. Имея проекцию эллипса сечения на дополнительной плоскости P_3 , строят основные ее проекции.

Оси координат, очертания поверхности на основном эпюре и секущую плоскость следует обвести черной пастой; линию сечений в проекциях обвести красной пастой. Все основные и вспомогательные построения на основном и дополнительных эпюрах сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Указания к решению задачи 8. В правой половине листа намечают оси координат и из табл. 7 берут согласно своему варианту величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения. Определяют центр (точка K) окружности радиуса R основания конуса вращения в горизонтальной координатной плоскости. На вертикальной оси на расстоянии h от плоскости уровня и выше ее определяют вершину конуса вращения.

Осью цилиндра вращения является фронтально-проецирующая прямая точки E ; основаниями цилиндра являются окружности радиуса R_1 . Образующие цилиндра имеют длину, равную $3R_1$, и делятся пополам фронтальной меридиональной плоскостью конуса вращения.

С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяют точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующего цилиндра. Выбирая горизонтальную секущую плоскость, проходящую через ось цилиндра вращения, определяют две точки пересечения очерковых образую-

щих цилиндра с поверхностью конуса. Высшую и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхности находят с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей — плоскостей уровня. По точкам строят линию пересечения поверхности конуса вращения с цилиндром вращения и устанавливают ее видимость в проекциях.

Оси координат и очертания поверхностей вращения следует обвести черной пастой, а линию пересечения поверхностей — красной. Все основные вспомогательные построения на эпюре сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Лист 6

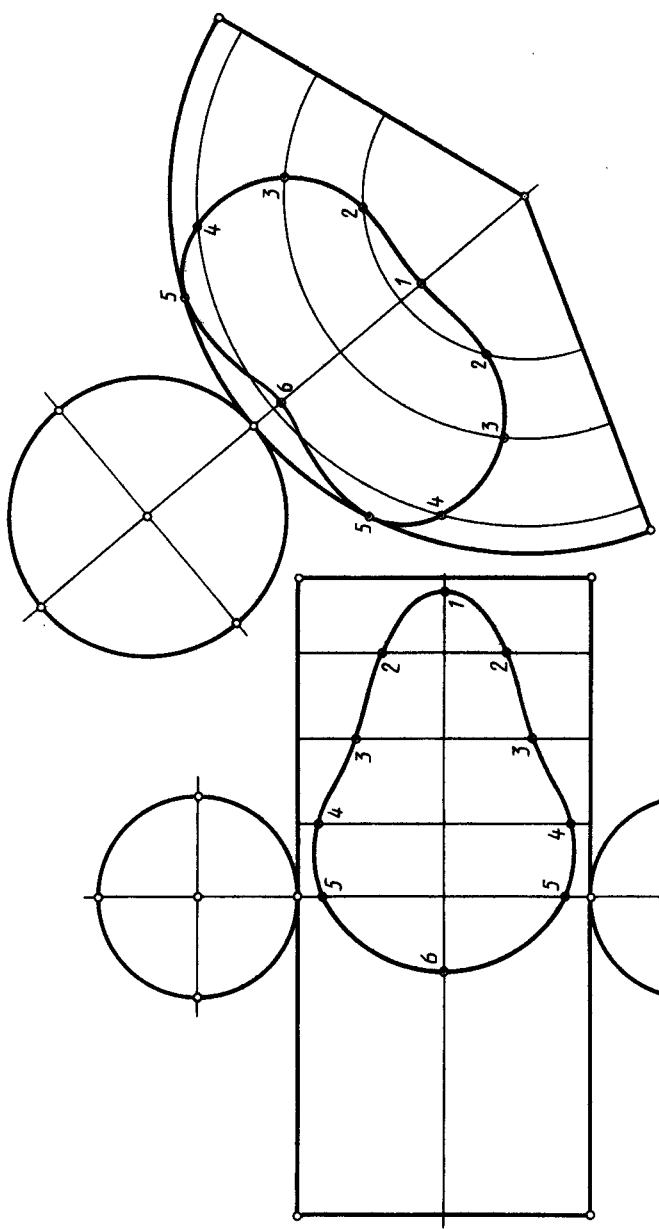
Задача 9. Построить развертки пересекающихся цилиндра вращения с конусом вращения. Показать на развертках линии их пересечения. Чертеж-задание для листа 6 получить, переведя на кальку формата А3 (297×420 мм) чертеж пересекающихся поверхностей с листа задачи 8 (рис. 5). Пример выполнения листа 6 приведен на рис. 6.

Указания к решению задачи 9. Заданные очерковые линии поверхностей на кальке показать черной пастой; линии их пересечения выделить красной пастой. Все вспомогательные построения для определения натуральных величин образующих поверхностей и точек их пересечения обвести синей (зеленой) пастой.

На листе бумаги ватмана формата А3 (297×420 мм) строят развертки поверхностей.

Развертка цилиндра вращения. Выбирают горизонтальную прямую линию и на ней спрямляют линию нормального сечения цилиндра вращения — окружность радиуса R_1 . Строят развертку боковой поверхности цилиндра. На развертке помечают прямолинейные образующие, проходящие через характерные точки пересечения цилиндра с конусом. Эти точки отмечают на соответствующих

Задача 9



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И.
	30.XI.1989

Рис. 6

образующих. Они определяют линию пересечения поверхностей развертки. Полная развертка цилиндра вращения представляется разверткой его боковой поверхности и основаниями — окружностями радиуса R_1 .

Развертка конуса вращения. Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с углом $\alpha = R/(L \cdot 360)$, где R — радиус окружности основания конуса вращения; L — длина образующей.

На развертке конуса вращения строят прямолинейные образующие или параллели, проходящие через характерные точки линий пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Через такие точки проходят линии пересечения поверхностей в преобразовании (на развертке). Развертки поверхностей цилиндра и конуса вращения покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Контур боковой поверхности конуса вращения и его основания (окружности) обвести черной пастой; линии пересечения заданных поверхностей обвести красной, а все вспомогательные построения — синей (зеленой) пастой.

Кальку и листы писчей бумаги с планом решения задачи 9 наклеить с левого края листа 6.

Задача 10. Построить линию пересечения фронтально-проецирующего цилиндра вращения с поверхностью открытого тора (кольцо). Данные для своего варианта взять из табл. 8. Пример выполнения листа 7 приведен на рис. 7.

Задача 11. Построить линию пересечения фронтально-проецирующего цилиндра вращения с поверхностью наклонного конуса с круговым основанием. Данные для своего варианта взять из табл. 9.

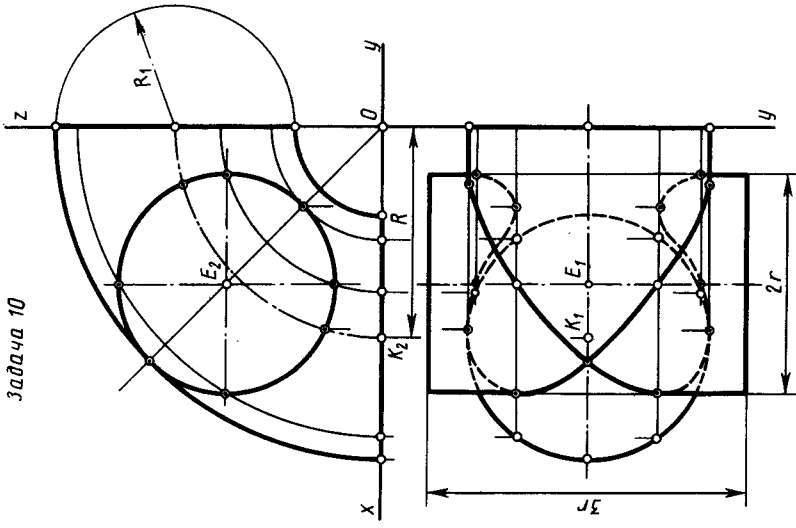
Таблица 8. Данные к задаче 10
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	R_1	x_E	y_E	z_E	r
1	66	66	0	38	48	66	49	32
2	67	67	0	38	47	67	48	32
3	65	65	0	40	46	65	47	33
4	68	65	0	40	45	65	46	34
5	65	65	0	38	49	65	50	34
6	70	65	0	40	44	65	51	35
7	67	67	0	38	43	67	52	35
8	68	68	0	39	42	68	53	63
9	69	65	0	39	50	65	54	36
10	68	66	0	37	51	66	55	38
11	65	64	0	37	52	64	56	38
12	65	66	0	40	54	66	58	37
13	65	66	0	40	54	66	58	36
14	65	70	0	36	55	70	50	37
15	65	70	0	36	56	70	52	32
16	66	70	0	37	57	70	53	33
17	68	70	0	38	58	70	51	34
18	68	70	0	39	59	70	49	34

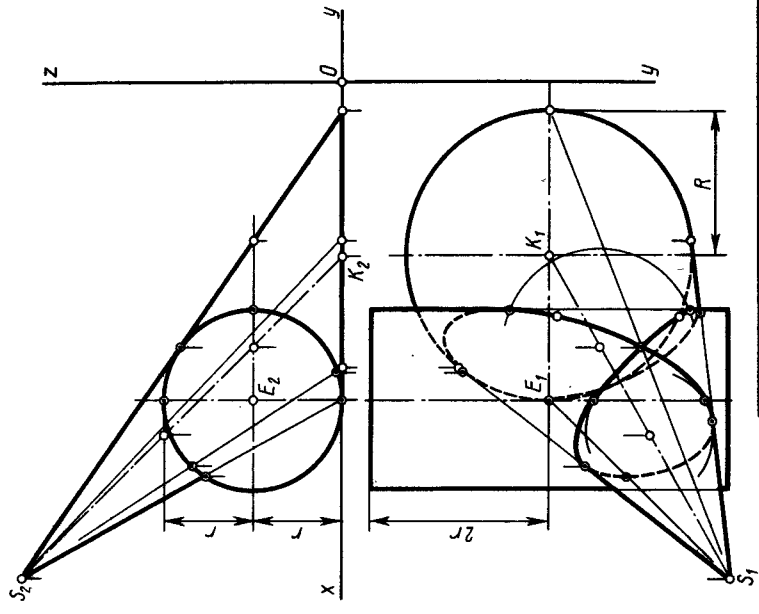
Таблица 9. Данные к задаче 11 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	x_S	y_S	z_S	R	x_E	y_E	z_E	r
1	55	65	0	155	122	100	44	100	65	35	30
2	56	65	0	160	120	100	45	100	65	34	32
3	56	64	0	160	120	95	46	98	64	35	35
4	58	64	0	156	118	100	45	96	64	32	32
5	55	65	0	155	123	102	45	95	65	30	30
6	58	66	0	157	120	98	46	100	66	32	30
7	60	66	0	158	115	102	44	95	66	36	32
8	60	65	0	156	115	98	45	90	65	38	32
9	60	66	0	155	110	100	45	92	66	40	32
10	100	65	0	0	122	100	45	94	65	30	30
11	98	65	0	0	120	100	45	55	65	32	30
12	100	65	0	0	118	98	45	56	65	34	32
13	96	66	0	0	120	100	44	57	66	35	30
14	98	64	0	0	116	96	45	58	64	35	35
15	98	65	0	0	115	98	45	59	65	36	30
16	100	65	0	0	114	98	44	60	65	38	34
17	102	65	0	0	112	100	45	62	65	40	35
18	100	65	0	0	110	102	45	63	65	42	34

Задача 10



Задача 11



Начертательная геометрия		
ВЗПИ	Контрольная работа	лист 7
Чертил	Иванов И. И.	30.XII.1989

Рис. 7

Указания к решению задачи 10. В левой половине листа намечают оси координат и из табл. 8 берут согласно своему варианту величины, которыми задаются поверхности цилиндра и тора (кольца). Осью тора является координатная ось y ; радиус (расстояние от центра производящей окружности до оси вращения) осевой линии тора $R=60$ мм, а радиус производящей окружности R_1 . Тор ограничен двумя координатными плоскостями xOy и yOz ; точка K — центр производящей окружности радиусом R_1 в плоскости xOy . Осью цилиндра вращения радиусом r является фронтально-проецирующая прямая, проходящая через точку E .

Образующие цилиндра имеют длину, равную $3r$, и делятся пополам фронтальной плоскостью осевой линии тора (окружности радиуса R). Тор имеет три системы круговых сечений. Одна система таких сечений находится в плоскостях, перпендикулярных оси вращения, другая — в проецирующих плоскостях, вращающихся вокруг этой оси.

При построении линии пересечения поверхностей прежде всего необходимо определить ее опорные точки — точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой поверхностью. В нашем случае вырожденная фронтальная проекция (окружность) цилиндра является фронтальной проекцией искомой линии пересечения, поскольку одна из пересекающихся поверхностей (цилиндр вращения) — проецирующая. Задача сводится к определению недостающих (горизонтальных) проекций точек линии пересечения заданных поверхностей. Такие точки определяют с помощью секущих фронтальных плоскостей. Среди них должны быть и точки, в которых линия пересечения переходит от видимой части к ее невидимой.

Построив линию пересечения поверхностей и установив ее видимость, а также установив видимость других линий поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания

поверхностей следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхности — красной; все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой.

Указания к решению задачи 11. В правой половине листа намечают оси координат и из табл. 9 берут необходимые данные (согласно своему варианту) для построения поверхностей. Цилиндр вращения является проецирующей поверхностью. Линия пересечения проецирующего цилиндра с конусом уже представлена на чертеже одной (фронтальной) проекцией в границах фронтального очерка конуса. Задача сводится к построению недостающей (горизонтальной) проекции такой линии.

Характерные и другие (дополнительные) точки линии пересечения поверхностей определяют с помощью секущих плоскостей-посредников. Построив линию пересечения поверхностей и определив ее видимость, а также определив видимость других линий поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхностей — красной; все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой.

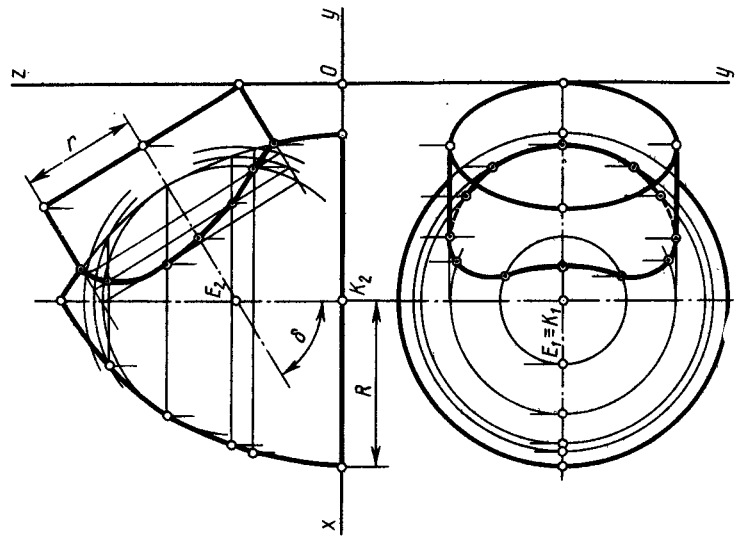
Лист 8

Задача 12. Построить линию пересечения закрытого тора с поверхностью наклонного цилиндра вращения. Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. Данные для своего варианта взять из табл. 10. Пример выполнения листа приведен на рис. 8.

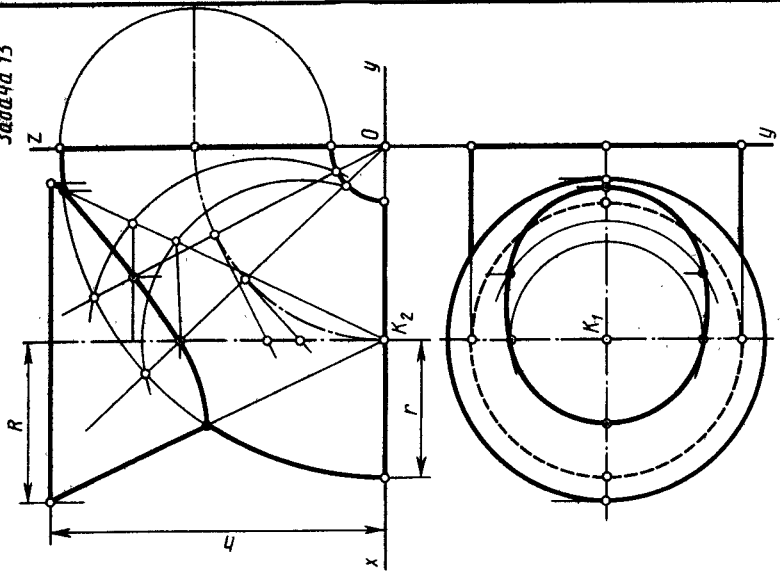
Таблица 10. Данные к задаче 12 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	δ
1	70	70	0	70	70	40	50	60
2	70	70	0	70	70	40	55	60
3	70	70	0	70	70	38	56	65
4	70	70	0	70	70	38	55	70
5	65	70	0	65	70	35	51	75
6	65	72	0	65	72	35	50	60

Задача 12



Задача 13



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И.
	Лист 8
	30.XII.1989

Рис. 8

№ варианта	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	δ
7	66	72	0	66	72	35	52	80
8	68	74	0	68	74	34	51	75
9	68	74	0	68	74	34	52	60
10	70	75	0	70	75	36	53	65
11	72	75	0	72	75	35	54	75
12	64	76	0	64	76	36	55	60
13	68	76	0	68	76	35	55	45
14	70	70	0	70	70	35	55	60
15	70	72	0	70	72	35	55	60
16	72	70	0	72	70	35	52	50
17	75	74	0	75	74	36	52	60
18	74	76	0	74	76	36	53	55

Задача 13. Построить линию пересечения конуса с поверхностью открытого тора (кольца). Данные для своего варианта взять из табл. 11.

Указания к решению задачи 12. В левой половине листа формата А3 намечают оси координат и из табл. 10 согласно своему варианту берут заданные величины, которыми определяются поверхности тора и цилиндра вращения. Определяют по координатам положение точки E , т. е. точки пересечения вертикальной оси тора с наклонной осью цилиндра вращения радиуса $r = 2R/3$.

Главным меридианом поверхности тора является замкнутая линия, состоящая из двух пересекающихся на оси вращения дуг окружностей

Таблица 11. Данные к задаче 13
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_K	y_K	z_K	R	h	r
1	60	68	0	52	106	40
2	60	70	0	54	104	42
3	60	70	0	55	102	41
4	60	72	0	52	100	40
5	61	70	0	50	108	42
6	60	72	0	51	98	42
7	60	71	0	50	96	40
8	58	70	0	54	98	41
9	58	70	0	52	95	40
10	60	68	0	55	94	40
11	58	68	0	51	95	40
12	58	68	0	52	100	42
13	62	70	0	53	94	42
14	58	68	0	50	95	40
15	60	68	0	52	98	40
16	61	70	0	51	100	40
17	62	72	0	55	102	42
18	62	70	0	54	104	42

радиуса $2R$ и отрезка прямой — проекции экваториальной параллели, представляющей собой окружность с центром в точке K и радиусом R в плоскости уровня xOy .

Ось цилиндра вращения пересекается с осью поверхности тора в точке E под углом δ . Основание цилиндра вращения касается профильной координатной плоскости yOz .

Точки пересечения фронтальных меридианов заданных поверхностей вращения принадлежат искомой линии их пересечения. Они определяются на чертеже без каких-либо дополнительных построений. Другие точки линии пересечения можно построить, используя (как вспомогательные секущие) концентрические сферические посредники.

Из точки пересечения осей как из центра проводится сфера произвольного радиуса. Она пересекает обе поверхности по окружностям. Фронтальные поверхности окружностей изображаются отрезками прямых линий, которые пересекаются в точках, являющихся фронтальными проекциями точек искомой линии пересечения поверхностей. Изменяя радиус вспомогательной секущей сферы, можно получить последовательный ряд точек линии пересечения.

Определив достаточное число точек для построения линии пересечения поверхностей и определив ее видимость в проекциях, чертеж обводят пастой. Оси координат и линии, задающие поверхности, следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхностей выделить красным цветом, а все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой.

Указания к решению задачи 13. В правой половине листа намечают оси координат и из табл. 11 согласно своему варианту берут величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и тора.

Определяют по координатам точку K в плоскости уровня xOy как вершину конуса вращения; она же является и центром производящей окружности

радиуса r поверхности открытого тора. Ось конуса вращения — вертикальная прямая, проходящая через точку K . Высота конуса вращения h , а радиус основания R . Ось поверхности открытого тора совпадает с осью координат y . Тор ограничен координатными плоскостями xOy и yOz . Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. На каждой из заданных поверхностей имеются круговые сечения. Кольцо имеет три системы круговых сечений. Одна система таких сечений находится в плоскостях, перпендикулярных оси вращения, другая — в проецирующих плоскостях, вращающихся вокруг этой оси.

При построении линии пересечения поверхностей прежде всего необходимо определить ее опорные точки, т. е. точки пересечения очерковых образующих поверхностей. Затем через ось вращения поверхности кольца провести проецирующую плоскость. Она пересекает кольцо по окружности. Центр сферы, пересекающей кольцо по окружности, находится на перпендикуляре, восстановленном из центра такой окружности к секущей проецирующей плоскости.

Чтобы конус вращения пересекался вспомогательной секущей сферой по окружности, необходимо, чтобы центр такой сферы находился на оси конуса

вращения. Точка пересечения перпендикуляра с осью конуса вращения является центром вспомогательной секущей сферы соответствующего радиуса. Такая вспомогательная секущая сфера пересекает кольцо и конус вращения по окружностям, фронтальные проекции которых — отрезки прямых. Точки пересечения окружностей принадлежат искомой линии пересечения поверхностей. Вспомогательные сферы имеют различные центры на оси конуса вращения.

Так могут быть построены фронтальные проекции точек линии пересечения поверхностей; горизонтальные проекции строят, пользуясь параллелями заданных поверхностей вращения.

Определив видимость линий поверхностей в проекциях, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей обводят черной пастой, линию пересечения поверхностей — красной, а все вспомогательные линии построений — синей (зеленой) пастой.

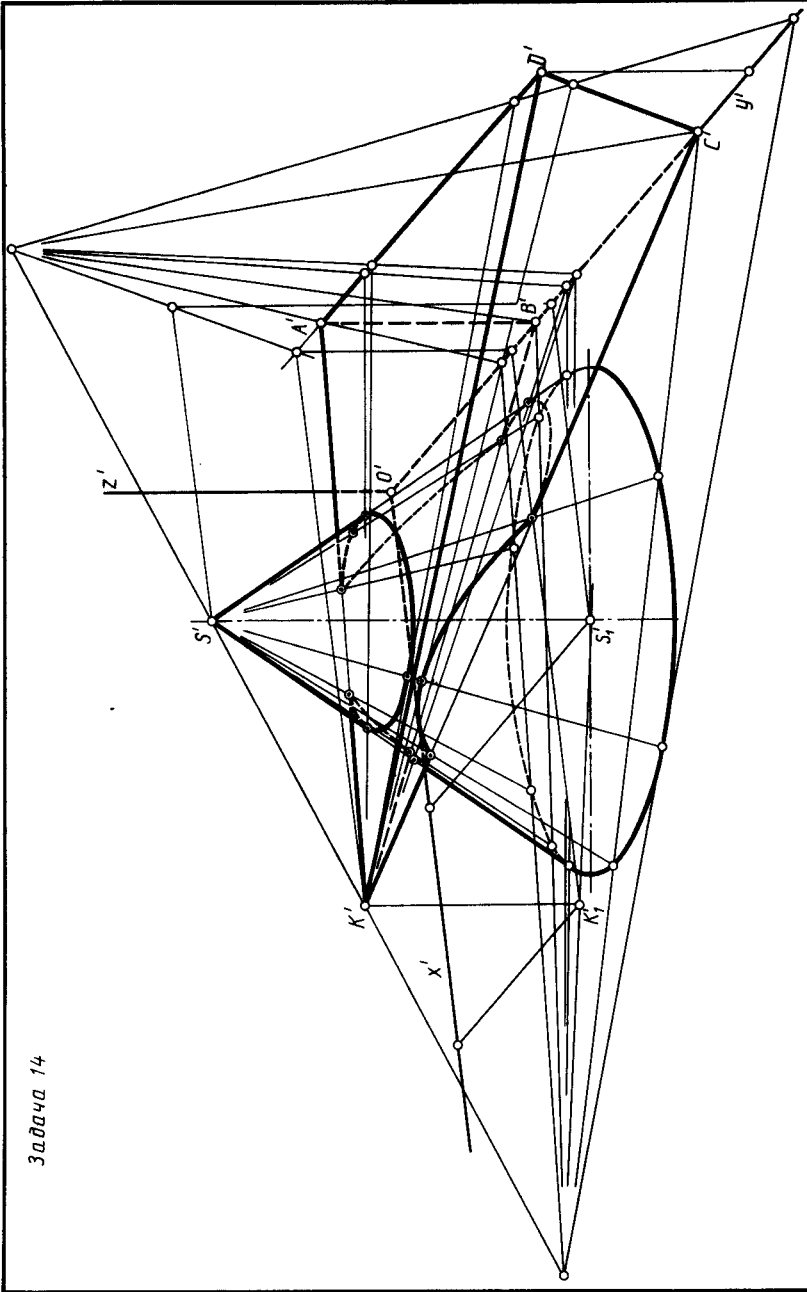
Лист 9

Задача 14. Построить в аксонометрии линию пересечения конуса вращения с пирамидой. Данные для своего варианта взять из табл. 12. Пример выполнения листа 9 приведен на рис. 9.

Таблица 12. Данные к задаче 14 (координаты и размеры, мм)

№ варианта	x_S	y_S	z_S	x_K	y_K	z_K	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	R
1	100	155	120	175	115	67	0	138	70	0	138	5	0	290	0	0	340	68	75
2	100	154	120	173	116	67	0	136	72	0	136	0	0	285	0	0	345	69	76
3	100	154	120	173	116	67	0	138	70	0	138	10	0	284	0	0	342	70	74
4	100	155	120	175	115	67	0	135	71	0	135	15	0	280	0	0	344	71	72
5	100	154	120	173	116	67	0	140	68	0	140	0	0	296	0	0	346	67	74
6	102	155	118	175	115	65	0	140	69	0	140	20	0	278	0	0	342	72	70
7	102	155	118	175	115	65	0	132	70	0	132	20	0	276	0	0	340	74	75
8	100	152	119	174	114	66	0	130	70	0	130	25	0	275	0	0	338	75	76
9	100	155	118	175	115	65	0	130	68	0	130	30	0	260	0	0	350	76	80
10	102	154	120	175	116	67	0	132	67	0	132	68	0	132	0	0	352	77	78
11	100	152	120	172	115	67	0	132	70	0	132	25	0	255	0	0	354	78	78
12	100	154	120	173	116	67	0	130	72	0	130	20	0	250	0	0	356	79	76
13	100	154	120	173	116	67	0	140	70	0	140	10	0	260	0	0	358	80	80
14	101	153	119	172	116	67	0	140	68	0	140	5	0	300	0	0	360	81	80
15	100	154	120	173	116	67	0	140	70	0	140	0	0	302	0	0	348	82	82
16	100	154	120	173	116	67	0	138	72	0	138	0	0	298	0	0	350	83	78
17	100	154	120	173	116	67	0	136	72	0	136	0	0	304	0	0	352	84	74
18	99	153	119	172	115	66	0	135	74	0	135	15	0	306	0	0	360	85	76

Задача 14



Начертательная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертил	Иванов И. И.
	Лист 9
	30.XII.1989

Рис. 9

Указания к решению задачи 14. На листе формата А3 (297 × 420 мм) выбирают направления осей прямоугольной изометрии (диметрии). По заданным координатам в табл. 12 определяют вторичные и аксонометрические проекции вершин S и K конуса вращения и пирамиды. Основание конуса (окружность радиусом R) находится в плоскости xOy , а основание пирамиды (многоугольник $ABCD$) — в плоскости yOz . Через вершины S и K конуса вращения и пирамиды проводят прямую и находят следы этой прямой на координатных плоскостях xOy и yOz — плоскостях направляющих линий заданных поверхностей.

Проводя через такую прямую вспомогательные секущие плоскости (следы каждой плоскости проходят через след прямой SK), получаем прямые линии их пересечения с заданными поверхностями. Эти прямые пересекаются в точках, которыми и определяется линия пересечения конуса вращения с пирамидой. Для определения последовательности соединения найденных точек линии пересечения применяют метод обхода направляющих линий заданных поверхностей.

Определив видимость линий пересекающихся поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания изображений поверхностей следует обвести черной пастой, линию их пересечения — красной, а все другие вспомогательные построения — синей (зеленой) пастой. Аксонометрические изображения поверхностей покрыть разными цветами очень бледных красок акварели или карандаша.

Автоматизация инженерно-графических работ с помощью ЭВМ

Основные понятия о машинной графике. Благодаря широкому внедрению ЭВМ во многие сферы деятельности человека возросли производительные и созидательные возможности науки и техники.

Созданные на базе современных компьютеров автоматизированные

системы проектирования (САПР) позволяют резко повысить производительность и качество проектно-конструкторских работ.

При обработке геометрической информации на ЭВМ используют в основном аналитические (алгебраические) методы вычислительной математики.

В геометрии любая фигура представляется как множество точек. В алгебре такая фигура представляется множеством чисел, описывающих координаты точек.

Использование ЭВМ для автоматизации решения задач графическим методом является в ряде случаев более целесообразным, чем решение их аналитическим методом. Однако ЭВМ не может непосредственно использовать данные задачи в виде чертежа. Чертеж предварительно переводят в цифровой код, затем составляют алгоритм решения и реализуют его на машине.

Результаты решения машина выдает в цифровой форме; на выходе машины предусматривается преобразователь цифровых величин в аналоговые, и окончательный результат получают в виде чертежа.

Геометрически ориентированный алгоритмический язык ФАП-КФ. Постановка задачи и диалог с ЭВМ осуществляются посредством особого языка, «понятного» машине. В СССР наиболее распространенным машинным языком является ФОРТРАН. При автоматизации инженерно-графических работ, при решении позиционных и метрических задач, начертательной геометрии широко используется геометрически ориентированный алгоритмический язык ФАП-КФ (формализованный аппарат геометрического моделирования на основе компилятора с языком ФОРТРАН).

В ФАП-КФ имеются следующие плоские геометрические образы:

элементарные геометрические образы — точка, отрезок прямой, окружность, дуга окружности, кривая второго порядка, дуга кривой второго порядка, вектор;
ломаная;

лекальная кривая; составной геометрический образ. В языке имеются и пространственные геометрические образы:

элементарные геометрические образы — точка, прямая, отрезок прямой, плоскость, поверхность второго порядка, вектор;

пространственная кривая линия; составной геометрический образ.

При записи оперативных функций и формальных параметров необходимо соблюдать следующие правила языка ФОРТРАН:

действительные переменные (параметры) обозначают буквами латинского алфавита и цифрами, причем буквенный символ должен стоять обязательно на первой позиции.

параметры функций должны стоять в круглых скобках и отделяться друг от друга запятой. Порядок их перечисления строго соблюдается.

Алгоритм решения задачи можно записать любым из двух способов:

в символической форме с использованием обозначений, принятых в начертательной геометрии;

в операторной форме, соответствующей записи операторов на языке ФОРТРАН.

В операторах, производящих действия с геометрическими образами, правая часть оператора начинается с буквы соответствующего геометрического образа: T — точка, P — прямая, K — окружность, D — дуга окружности, A — угловая величина.

Начальная буква левой части оператора может быть любая. Для простоты предлагается в левой части оператора точки, прямые и окружности также начинать соответственно с букв T , P , K .

Например, точка E_1 на языке ФАПКФ обозначается $TE1$, а точка E_1^1 — $TE11$; прямая EF — PEF ; прямая g_2 — $PC2$; окружность C_2 — $KC2$.

Плоские и пространственные элементарные геометрические образы имеют различные способы задания и каждому способу задания соответствует определенный геометрический оператор.

Составление машинных алгоритмов решения геометрических задач. Процесс решения задачи графическим методом нельзя записать в виде формулы. Однако это можно сделать с помощью схемы счета, указывающей последовательность выполнения самых различных геометрических операций, реализуемых с помощью операторов.

Для решения пространственных геометрических задач графические алгоритмы на ортогональном чертеже сводятся к определению последовательности графических операций, выполняемых на плоскости проекций.

Чтобы обеспечить возможность машинного решения геометрических задач на основе проекционных алгоритмов, необходимо:

а) выявить основные элементарные графические операции;

б) найти вычислительные эквиваленты таких операций;

в) составить библиотеку стандартных подпрограмм, присвоив каждой элементарной операции свой идентификатор (обозначение).

Любой геометрический образ, как известно, может быть задан различными определителями, включающими в себя набор постоянных геометрических элементов и закон перехода от постоянных элементов к переменным.

На эпюре Монжа геометрические фигуры обычно задаются проекциями своих определителей. Чтобы записать машинный алгоритм решения задачи, необходимо определитель задать в координатном виде.

Простейшей геометрической фигурой является точка. Она задается на чертеже тремя своими координатами x , y и z , которые попарно определяют ее проекции.

Определителем прямой являются две точки, определителем плоскости — три точки.

Кривые линии и поверхности на координатном чертеже задаются координатами точек определителя. Например, окружность задается координатами центра и размером радиуса.

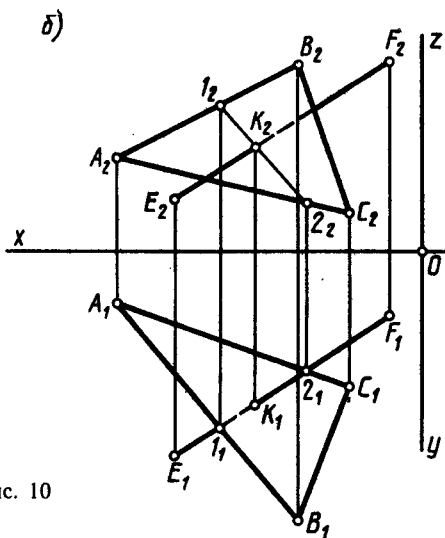
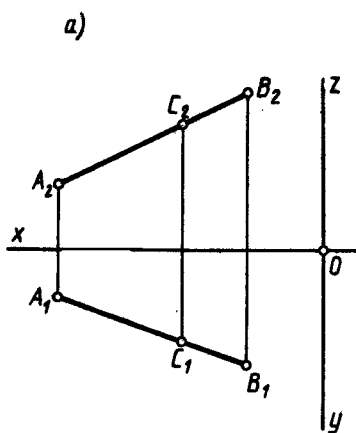


Рис. 10

Такое задание несет в себе информацию как для графического, так и для машинного (алгоритмического) решения.

С помощью известных операций и операторных функций можно записать алгоритм решения и проекционных геометрических задач в символической и операторной формах, т. е. можно формализовать решение задачи.

Рассмотрим решение некоторых типовых задач начертательной геометрии.

Задача 1. Даны две проекции A_1B_1 и A_2B_2 прямой AB и одна проекция C_1 точки C этой прямой. Определить недостающую проекцию C_2 точки C инцидентной прямой AB (рис. 10, а).

Решение. Через проекцию C_1 точки C следует провести вертикальную линию связи до пересечения с проекцией A_2B_2 в точке C_2 .

Алгоритм построения (операторная форма):

строятся точки A_2 и B_2 по их координатам x, z ;

$$A_2 = TXZ (XA_2, ZA_2)$$

$$B_2 = TXZ (XB_2, ZB_2)$$

через точки A_2 и B_2 проводится прямая:

$$A_2B_2 - PTT (A_2, B_2)$$

строится точка C_2 ; XC_1 — координата x точки C_1 :

$$C_2 = TPX (A_2B_2, XC_1)$$

Задача 2. Определить точку пересечения прямой EF с плоскостью $\Sigma (ABC)$ (рис. 10, б).

Решение. Прямую EF включают во вспомогательную горизонтально проецирующую плоскость Γ и определяют линию l_2 пересечения плоскости Γ с плоскостью Σ . Точка K определяется как общая точка для прямой EF и прямой l_2 .

Алгоритм построения (операторная форма):

находятся точки 1_1 и 2_1 пересечения прямой E_1F_1 с прямыми A_1B_1 и A_1C_1 :

$$T11 = TRP (A_1B_1, E_1F_1)$$

$$T21 = TRP (A_1C_1, E_1F_1)$$

находятся точки 1_2 и 2_2 :

$$XT11 = PRM (T11, 1)$$

$$XT21 = PRM (T21, 1)$$

$$T12 = TPX (A_2B_2, XT11)$$

$$T22 = TPX (A_2C_2, XT21)$$

через точки 1_2 и 2_2 проводится прямая l_2 :

$$P1222 = PTT (T12, T22)$$

строятся точки K_2 и K_1 :

$$TK2 = TRP (P1222, E_2\Gamma_2)$$

$$XTK2 = PRM (TK2, 1)$$

$$TK1 = TPX (E_1F_1, XTK2)$$

Задание по теме. Записать в операторной форме алгоритм построений для нахождения линии пересечения двух треугольников ABC и DEK по условию задачи 1.

К теме 1. Введение. Центральные и параллельные проекции. 1. Какие изображения называют рисунками, какие чертежами? 2. Какие известны вам основные методы проецирования геометрических форм на плоскости? 3. Сформулируйте основные свойства параллельного проецирования. 4. Что называют несобственными элементами пространства? 5. Что называют обратимостью чертежа? 6. Сформулируйте и покажите на чертежах особенности методов ортогональных и аксонометрических проекций, проекций с числовыми отметками и федоровских проекций. 7. Что называют координатами точки пространства в декартовой системе координат? 8. Укажите основные свойства чертежей геометрических образов. 9. Укажите особенности осных и безосных чертежей.

К теме 2. Точка. Прямая. Плоскость на эпюре Монжа. 1. Постройте проекции точек, расположенных в различных углах пространства. 2. Покажите построения чертежей точек, расположенных в различных октантах, в трех проекциях. 3. Что называют постоянной прямой чертежа? Как с помощью постоянной прямой чертежа построить третью проекцию точки? 4. Постройте чертежи отрезков прямых линий, расположенных в различных углах пространства. Укажите частные положения отрезков прямых линий. 5. Какие прямые называют линиями уровня? проецирующими прямыми линиями? 6. Приведите определение внутреннего и внешнего деления отрезка прямой. 7. Что называют следом прямой линии? Постройте следы прямых частного положения. 8. Укажите правило построения следов прямой линии. 9. Для какой прямой на чертеже следы будут: а) совпадать; б) равноудалены от осей проекций; в) лежать на оси проекций? 10. Как изображаются на чертеже пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые линии? 11. Могут ли скрещивающиеся прямые линии иметь параллельные проекции на плоскостях

Π_1 и Π_2 ? 12. Покажите способы задания плоскости общего положения и проецирующих плоскостей. 13. Как строят прямые линии и точки в плоскости? 14. Изложите особенности проецирующих плоскостей. 15. Покажите способы построения горизонтали, фронтали и линии наибольшего наклона плоскости общего положения и проецирующих плоскостей. 16. Как определяют в треугольнике центр его тяжести, центры описанной и вписанной окружностей?

К теме 3. Позиционные и метрические задачи. 1. Покажите на примерах, как определяют точки пересечения проецирующих плоскостей прямыми линиями, линии пересечения проецирующих плоскостей плоскостями общего положения и проецирующими плоскостями. 2. Изобразите схему и укажите последовательность решения задачи на построение точки пересечения прямой с плоскостью общего положения. 3. Как определяют видимость элементов геометрических образов относительно плоскостей проекций? 4. Изобразите схему и укажите последовательность построения линии пересечения двух плоскостей. 5. Изобразите схему и приведите примеры построений прямых линий, параллельных и перпендикулярных плоскостям. 6. Сформулируйте условие параллельности и условие перпендикулярности двух плоскостей. 7. Сформулируйте условие перпендикулярности двух прямых общего положения. Изобразите схему. 8. Как определяют на чертеже расстояния от точки до проецирующей плоскости? плоскости общего положения? 9. Как определяют на чертеже расстояния от точки до прямой частного, общего положения?

К теме 4. Способы преобразования эпюра Монжа. 4. В чем состоит принцип преобразования чертежа способом замены плоскостей проекций? 2. Что определяет направление новой плоскости проекций при переводе плоскости общего положения в проецирующие плоскости? 3. Какова

схема решения задачи по определению углов наклона плоскости к плоскостям проекций способом замены плоскостей проекций? 4. Какова схема решения задачи по определению натуральной величины отсека произвольно расположенной плоскости способом замены плоскостей проекций? 5. В чем состоит принцип преобразования чертежа способом вращения вокруг проецирующих прямых? 5. Какую прямую принимают за ось вращения при переводе отсека плоскости из общего положения во фронтально-проецирующую плоскость? 7. Какую прямую принимают за ось вращения при переводе отсека плоскости из общего положения в горизонтально проецирующую плоскость? 8. Можно ли считать плоскопараллельное перемещение вращением вокруг невыявленных осей (проецирующих прямых) и почему? 9. Определите ось вращения фигуры при плоскопараллельном перемещении. 10. Укажите последовательность приемов определения натуральной величины отсека плоскости способом плоскопараллельного перемещения. 11. Какова последовательность приемов определения натуральной величины отсека плоскости способом вращения вокруг прямых, параллельных плоскости проекций? 12. Приведите технические примеры решения задач способом вращения вокруг осей общего положения.

К теме 5. Многогранники. 1. Какие многогранники называют выпуклыми и выпукловогнутыми? 2. Какие многогранники называют правильными? 3. Назовите правильные выпуклые многогранники. 4. Что называют числом Эйлера многогранника? 5. Назовите правильные звездчатые многогранники. 6. Что называют точечным базисом многогранника? 7. Изложите сущность способов построения линии пересечения многогранников. 8. Что называют разверткой многогранной поверхности?

К теме 6. Кривые линии. 1. Какие кривые линии называют алгебраическими и какие трансцендентными? 2. Что называют порядком алгебраи-

ческой кривой? 3. Что называют кривизной плоской кривой и как ее определяют графически? 4. Приведите определение эволюты и эвольвенты плоской кривой. 5. Назовите основные свойства эволют и эвольвент. 6. Какие кривые называют монотонными? 7. Расскажите об иррегулярных вершинах кривых линий. 8. Какие кривые называют овалами? Покажите примеры овалов. 9. Какие кривые называют соприкасающимися? 10. Какое преобразование плоских кривых называют конхоидальным, инверсией, конформным? 11. Какие кривые называют кривыми второго порядка? Расскажите о каждой из них. 12. Какие кривые называют эквидистантными? 13. Какие пространственные кривые называют гелисами и как их задают на эюре Монжа? 14. Как определяют на чертеже направление (ход) цилиндрической винтовой линии? 15. Расскажите о конических винтовых линиях. 16. Расскажите о кривых линиях на сфере.

К теме 7. Поверхности. Образование и задание поверхностей. 1. Каковы основные способы задания поверхностей? 2. Что называют каркасом поверхности? 3. Что называют определителем поверхности? 4. Назовите основные виды перемещений производящей линии. 5. Как образуются и задаются на чертеже поверхности переноса прямолинейного направления, поверхности вращения, винтовые поверхности? 6. Какие поверхности вращения называют поверхностями второго порядка? 7. Укажите основные свойства поверхностей вращения. 8. Какие винтовые поверхности называют геликоидами? Укажите их виды. 9. Что представляет собой эксцентриситет геликоида? 10. Какую винтовую поверхность называют конволютным геликоидом, тором-геликоидом, винтовым столбом, нормальным геликоидальным круглым цилиндром, винтовым тором? 11. Какие поверхности называют тором? 12. Назовите известные вам поверхности Каталана. 13. Укажите возможные примеры практического применения поверхно-

стей Каталана. 14. Какую поверхность называют коноидом Плюккера? 15. Что представляет собой линия сужения (стрикционная линия) поверхности Каталана? 16. Какие косые поверхности называют линейчатыми поверхностями с направляющей плоскостью? Какова схема построения положений производящей линии таких поверхностей? 17. Какие поверхности называют косыми цилиндрами с тремя направляющими? 18. Какую поверхность называют косым переходом? где она применяется? 19. Приведите определение поверхности второго порядка общего вида.

К теме 8. Пересечение поверхностей плоскостью и прямой линией. 1. Укажите общую схему определения точек линии пересечения поверхности плоскостью. 2. Какие точки линии пересечения поверхности плоскостью называют главными (опорными)? 3. Укажите последовательность графических построений при определении точек пересечения прямой с поверхностью. 4. Укажите условия, при которых в сечении конуса вращения плоскостью получаются окружность, эллипс, гипербола, парабола, пересекающиеся прямые. 5. Укажите последовательность графических построений при определении линии пересечения плоскостями поверхностей второго порядка общего вида.

К теме 9. Взаимное пересечение поверхностей. 1. Изобразите общую схему построения линий пересечения поверхностей. 2. Изложите принципы построения точек пересечения кривых линий с поверхностями. 3. Назовите основные способы построения линий пересечения поверхностей. 4. Опишите способы секущих плоскостей и сферических посредников при определении линии пересечения поверхностей. 5. Какое пересечение поверхностей называют полным и неполным? 6. Отметьте преимущество решения задач на построение линии пересечения поверхностей проецирующими цилиндрами и проецирующими призмами. 7. Покажите схемы построения линий пересечения двух конических (с собствен-

ной и несобственной вершинами) поверхностей, имеющих плоские направляющие линии. 8. В какой последовательности соединяются точки искривленной линии пересечения поверхностей и как определяется ее видимость в проекциях? 9. Какие точки линии пересечения поверхностей называют главными (опорными)? 10. Изложите принципы построения линий пересечения поверхностей вращения и винтовых поверхностей между собой. 11. Назовите основные теоремы, применяемые при построении линии пересечения поверхностей второго порядка.

К теме 10. Плоскости и поверхности, касательные к поверхности. 1. Какую плоскость называют касательной к поверхности в данной точке? 2. Что называют нормалью поверхности в данной точке? 3. Какие точки поверхности называют эллиптическими, параболическими, гиперболическими? 4. Приведите примеры поверхностей, имеющих эллиптические, параболические или гиперболические точки. 5. На какой поверхности имеются и эллиптические, и параболические, и гиперболические точки? 6. Докажите, что плоскость, касательная к поверхности вращения в точке, расположенной на главном меридиане, является проецирующей.

К теме 11. Развертки поверхностей. 1. Что называют разверткой поверхностей? 2. Какие поверхности называют развертывающимися и какие неразвертывающимися? 3. Укажите основные свойства разверток. 4. Приведите определение сферической индикатрисы образующих тора. 5. Укажите последовательность графических построений разверток поверхностей конуса и цилиндра с помощью сферической индикатрисы их образующих. 6. Что называют аппроксимацией поверхности?

К теме 12. Аксонометрические проекции. 1. Какие проекции называют аксонометрическими? Назовите их виды. 2. Что называют коэффициентом (показателем) искажения? 3. Сформулируйте основную теорему

аксонометрии — теорему Польке. 4. Что представляет собой треугольник следов? 5. Укажите коэффициенты искажений по направлениям осей в прямоугольной изометрии, в диметрии. 6. Укажите направления и величины осей эллипсов как изометрических и диметрических проекций окружностей, вписанных в квадраты граней куба, ребра которого параллельны координатным осям.

К теме 13. **Автоматизация инженерно-графических работ.** 1. Что называют машинной графикой? 2. Основные принципы автоматизации графического решения задач. 3. В чем сущность машинного метода решения задач? 4. Приведите примеры оператора основных графических операций на языке ФАП-КФ. 5. Что называют операторной функцией? 6. Запишите алгоритм построения линии пересечения плоскостей, заданных следами в операторной форме на языке ФАП-КФ.

II. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Изучение курса инженерной графики должно основываться на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах и государственных стандартах, ЕСКД.

Основные вопросы инженерной графики рекомендуется излагать на лекции. Кроме того, значительную часть необходимой информации студенты должны приобретать в процессе изучения учебной литературы.

На лекциях следует сообщать студентам некоторые сведения об устройстве и действии изображаемых сборочных единиц, особенностях их конструирования и технологии изготовления. Чертежи должны выполняться с возможным приближением к производственным чертежам.

Одним из наиболее эффективных и динамичных средств фиксации реальных объектов является техническое рисование. Оно развивает зрительную память, пространственное воображение, имеет большое значение в воспи-

таний художественного вкуса. Курс технического рисования предусматривает изучение основных правил и приемов построения рисунка и овладения техникой его выполнения. Большое внимание необходимо уделять приобретению навыков в работе «от руки» при выполнении эскизов деталей и аксонометрических изображений.

На протяжении всего курса предусматривается постоянное развитие навыков по чтению чертежей, для этого используются как работы, выполняемые студентами, так и специально подготовленные пособия. Все чертежи выполняются в карандаше.

Студентов необходимо знакомить со средствами механизации и автоматизации чертежных работ, приспособлениями, инструментами и приемами.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА

«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Порядок изучения курса. Изучение курса инженерной графики рекомендуется вести в следующем порядке:

1. Ознакомиться с темой по программе и методическими указаниями к выполнению контрольной работы.

2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.

3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Желательно законспектировать в рабочей тетради основные положения и зарисовать отдельные чертежи. Для рабочей тетради могут быть использованы альбомы для черчения и рисования, а также тетради, линованные в клетку.

4. Ответить на вопросы для самопроверки к каждой теме программы и записать ответы в рабочей тетради. Ответы на вопросы отсылать для проверки не нужно, но в случае затруднений следует обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру, филиал или УКП.

5. Выполнить графическую работу в порядке, указанном в методических указаниях к теме.

Чертежи, помещенные в методических указаниях, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание темы.

Контрольные работы. Основная форма работы студентов по инженерной графике — выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Все графические работы для студентов заочного обучения программами разбиты на три контрольные работы — 4, 5, 6. Контрольная работа 4 содержит материал, охватывающий общие правила выполнения чертежей (геометрическое и проекционное черчение). Контрольные работы 5 и 6 содержат материал машиностроительного черчения.

Каждую контрольную работу студенты отсылают на рецензию по месту прикрепления (институт, филиал или У КП). Отсылать на рецензию контрольную работу по частям не разрешается. Для удобства пересылки почтой листы чертежей нужно складывать до формата А4, т. е. до размера 297×210 мм. Студенты могут представлять графические работы для очного рецензирования преподавателю группы или потока на практических занятиях или консультациях.

Рецензирование контрольных работ является основной формой руководства самостоятельной работой студентов со стороны преподавателей. Прорецензированную контрольную работу вместе с рецензией возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять, они должны оставаться до предъявления чертежей на зачете. Контрольная работа засчитывается только при правильном выполнении чертежей по всем темам, входящим в нее. На повторную рецензию в случае большого количества ошибок и необходимости их исправления нужно высылать всю работу полностью вместе со всеми предыдущими рецензиями.

По всем вопросам обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру, филиал или У КП.

Зачет по курсу. В высших технических учебных заведениях установлены следующие основные правила проведения зачетов по инженерной графике:

зачеты принимает заведующий кафедрой или по его назначению один из членов кафедры;

сдача зачетов проводится в часы и дни, установленные по расписанию;

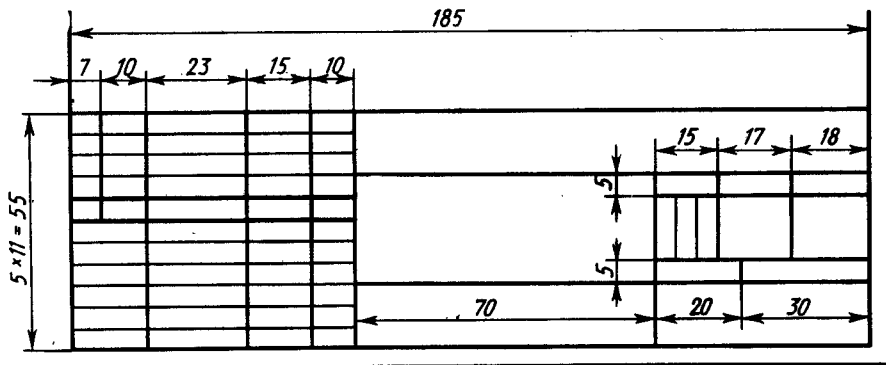
к зачету допускают студентов, полностью выполнивших все работы, установленные рабочей программой; готовность работ определяется наличием положительной рецензии преподавателя-рецензента; по курсу установлены два зачета.

Зачет состоит из: 1) просмотра преподавателем выполненных графических работ; 2) выполнения студентом зачетных заданий, содержание которых установлено кафедрой; 3) вопросов преподавателя по чертежам, выявляющим знание студентом ГОСТов ЕСКД и его умение читать чертежи.

Оценка знаний по инженерной графике проводится по четырехбалльной системе. В случае неудовлетворительной оценки заведующий кафедрой или лицо, им уполномоченное, определяет, должен ли допущенный к пересдаче студент выполнить дополнительные работы или может явиться для новой сдачи с прежними работами.

После сдачи зачета графические работы студентов остаются на хранение в институте.

Рекомендации по выполнению чертежей. Все чертежи должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами ЕСКД и отличаться четким и аккуратным выполнением. Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги формата, указанного по каждой теме в программе (о форматах см. ГОСТ 2.301—68) (СТ СЭВ 1181—78). После нанесения рамки чертежа в правом нижнем углу намечают размеры основной надписи чертежа, единой для всех форматов. Форма основной надписи в соответствии с ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 365—76) дана на рис. 11, а. Пример заполнения основной



				Код кафедры начертательной геометрии и графики Номер контрольной работы Номер темы Номер варианта																														
				XXXX 04.01.10																														
				Геометрическое черчение																														
				<table border="1"> <tr> <td>Литера</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>У</td> <td></td> <td>1:1</td> </tr> </table>			Литера	Масса	Масштаб	У		1:1																						
Литера	Масса	Масштаб																																
У		1:1																																
				<table border="1"> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ВЗИПП</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">391-М-90</td> </tr> </table>			Лист	Листов	1	ВЗИПП			391-М-90																					
Лист	Листов	1																																
ВЗИПП																																		
391-М-90																																		
<table border="1"> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Смирнов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проверил</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>И. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Разраб.	Смирнов						Проверил							И. контр.							Утв.									
Разраб.	Смирнов																																	
Проверил																																		
И. контр.																																		
Утв.																																		

Рис. 11

надписи дан на рис. 11, б. Обводить чертеж следует, принимая толщину основных сплошных линий равной 0,8... 1,0 мм, а толщину остальных линий — согласно ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78). Перед обводкой чертежа рекомендуется тщательно проверить правильность его выполнения. Студенты городских потоков могут проверить правильность построений во время консультаций у преподавателя, курирующего поток.

ЛИТЕРАТУРА Основная

1. Государственные стандарты «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД. СЭВ—ЕСКД)*.

* Номера ГОСТов указаны в списках литературы к отдельным темам.

2. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение. М., 1988.

3. Машиностроительное черчение. Учебное пособие для вузов/Под ред. Г. П. Вяткина. М., 1985.

4. Фролов С. А., Волков А. В., Феоктистова Е. Д. Машиностроительное черчение. М., 1981.

Дополнительная

5. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. Л., 1984.

6. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. М., 1979.

Примечание. Допускается пользоваться другой литературой по инженерной графике по указанию кафедры.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

№ темы	Содержание темы	№ контрольной работы	Формат чертежа	Количество форматов	Виды изучения	
					практические занятия, ч	самостоятельная работа, ч
1*	Предмет и краткий очерк развития инженерной графики. Стандартизация как фактор, способствующий развитию науки и техники, ЕСКД, ЕСТД и другие системы стандартизации. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД, к выполнению чертежей. Построение очертаний и обводов технических форм	4	A3	1	4	2
2	Изображения-виды. Аксонометрические проекции	4	A3	1	2	2
3	Изображения-разрезы	4	A3	1	2	4
4	Изображения-сечения	4	A3	2	2	4
5	Линии среза	4	A3	1	1	2
6	Линии перехода	4	A3	1	1	4
	Итого...	—	—	—	12	18
7	Изображение и обозначение резьбовых деталей и соединений	5	A3	1	2	4
8	Изображение и обозначение неразъемных соединений (сварка, пайка)	5	A3	1	1	2
9	Эскизы деталей машин с натуры	5	Бумага в клетку	2	2	4
10	Сборочный чертеж изделия	5	A2—A1	1	2	10
	Итого...	—	—	—	7	20
11	Деталирование. Выполнение чертежей деталей по чертежам общего вида. Аксонометрические проекции деталей	6	A1	1—1,5	2	10
12	Чтение чертежа общего вида	6	Бумага в клетку	2	2	4
13	Ознакомление с механизацией и автоматизацией чертежных работ	—	—	—	1	—
	Итого..	—	—	—	5	16
	Всего...	—	—	—	20	52

* Материалы темы 1 рекомендуется изучить и выполнять чертеж к этой теме до изучения начертательной геометрии.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 4

Контрольная работа 4 состоит из чертежей к темам 1—6.

Тема 1. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД, к выполнению чертежей. Построение очертания кулачка.

Тема 2. Построение трех видов

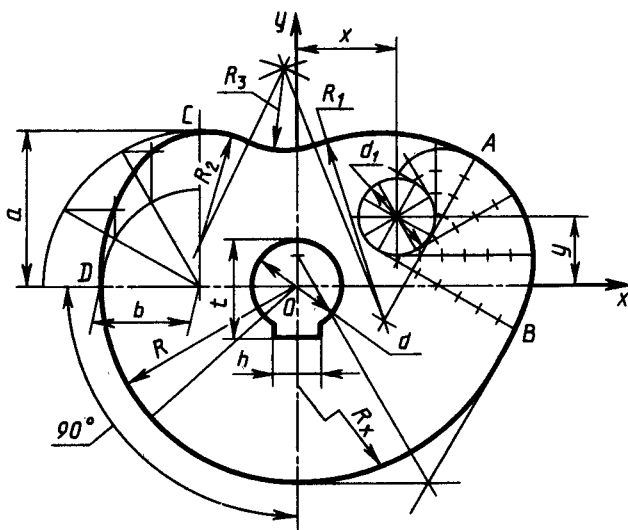
по данному наглядному изображению предмета.

Тема 3. Построение трех изображений и аксонометрической проекции предмета по его описанию.

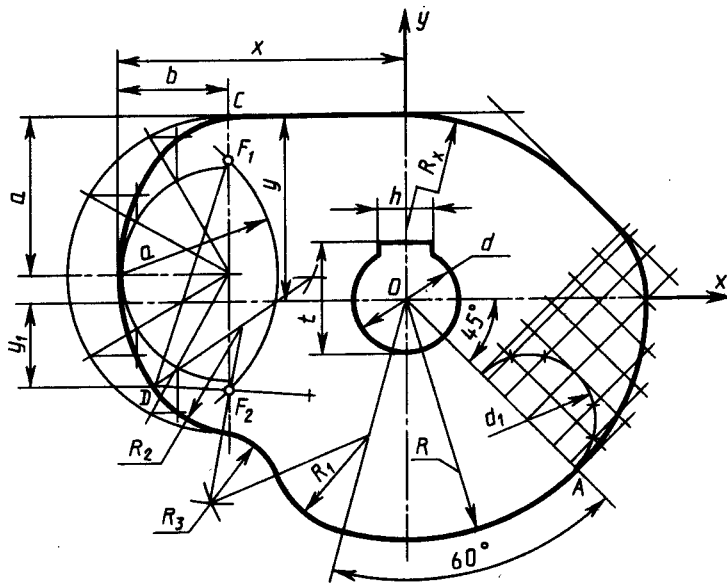
Тема 4. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений.

Тема 5. Построение линии «среза».

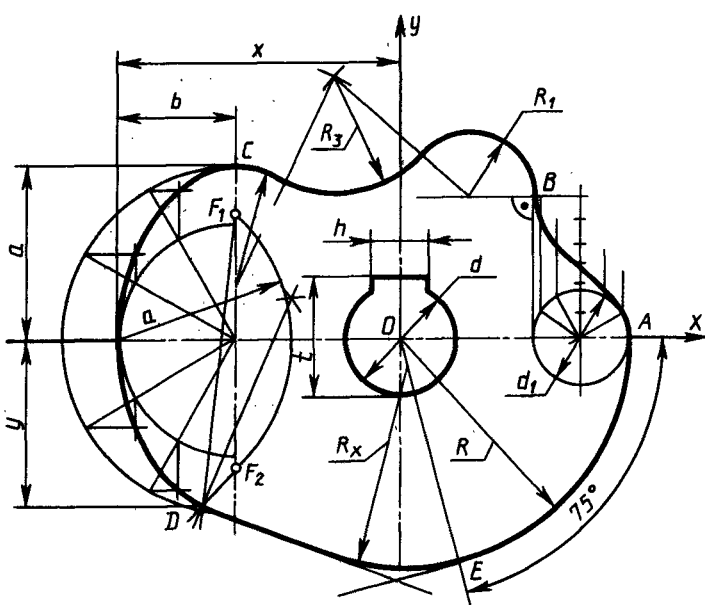
Тема 6. Построение третьего изображения по двум данным и линий перехода.



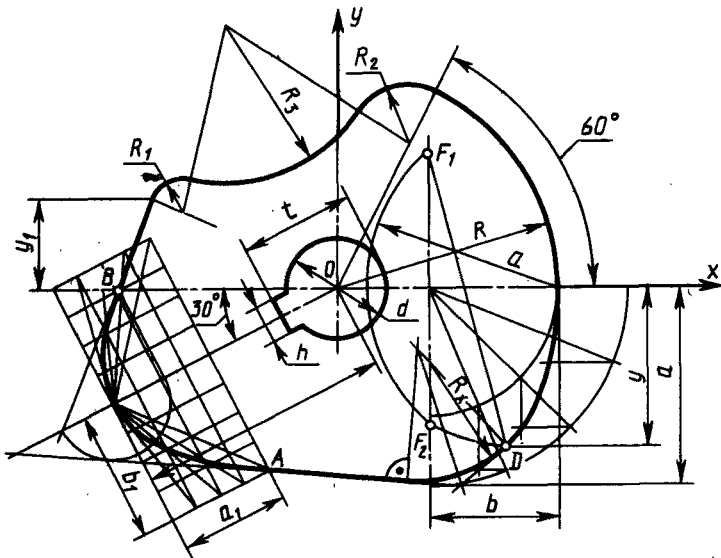
Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
2	120	100	50	30	80	50	45	40	14	50,5	40	35
12	115	110	75	40	90	55	50	45	16	56	45	40



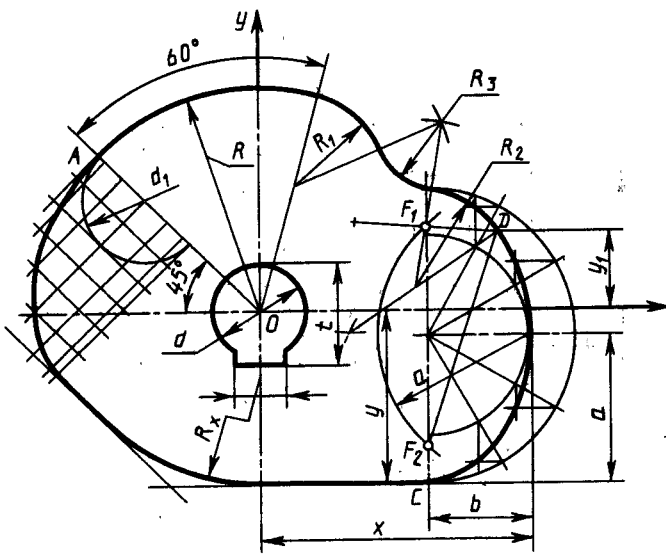
Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y	y_1
3	95	35	35	25	70	50	40	60	12	45	100	85	40
13	90	40	40	25	75	45	40	60	12	45	110	90	35



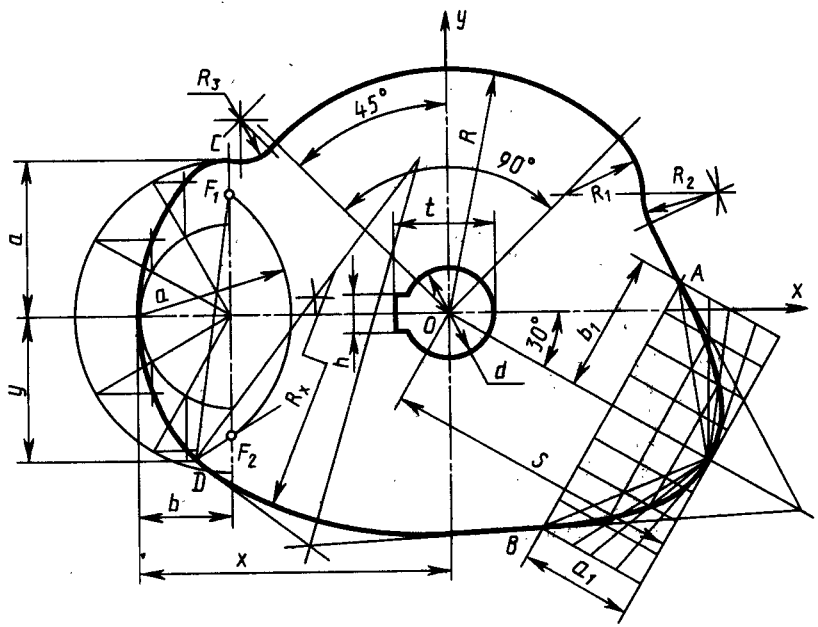
Варианты	r	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
4	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
14	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60



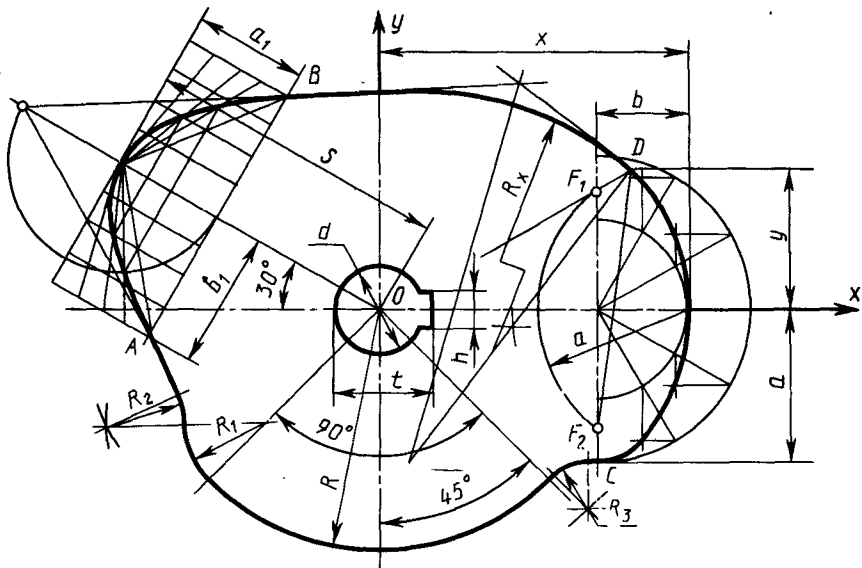
Варианты	S_1	a_1	b_1	R	a	b	y	y_1	R_1	R_2	R_3	d	h	t
5	125	52	65	110	100	65	85	45	15	30	80	50	16	56
15	120	50	60	100	90	60	82	40	10	25	75	45	14	50,5



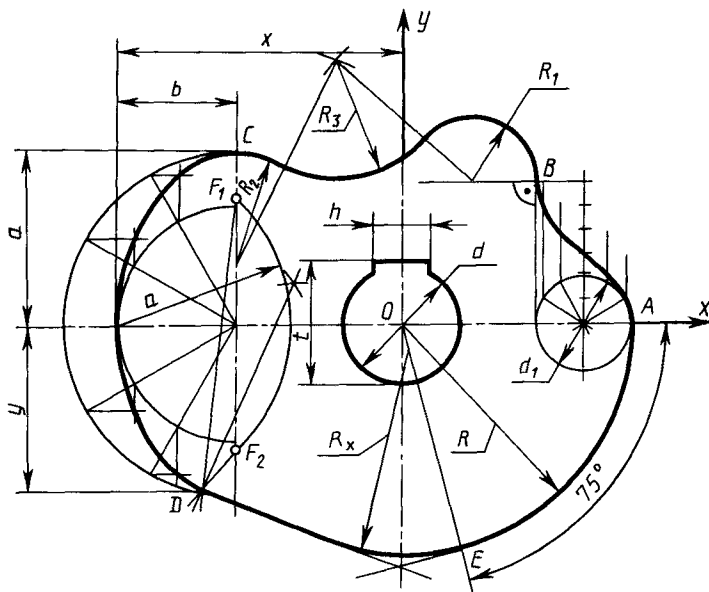
Варианты	R	R ₁	R ₂	R ₃	a	b	d	d ₁	h	t	x	y	y ₁
6	95	35	35	25	70	50	40	60	12	45	100	85	40
16	90	40	40	25	75	45	40	60	12	45	100	90	35



Варианты	R	R ₁	R ₂	R ₃	S	a	a ₁	b	b ₁	d	h	t	x	y
7	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	50,5	135	54
17	95	50	40	18	120	55	40	45	52	50	16	56	130	45



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	S	a	a_1	b	b_1	d	h	t	x	y
8	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	50,5	135	54
18	95	50	40	18	120	55	40	35	52	50	16	56	130	45



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
9	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
10	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60

Обозначение R_x показывает, что величина радиуса определяется построением. На чертеже вместо R_x надо проставить соответствующее число со знаком «*».

Вопросы для самопроверки

1. Сколько форматов А4 содержится в листе формата А1? 2. Как образуются дополнительные форматы чертежей? 3. Чем определяется размер шрифта? 4. Чему равна высота строчных букв по сравнению с прописными? 5. Допускается ли применение в чертежах прямого шрифта? 6. От чего зависит выбор толщины линии обводки видимого контура? 7. Какого начертания и какой толщины проводят линии осевые, центровые, выносные, размерные и невидимого контура? 8. Как обозначают центровые линии окружности небольшого диаметра (менее 12 мм)? 9. В каких единицах измерения проставляют размерные числа на чертежах? 10. На каком расстоянии от контура рекомендуется проводить размерные линии? 11. В каких случаях стрелку размерной линии заменяют точкой или штрихом? 12. Как располагают цифры размеров угла? 13. В каких случаях проставляют знак диаметра \varnothing ? 14. Как проставляют размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от 1:1? 15. На каких двух положениях геометрии основано построение сопряжений? 16. Перечислите элементы сопряжений.

Тема 2. Построение трех видов по данному наглядному изображению предмета

Задание по теме 2. Построить три вида детали по данному наглядному изображению в аксонометрической проекции. Пример выполнения дан на рис. 13. Индивидуальные задания даны на рис. 14 (слева над изображением указаны номера вариантов).

Графическую работу выполняют на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Литература. ГОСТы: 2.305—68, 2.307—68 [4, разд. IV]*.

Порядок выполнения. 1. Изучить ГОСТ 2.305—68 и СТ СЭВ 362—76 и 363—76 и рекомендованную литературу. 2. Внимательно ознакомиться с конструкцией по ее наглядному изображению и определить основные геометрические тела, из которых она состоит. 3. Выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого вида детали. 4. Нанести тонко карандашом все линии видимого и невидимого контура, расчленив деталь на основные геометрические тела. 5. Нанести все необходимые выносные и размерные линии. 6. Проставить размерные числа на чертеже. 7. Заполнить основные надписи и проверить правильность всех построений. 8. Обвести чертеж карандашом.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите названия шести основных видов и укажите, как их располагают на чертеже. 2. Что называют главным видом? 3. Когда на чертеже делают надписи названий основных видов? 4. Какой вид называют дополнительным? Как его изображают на чертеже? 5. Какой вид называют местным?

Указания по выполнению задания. Правила прямоугольного (ортогонального) проецирования, лежащие в основе всякого чертежа, изучаются в курсе начертательной геометрии.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

* Здесь и далее первая цифра в квадратных скобках означает номер книги по списку литературы к курсу «Инженерная графика» на с. 39 настоящего пособия.

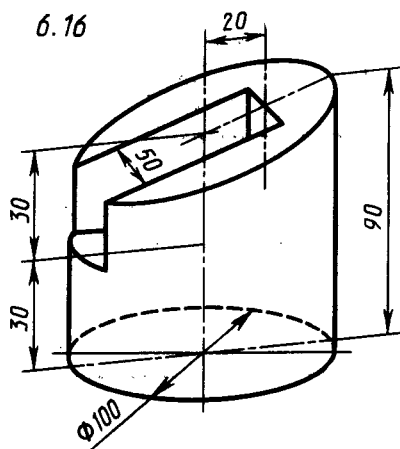
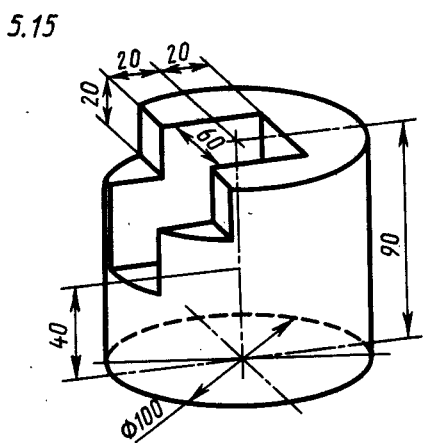
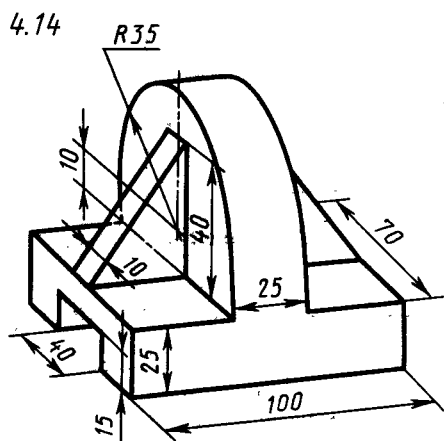
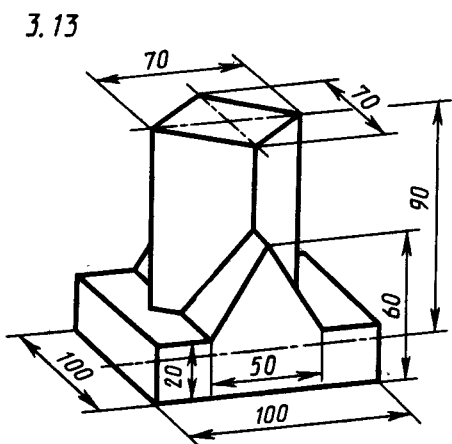
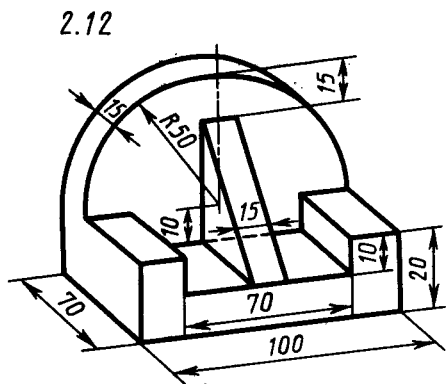
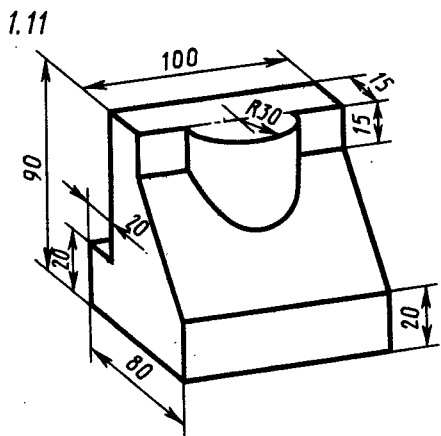
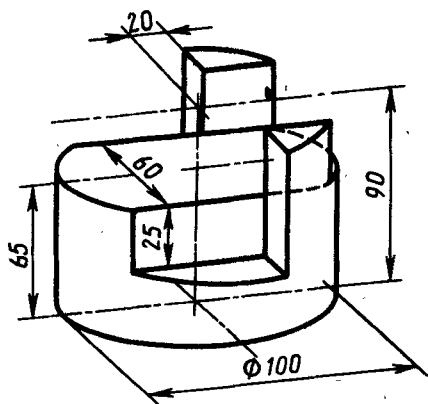
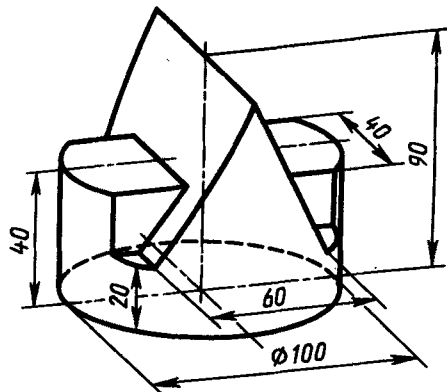


Рис. 14

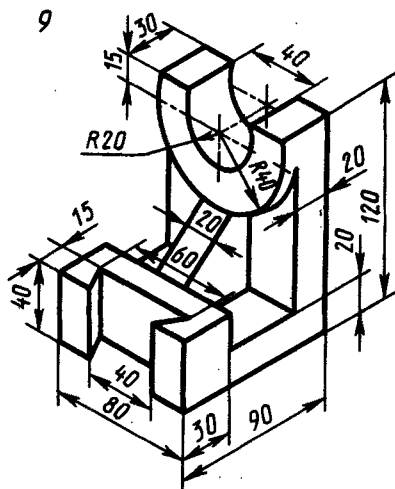
7.17



8.18



9



0.10

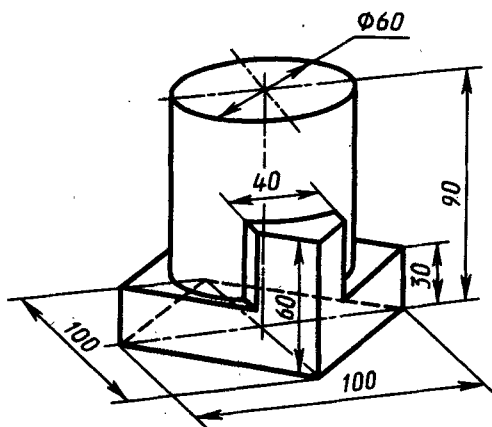


Рис. 14. Продолжение

Тема 3. Построение трех изображений и аксонометрической проекции предмета по его описанию

Задание по теме 3. Построить три изображения и аксонометрическую проекцию предмета по его описанию, данному в табл. 14. Предмет изобразить с двумя отверстиями — призматическим и цилиндрическим.

Призматическое отверстие — это сквозное отверстие, ребра которого перпендикулярны фронтальной плоскости проекции; форму и размеры отверстия взять из табл. 15. Цилиндрическое отверстие выполнить в соот-

ветствии со своим вариантом по табл. 14. Пример выполнения графической работы дан на рис. 15. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. Ознакомиться с содержанием чертежа к теме 3 (рис. 15) и изучить методические указания к данной теме. Внимательно изучить данные, представить форму предмета в пространстве. Последующий порядок тот же, что и в теме 2.

Литература. ГОСТ 2.305—68, разд. 3 «Разрезы» [4, разд. IV].

Указания по выполнению задания. Выполнение задания по теме 3 требует

Таблица 14. Описание предмета к заданию по теме 3

Изобразить предмет с двумя отверстиями — призматическим и цилиндрическим.
Описание призматического отверстия см. в условии задания и в табл. 15.

мысленного представления предмета, для которого затем должен быть выполнен чертеж. Следует, внимательно прочитав описание внешней формы предмета, представить себе этот предмет в пространстве. Затем мысленно выполнить в этом предмете два отверстия, данные в описании. В случае затруднений можно воспользоваться пластилином и вылепить проектируемый предмет. Можно также этот предмет вырезать из какого-либо материала (пенопласта и т. д.), можно сделать набросок этого предмета. После того как будет уяснена конструкция предмета, следует приступить к выполнению чертежа.

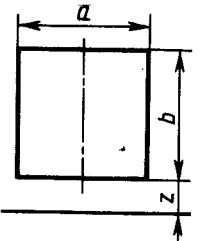
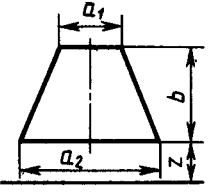
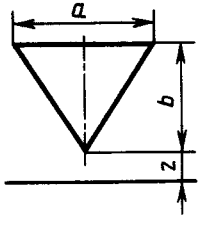
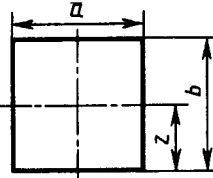
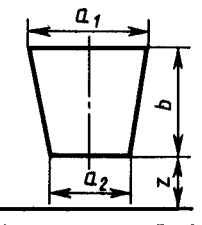
Последовательность выполнения чертежа та же, что и в теме 2.

Построив три вида внешней формы предмета, рекомендуется выполнить на главном виде призматическое отверстие по форме и размерам, данным в табл. 15. Затем построить проекции этого отверстия на виде сверху и сбоку. После этого построить проекции цилиндрического отверстия, начав построение с вида сверху. Построение выполнять тонкими линиями ($s/3$), применяя штриховые линии для невидимого внутреннего контура предмета. После построения трех видов выполнить разрезы. При заданных формах предмета потребуется выполнить три разреза: горизонтальный, фронтальный и профильный. Правила обозначения и изображения разрезов должны соответствовать ГОСТ 2.305—68 (СТ СЭВ 363—76). При симметричных изображениях следует обязательно соединять половину разреза с половиной вида (такой разрез по СТ СЭВ называется половинчатым). При этом на виде не показывают штриховыми линиями внутренний контур.

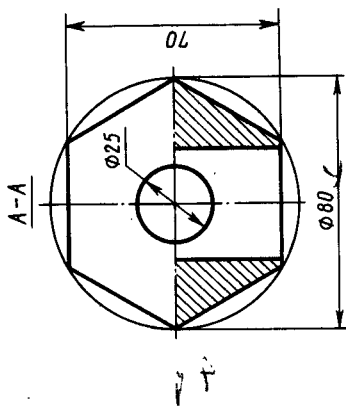
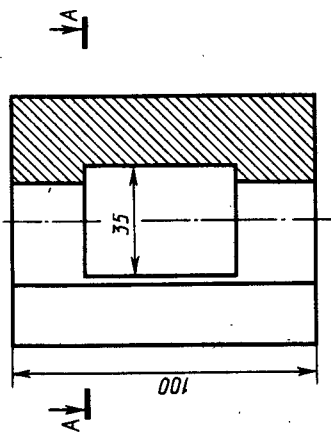
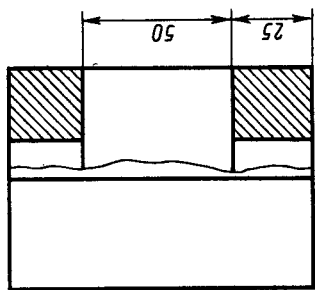
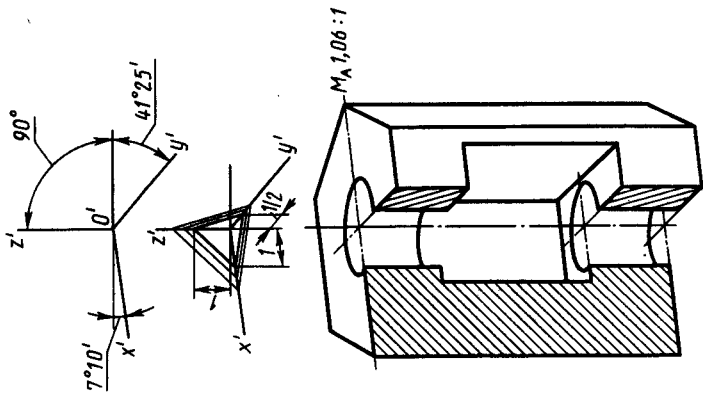
После построения трех изображений предмета следует нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307—68. Обратите внимание на то, что ни один из размеров одного изображения не должен повториться на других изображениях. За основу нанесения размеров нужно взять параметры геометрических поверхностей.

№ вариантов	Внешняя форма предмета	Цилиндрическое отверстие
1, 11	Шестиугольная правильная призма. Диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника основания, равен 90 мм. Две вершины основания лежат на горизонтальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм	Сквозное отверстие с вертикально расположенной осью, проходящей через центр шестиугольника. Диаметр отверстия 30 мм
2, 12	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота призмы 100 мм	Диаметр отверстия 30 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника
3, 13	Четырехугольная правильная призма. Сторона основания квадрата 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм	Диаметр отверстия 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр квадрата
4, 14	Прямой круговой цилиндр. Диаметр основания 90 мм. Высота цилиндра 100 мм	Вертикально расположенное отверстие диаметром 25 мм проходит до верхней плоскости призматического отверстия
5, 15	Сфера диаметром 100 мм. На высоте 30 мм от экватора сфера срезана горизонтальной плоскостью	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы

№ вариантов	Внешняя форма предмета	Цилиндрическое отверстие
6, 16	Четырехугольная правильная призма. Сторона квадрата основания 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр квадрата
7, 17	Шестиугольная правильная призма. Диаметр окружности, вписанной в шестиугольник основания, равен 80 мм. Две вершины основания лежат на вертикальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр шестиугольника
8, 18	Сфера диаметром 100 мм. На уровне 30 мм под экватором сфера срезана горизонтальной плоскостью	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы
9	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота призмы 100 мм	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника
10	Прямой круговой цилиндр диаметром 90 мм. Высота цилиндра 100 мм	Вертикально расположенное отверстие диаметром 30 мм проходит до верхней плоскости призматического отверстия

№ вариантов	Размеры отверстия и расположение его от нижнего основания предмета (или центра сферы)	Форма призматического отверстия
1, 11	$a=35$ $b=60$ $z=20$	
6, 16	$a=40$ $b=50$ $z=30$	
2, 12	$a_1=30$ $a_2=40$ $b=50$ $z=30$	
7, 17	$a_1=35$ $a_2=45$ $b=50$ $z=25$	
3, 13	$a=40$ $b=50$ $z=30$	
8, 18	$a=30$ $b=50$ $z=25$	
4, 14	$a=40$ $b=40$ $z=20$	
9	$a=35$ $b=35$ $z=17,5$	
5, 15	$a_1=40$ $a_2=30$ $b=50$ $z=30$	
10	$a_1=45$ $a_2=35$ $b=50$ $z=25$	

Заключительным этапом при выполнении графической работы 3 является построение наглядного изображения в диметрической прямоугольной проекции.

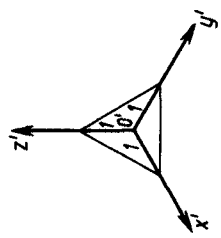
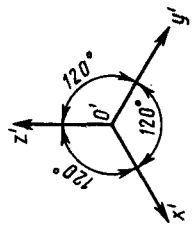
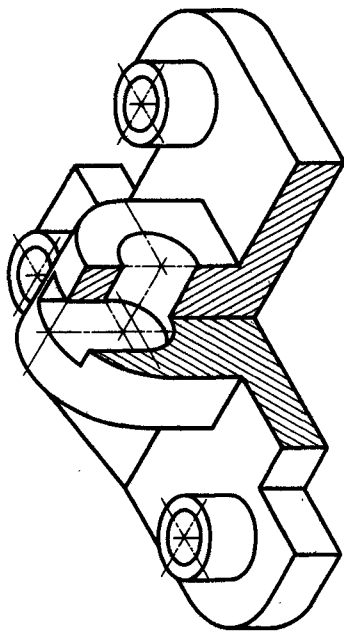


XXXX 04.03.10

ПРОЕКЦИОННОЕ
ЧЕРЧЕНИЕ

ЛИСТЫ	КОЛ-ВО	МАССА	МАТЕРИАЛ
9			1 : 1
7			ЛАСКОБ Т
ВЗИПП			137 - М - 90

Рис. 15



XXXX 04. 0406		ДИСТАНЦИЯ	МАСШТАБ	УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ
Проекционное черчение		УЧ	1:22:1	
		ДИСТАНЦИЯ	МАСШТАБ	УЧЕБНОЕ ЗАДАНИЕ
		ВЗМТ/П		051-М-90
РАЗРАБОТКА	ПРОЕКЦИЯ	И. КОПИЯ		

Рис. 17

1. Что такое разрез? 2. Для какой цели применяют разрезы? 3. Что такое полный разрез, простой и сложный разрез? 4. Какой разрез называют горизонтальным? вертикальным? наклонным? 5. Какие бывают вертикальные разрезы? 6. Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы? 7. В каком случае можно соединить половину вида с половиной разреза? 8. При соединении половины вида и половины разреза как следует выявлять внешнее или внутреннее ребро, совпавшее с осью симметрии? 9. Как обозначают простые разрезы? 10. Каковы соотношения размеров стрелки, указывающей направление взгляда при выполнении сечения и разреза? 11. Какой простой разрез можно не обозначать? 12. Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях? 13. Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

Тема 4. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений

Задание по теме 4. Построить третье изображение детали по двум данным, дать разрезы, построить натуральный вид наклонного сечения, а также наглядное изображение детали в аксонометрической проекции. Пример выполнения работы дан на рис. 16 и 17, индивидуальные задания — на рис. 18.

Порядок выполнения. Последовательность выполнения сохраняется та же, что и в теме 3. Выполняя задание, провести тонко линии видимого и невидимого контуров, построить третье изображение, построить разрезы и выполнить штриховку в разрезах. После этого следует построить натуральный вид наклонного сечения заданной фронтально-проецирующей плоскостью («косое» сечение). Вы-

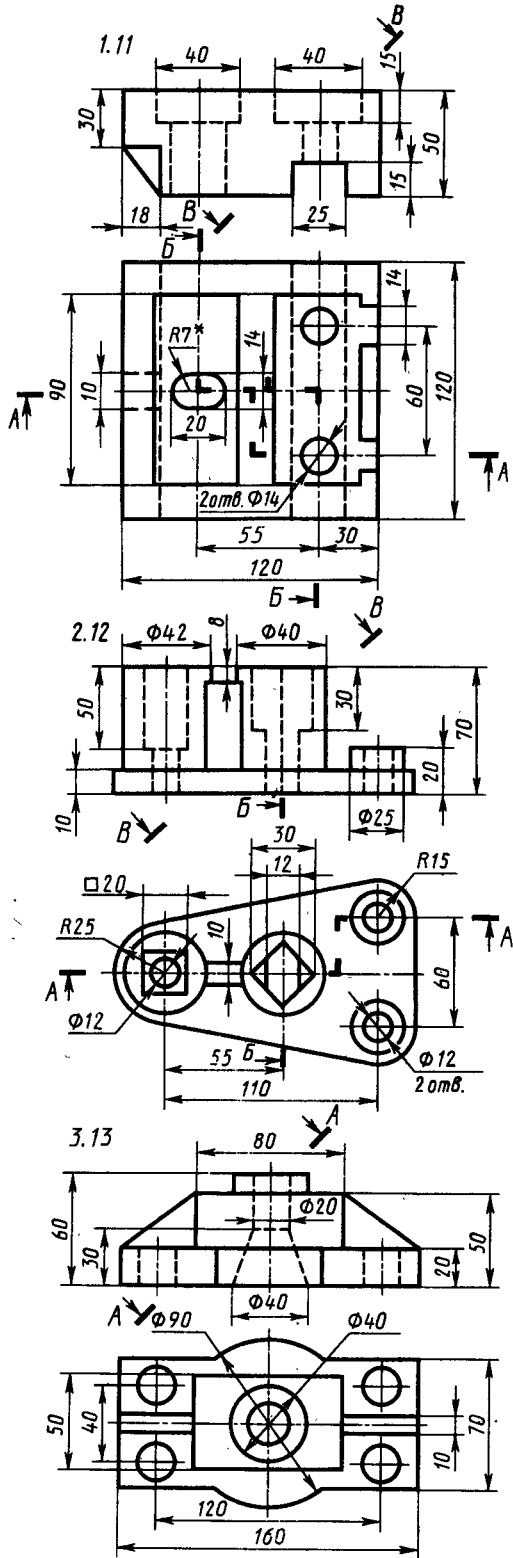


Рис. 18→

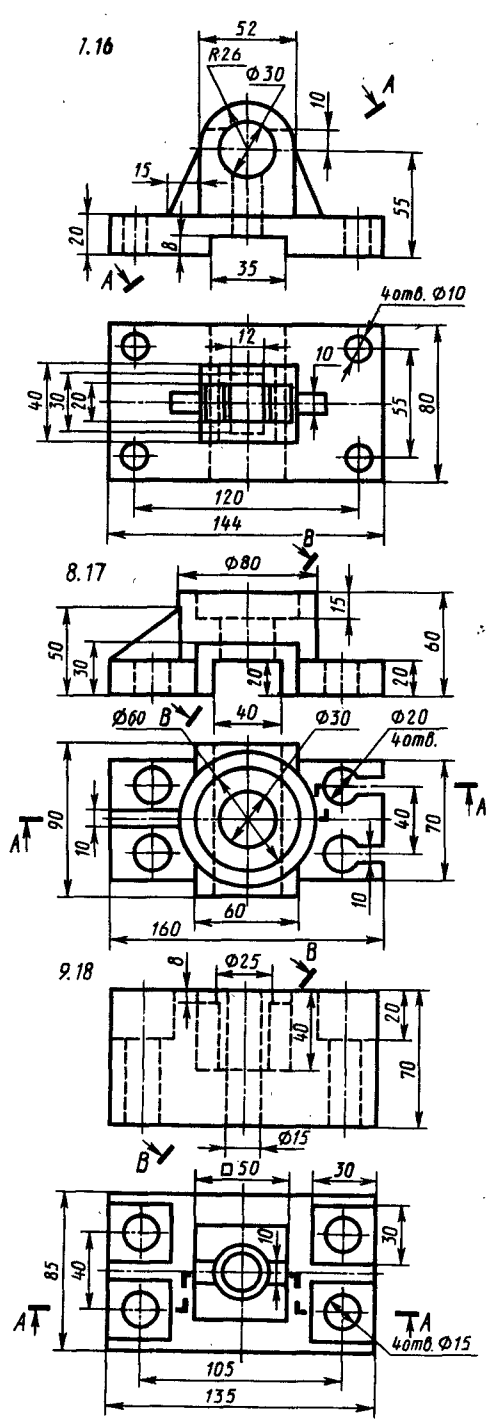
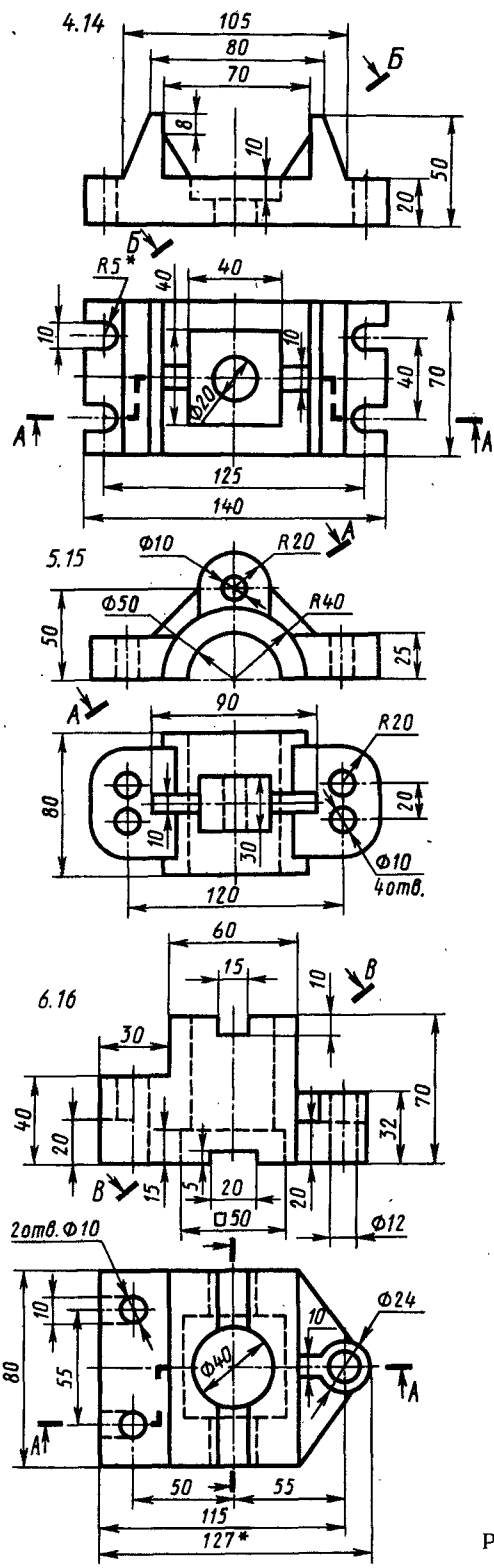


Рис. 18. Продолжение

полнить наглядное изображение детали в аксонометрической проекции.

Литература. ГОСТ 2.305—68, разд. 3, 4 «Разрезы», «Сечения» [4, разд. IV].

Вопросы для самопроверки

1. Что такое сложный разрез?
2. Какие разрезы называют ступенчатыми? ломаными?
3. Что такое «местный» разрез?
4. Что такое сечение?
5. Как обводят линии контура наложенного и вынесенного сечений?
6. Как обозначают сечения?

Тема 5. Построение линий «среза»

Задание по теме 5. Построить три изображения детали и проекции линий «среза», полученные от сечения поверхностей вращения плоскостями, параллельными оси вращения. Пример выполнения дан на рис. 19, индивидуальные задания — в табл. 16. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. 1. Ознакомиться с индивидуальным заданием и примером выполнения работы. 2. Изучить методические указания и рекомендованную литературу. 3. Вычертить тонко все три изображения детали. 4. Определить основные геометрические тела вращения, из которых составлена деталь, и наметить их границы. 5. Выделить вершины и характерные точки линии «среза», лежащие на границах поверхностей. 6. Построить промежуточные точки линии среза. 7. Нанести размерные линии и размерные числа. 8. Обвести линии карандашом, принимая толщину линий видимого контура равной 0,8—1,0 мм. 9. Оформить все надписи. 10. Проверить чертеж.

Указания по выполнению задания. Многие детали различных механизмов и машин (станины, головки шатунов, рычаги, вилки, рукоятки и др.) имеют срезы одной или несколькими параллельными плоскостями. Кривая линия, получающаяся при пересечении тел

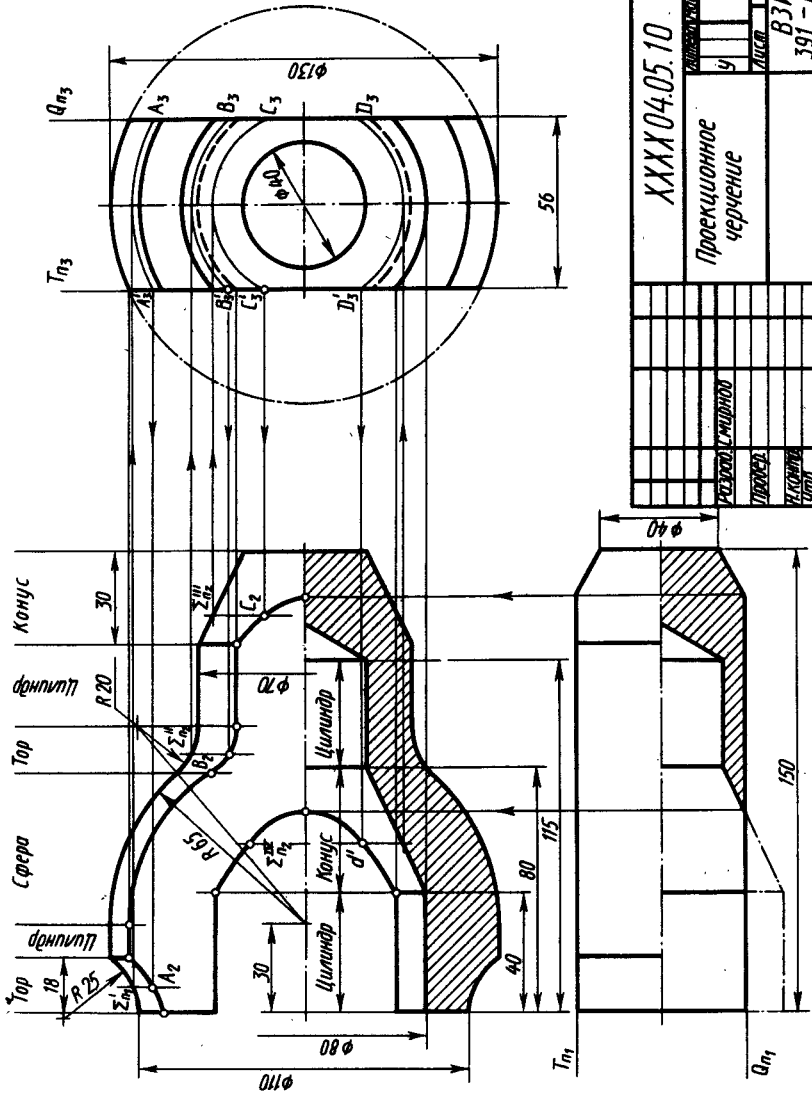
вращения плоскостью, называется линией среза. На рис. 19 приведен пример такой детали, представляющей собой тело вращения сложной формы, срезанное двумя плоскостями до толщины $s=56$ мм.

Для построения линии среза прежде всего следует определить границы элементарных геометрических тел, составляющих деталь и пересекаемых плоскостями. Границы тел определяются по точкам сопряжений контуров этих тел. При этом следует помнить, что плоскость, проходящая параллельно оси, пересекает цилиндр по образующим, прямой круговой конус — по гиперболе, сфера всегда пересекается плоскостью по окружности, тор пересекается по кривой, называемой в общем случае кривой Персея.

Рассмотрим построение линии среза по детали, приведенной на рис. 19. Прежде всего разбиваем деталь на элементарные геометрические тела. По внешнему контуру тело детали ограничено тором, образуемым вращением дуги $R25$, цилиндром $\varnothing 130$, сферой $\varnothing 130$, сопрягающейся с тором, образованным вращением дуги $R20$; тор переходит в цилиндр $\varnothing 70$, заканчивается деталь усеченным конусом. Границы поверхностей при плавном переходе их определяются по точкам сопряжений. Внутреннее очертание детали состоит из соосных поверхностей цилиндра $\varnothing 80$, усеченного конуса, цилиндра $\varnothing 40$ и конуса.

Две параллельные между собой плоскости T и Q в пересечении с поверхностями указанных тел дают линии «среза». На виде сверху и слева эти линии проецируются в виде отрезков прямых, совпадающих со следами плоскостей T и Q . На главном виде линии «среза» надо построить.

Поверхность цилиндра диаметром 130 мм рассекается плоскостями T и Q по образующим, профильные проекции которых проецируются в виде точек, лежащих на пересечении профильных следов секущих плоскостей с профильной проекцией цилиндра (окружность $\varnothing 130$ мм), так же строится линия



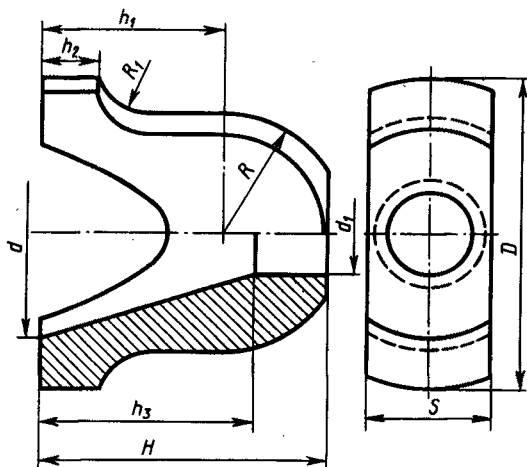
XXXX04.05.10

Проекционное черчение

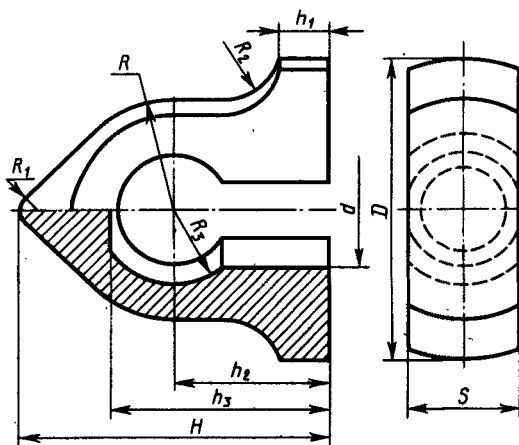
Исполнитель	У	1:1
Проверено	Л	
ВЗМПП		
391-М-90		

Рис. 19

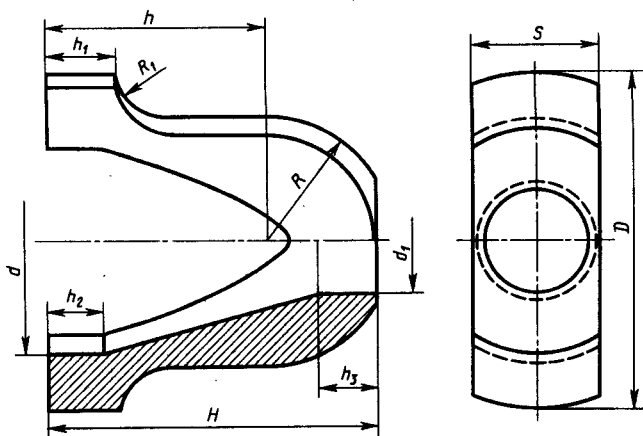
Таблица 16. Данные для задания по теме 5 (размеры, мм)



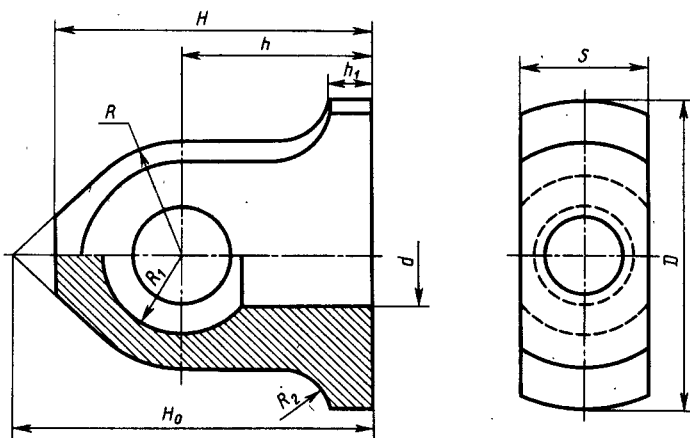
Варианты	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	d	d_1
1	100	110	50	65	20	75	40	15	70	30
7	115	120	55	78	22	85	45	20	85	32
13	120	125	56	80	25	90	46	22	86	35



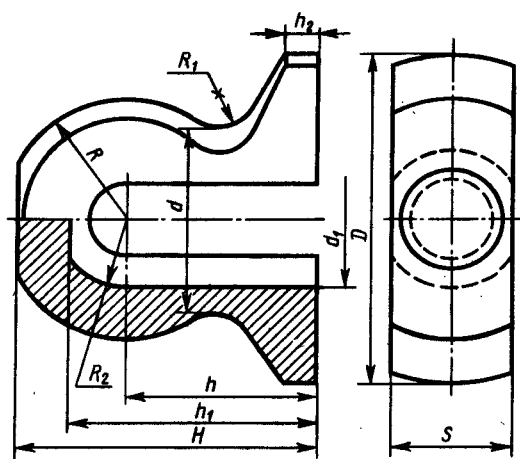
Варианты	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	R_2	R_3	d
2	100	110	45	15	46	70	40	8	18	30	50
8	110	130	52	20	60	90	45	10	22	35	60
14	150	140	55	25	75	105	50	15	25	36	58



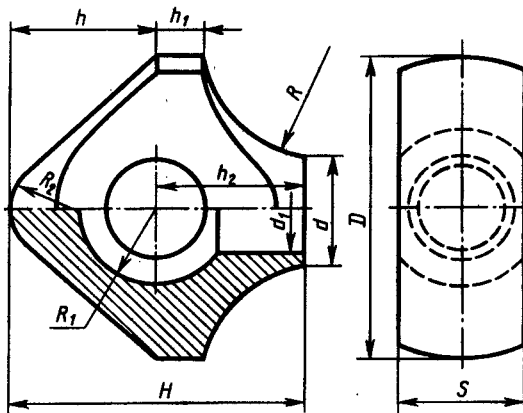
Варианты	H	D	S	h	h_1	R	R_1	d	d_1	h_2	h_3
4	148	150	60	100	30	52	25	100	40	25	30
10	155	140	55	110	35	50	22	95	35	20	25
16	160	145	58	112	40	54	24	105	38	32	35



Варианты	H_0	H	D	S	R	h	h_1	d	R_1	R_2
3	158	140	142	50	50	75	22	40	30	20
9	165	145	130	46	48	90	24	45	32	22
15	200	170	140	52	50	100	26	42	34	24



Варианты	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
5	120	125	52	78	100	12	48	18	30	75	60
11	105	120	50	68	92	10	45	15	28	70	56
17	140	130	55	95	122	20	50	20	32	78	64



Варианты	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
6	100	110	48	50	15	45	50	30	25	40	30
12	105	120	50	55	18	48	45	32	20	45	25
18	115	125	52	60	20	50	48	35	22	46	28

«среза» на цилиндре $\varnothing 70$. Поверхность сферы пересекается по окружности, радиус которой может быть получен из профильной проекции по следу T и Q .

Для нахождения промежуточных точек линий «среза» на участках торов и усеченного конуса на главном виде нужно воспользоваться вспомогательными плоскостями, перпендикулярными оси вращения.

На рис. 19 дано построение точек A, B, C, D . Проведены плоскости $\Sigma^I, \Sigma^{II}, \Sigma^{III}, \Sigma^{IV}$, перпендикулярные оси вращения. Эти плоскости пересекают поверхности торов и конуса по окружностям, проекциями которых на главном виде и сверху будут отрезки прямых, совпадающие со следами плоскостей Σ , а на виде слева — окружности.

Искомые профильные проекции точек лежат на пересечении окружности с профильными следами параллельных плоскостей. Проекции точек на главном виде лежат на пересечении линии связи со следом соответствующих плоскостей Σ . Подобным образом находят и все другие точки, принадлежащие линии «среза».

Внутреннее очертание детали плоскости T и Q пересекают в части цилиндра $\varnothing 80$ мм и усеченного конуса. Цилиндр $\varnothing 80$ мм пересекается по образующим, параллельным оси цилиндра, а усеченный конус — по гиперболе. Вершина гиперболы лежит на следе плоскости Q . Промежуточные точки гиперболы (D) строятся с помощью вспомогательной плоскости Σ^{IV} аналогично точкам A, B, C .

Тема 6. Построение третьего изображения по двум данным и линий перехода

Задание по теме 6. Построить по двум изображениям детали третье с «полезными» разрезами и линией перехода. Пример выполнения дан на рис. 20. Индивидуальные задания даны на рис. 21. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. 1. Изучить методические указания и рекомендуемую литературу. 2. Внимательно ознакомиться с индивидуальным заданием и определить основные геометрические тела, из которых составлена деталь. 3. Вычертить тонкими линиями два изображения детали и дать «полезные» разрезы. 4. Построить третье изображение детали. 5. Определить характерные или «опорные» точки линий перехода. 6. В остальном последовательность выполнения чертежа такая же, как в теме 5.

Указания по выполнению задания. Данная тема является последней в разделе «Проекционное черчение» и завершает работу студентов по начертательной геометрии, геометрическому и проекционному черчению. Нахождение проекций линий пересечения (перехода) поверхностей базируется на знаниях курса начертательной геометрии.

В индивидуальных заданиях линии перехода проведены не полностью, а лишь начало и конец их и поставлены знаки вопросов (?). Студенту необходимо достроить эти линии, применяя вспомогательные плоскости, параллельные одной из плоскостей проекции, или сферы. Для нахождения точек линий пересечения двух поверхностей (линий перехода) нужно выбрать наиболее рациональный способ решения. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные плоскости, которые в пересечении с данными поверхностями могут дать простые для построения линии (например, прямые линии, окружности).

Каким бы способом ни проводилось построение линий пересечения, нужно сначала найти характерные или «опорные» точки искомой кривой. К ним относятся: точки, проекции которых лежат на проекциях очерковых линий одной из поверхностей (например, на крайних образующих цилиндра или конуса, на главном меридиане и экваторе шара), отделяющие видимую часть линии пересечения от невидимой; «крайние точки» — правые и левые, наивысшие и наинизшие, ближайши

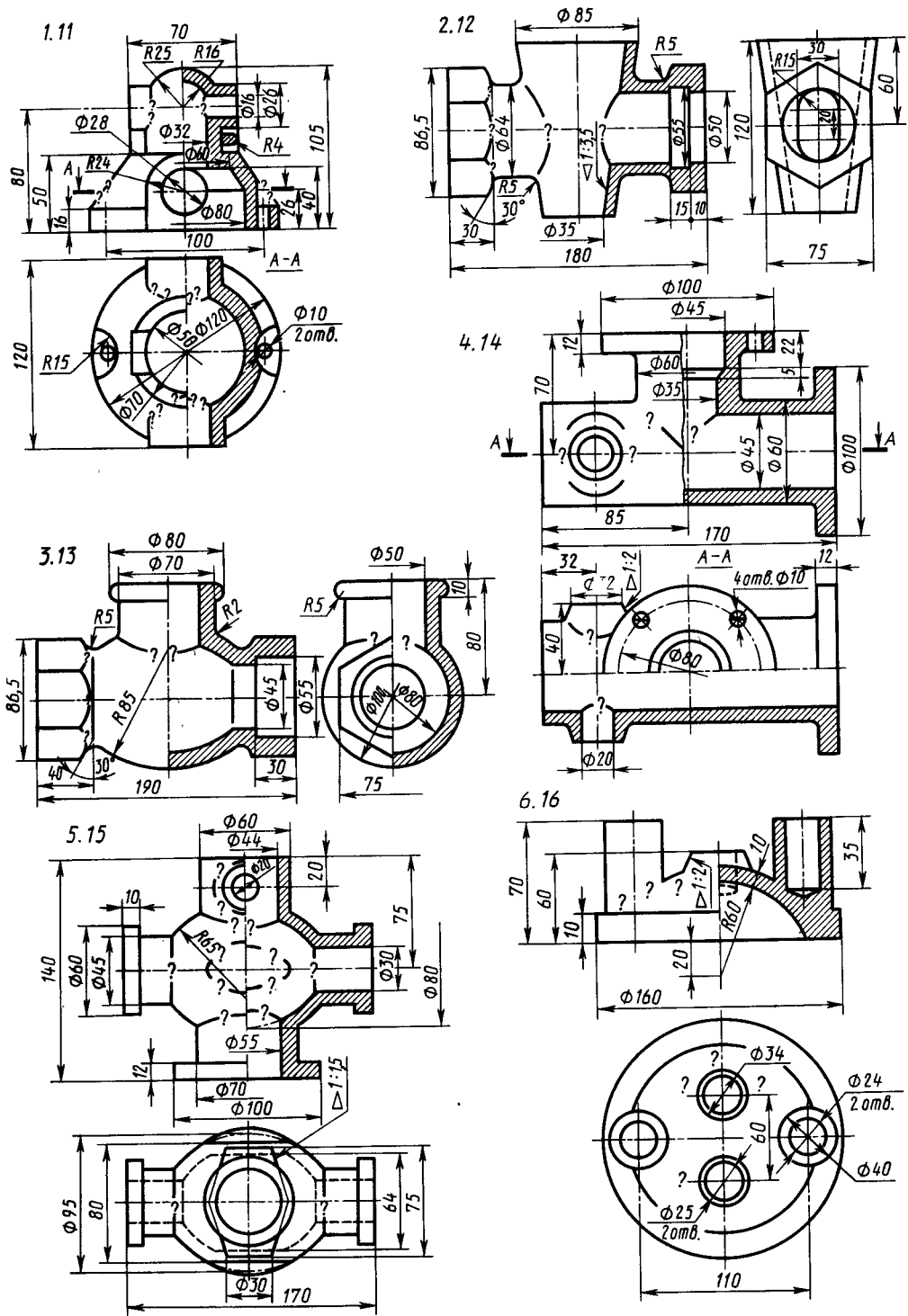


Рис. 21

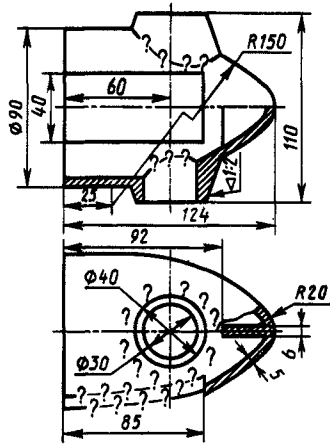
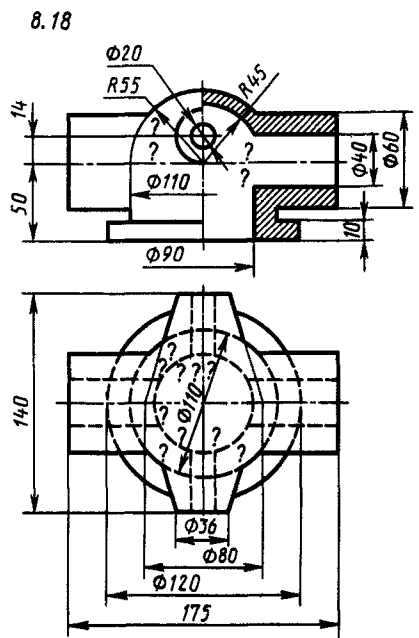
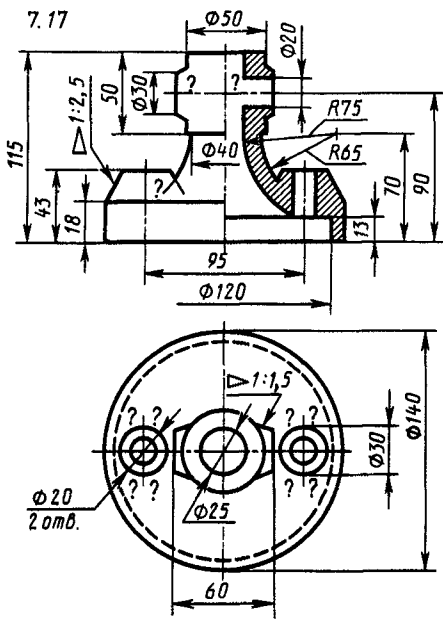


Рис. 21. Продолжение

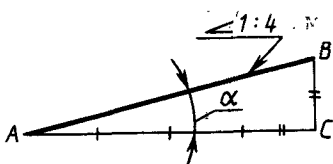


Рис. 22

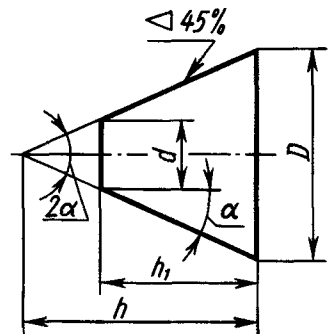


Рис. 23

и наиболее удаленные от плоскостей проекций. Все остальные точки линии пересечения поверхностей называются промежуточными.

На рис. 20 показано построение линий пересечения конических бобышек с цилиндром $\varnothing 90$. Так как цилиндр является проецирующей поверхностью по отношению к плоскости проекций Π_1 , то на этой плоскости, т. е. на виде сверху, искомая линия проецируется на окружность $\varnothing 90$. Точка 1 пересечения очерковой образующей конуса с цилиндром проецируется на виде спереди на горизонтальную осевую линию конуса — l_2 .

Промежуточные точки 2, 3 и симметричные им 4 и 5 могут быть построены при помощи фронтальной плоскости P . Через горизонтальные проекции точек 2 и 3 — 2_1 и 3_1 проводим след $P_{\Pi 1}$. Проведенная плоскость пересекает конус по окружности. Радиус окружности измеряем по следу плоскости от оси конуса до его очерковой образующей. Проводим на фронтальной проекции окружность, на которой и находим фронтальные проекции точек 2 и 3 — 2_2 и 3_2 . Профильная проекция линий пересечения конуса с цилиндром $\varnothing 90$ строится по двум уже построенным проекциям. Подробнее о построении линий перехода см. в курсе начертательной геометрии.

В индивидуальных заданиях размерные линии расположены в некоторых случаях нецелесообразно из-за отсутствия третьего изображения. При выполнении работы следует руководствоваться ГОСТ 2.307—68, а не механически повторять размещение размеров с задания.

Линии перехода должны быть такой же толщины, как контурные. Все линии построений для нахождения линий перехода на чертеже сохранить.

При построении машиностроительных чертежей деталей часто встречаются уклоны, конусности, фаски. Уклон прямой характеризует ее наклон к другой прямой, обычно горизонтальной и реже — вертикальной. Уклон выражается отношением про-

тивоположного катета BC к прилежащему катету AC (рис. 22).

Он представляет собой $\operatorname{tg} \alpha = BC/AC$.

Уклон может быть выражен простой дробью, десятичной или в процентах. Значение уклона записывается на полке линии-выноски, расположенной параллельно направлению, по которому определяется величина уклона.

Конусностью называется отношение диаметра окружности основания прямого конуса к его высоте (рис. 23), а для усеченного конуса — отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними, т. е. $2\operatorname{tg} \alpha = (D-d)/h_1$.

При одном и том же угле конусность в два раза больше уклона. Конусность может быть выражена простой и десятичной дробью, а также в процентах.

Согласно ГОСТ 2.307—68, перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак $<$, острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (см. рис. 22); перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак \sphericalangle вершина которого должна быть направлена в сторону вершины конуса (см. рис. 23).

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 5

Контрольная работа 5 состоит из чертежей к темам 7—10.

Тема 7. Изображение и обозначение резьб, соединений на резьбе, изображение и обозначение крепежных деталей — болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб, шплинтов.

Тема 8. Изображение и обозначение швов неразъемных соединений, выполняемых сваркой или пайкой.

Тема 9. Составление эскизов деталей машин.

Тема 10. Выполнение сборочного чертежа машиностроительного изделия.

Общие указания

Если четвертая работа является в известной степени подготовительной, то с пятой работы начинается изуче-

ние собственно машиностроительного черчения. При оформлении чертежей этой работы требования производства должны учитываться в большей степени, чем в первой. Особое внимание должно быть уделено изучению соответствующих ГОСТов, а также пользованию техническими справочниками.

Понятие об изделии и его составных частях. Различают изделия основного производства и изделия вспомогательного производства. К первым относят изделия производства, предназначенные для поставки (реализации), ко вторым — изделия производства, предназначенные для собственных нужд предприятия.

Устанавливают следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты. Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на: а) неспециализированные (детали), не имеющие составных частей; б) специализированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух составных частей или более (рис. 24).

Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без при-

менения сборочных операций, например: валик из одного куска металла; трубка, спаянная (или сварная) из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Различают *детали взаимосвязанные* и *самостоятельные*. Первые являются составными частями других изделий, вторые не входят в состав других изделий (например, лом, лекало).

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.), например автомобиль, станок, сварной корпус, маховик из пластмассы с металлической арматурой.

Комплексом называют два специфицированных изделия или более, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например поточная линия станков, автоматическая телефонная станция, корабль.

Комплектом называют два изделия

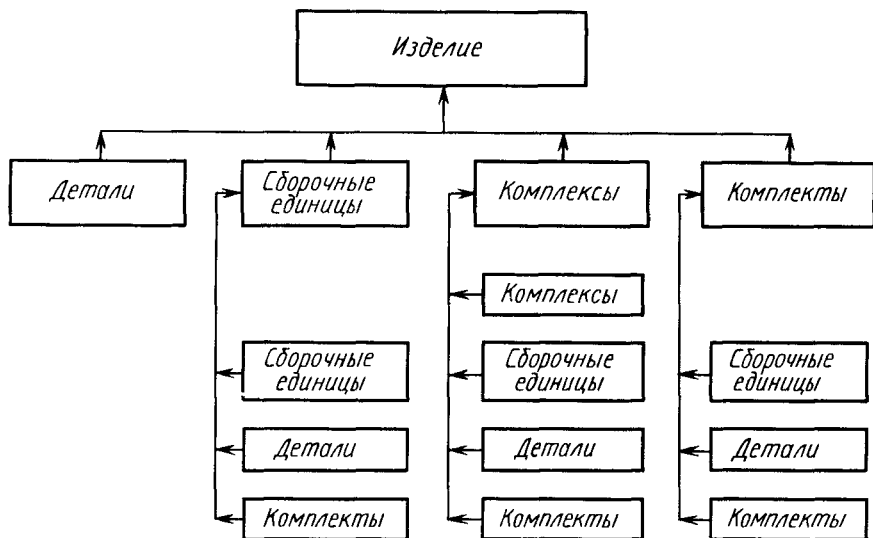


Рис. 24

или более, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект упаковочной тары и т. п.

Более подробные сведения содержатся в ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76). Виды изделий.

Виды конструкторских документов. Конструкторские документы (КД) подразделяют на графические (чертежи, схемы, графики) и текстовые (спецификации, технические условия, различные ведомости). Как известно, в основу классификации той или иной группы явлений могут быть положены различные признаки. Различные признаки положены и в основу подразделения конструкторской документации на виды, а именно:

а) содержание КД; б) стадии разработки; в) способы изготовления.

Вот некоторые виды конструкторских документов, предусмотренные ГОСТ 2.102—68 (СТ СЭВ 4768—84):

чертеж детали, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

чертеж сборочный (код СБ), содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля;

чертеж общего вида (код ВО), определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия (составляется, как правило, при разработке эскизного и технического проектов);

теоретический чертеж (ТЧ), определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей;

габаритный чертеж (ГЧ), содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

схемы, на которых показывают в виде условных изображений или обозначений составные части изделий и связи между ними (код схемы выбирают по ГОСТ 2.701—84 (СТ СЭВ 651—77));

спецификации, определяющие состав сборочных единиц, комплексов и комплектов. Более подробные сведения содержатся в ГОСТ 2.102—68*.

В зависимости от стадии разработки КД подразделяют на проектную и рабочую документацию.

Стадии разработки проектной конструкторской документации**.

техническое задание;
техническое предложение (документы литеры «П»);

эскизный проект (документы литеры «Э»);

технический проект (документы литеры «Т»).

Стадии разработки рабочей конструкторской документации:

конструкторская документация опытного образца (документы литер «О», «О₁», «О₂»);

конструкторская документация установившегося производства (документы литеры «А»).

Созданию нового изделия, как правило, предшествует большая экспериментальная и исследовательская работа для установления технической возможности или экономической целесообразности его осуществления. По результатам этих исследований при положительном решении вопроса «заказчик» составляет так называемое техническое задание на проектирование. В нем устанавливают назначение изделия и основные — в самых общих чертах — требования, которым оно должно удовлетворять. Так, например, если речь идет о создании нового типа самолета, то в техническом задании указывают назначение самолета (пассажирский, транспортный,

* Код указывается в конце обозначения (номера) КД. Чертеж детали и спецификация, являющиеся основными конструкторскими документами, кодов не имеют.

** В основу положен ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75) ЕСКД. Стадии разработки.

санитарный и т. п.), грузоподъемность, скорость, дальность полета и некоторые другие характеристики.

Изучив техническое задание, проектная организация разрабатывает техническое предложение на проектирование, содержащее уже более уточненные данные об объекте (принципы конструктивных решений, прикидочные расчеты важнейших частей объекта, габариты и т. д.).

На основе одобренного «заказчиком» технического предложения разрабатывают эскизный проект, содержащий необходимые чертежи, схемы, расчетно-пояснительную записку, технико-экономический анализ изделия и другие материалы.

Эскизный проект служит основанием для разработки технического проекта (или непосредственно рабочей конструкторской документации, если ее разработку возможно вести на основе уточненного эскизного проекта). Технический проект разрабатывают с целью выяснения окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции изделия, когда это целесообразно сделать до разработки рабочей документации.

Разработка рабочей КД, как правило, подразделяется на ряд стадий с соответствующей корректировкой КД на основе данных испытаний опытных образцов и серий и опыта их изготовления.

Практически работа над совершенствованием выпускаемого изделия не прекращается в течение всего периода его выпуска, что, естественно, требует внесения соответствующих изменений в рабочие чертежи, до тех пор, пока оно не будет снято с производства как морально устаревшее.

В зависимости от способа исполнения и характера использования КД подразделяют на:

оригиналы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников;

подлинники — чертежи, выполненные на любом материале, пригодном

для многократного воспроизведения с них копий, и оформленные подлинными установленными подписями;

копии, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (или дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

Конструкторские документы, предназначенные для разового использования, в производстве допускается выполнять в виде эскизных документов. Об эскизах, выполняемых в курсе черчения, будет сказано ниже.

Как видно из изложенного, виды конструкторской документации весьма разнообразны. Нельзя составлять чертеж, не ответив на вопрос — для какой цели он предназначен. В каждом конкретном случае чертеж должен точно и исчерпывающе отвечать на определенный круг вопросов. Любые содержащиеся в нем избыточные сведения (избыточная информация) вредны, так как вызывают непроизводительные затраты времени на его выполнение, делают его, как правило, более трудным для понимания, а также снижают степень его «независимости» (внесение изменений в один чертеж обычно требует внесения изменений и в другие, связанные с ним, чертежи; весьма важно, чтобы число последних было наименьшим, в пределе — равным нулю).

«Учебные чертежи». В курсе инженерной графики студенты изучают основные правила выполнения чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций (для некоторых специальностей предусмотрено также выполнение схем).

Выполнение этих видов КД, полностью отвечающих требованиям производства, возможно только после изучения таких дисциплин, как технология металлов, сопротивление материалов, детали машин, допуски и посадки и ряд других, поэтому в курсе инженерной графики КД выполняют с некоторыми отступлениями от требований стандартов и производства.

Так, например, размеры наносят только номинальные*, без указания предельных отклонений; для обозначения шероховатости поверхности ограничивают только указанием одного из двух параметров — Ra или Rz , хотя ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) содержит шесть параметров шероховатости; не указывают (за некоторыми исключениями) поля допусков; не указывают отклонения от формы и расположения поверхностей и многое другое. Эти отступления санкционированы приказом № 634 от 17 сентября 1970 г. Минвуза СССР, согласованным с Госстандартом СССР.

Кроме того, учебные чертежи могут отличаться от производственных, например, требованием сохранения на них линий построения, дополнением чертежей аналитическими записями и т. д. Иначе говоря, они могут и должны до известной степени носить лабораторный, исследовательский характер. Студент это должен понимать, строго выполнять требования программы курса черчения, понимать необходимость дальнейшего расширения своих знаний, относящихся к конструкторской документации.

Виды соединений составных частей изделий. Процесс соединения составных частей изделий (деталей, сборочных единиц) называют сборочной операцией.

Неподвижные соединения разделяют на **разъемные** и **неразъемные**. Разъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых возможна без повреждения его составных частей (соединения при помощи резьбы, шпонок, шлицев, штифтов и др.).

Те соединения, которые предназначены для постоянной связи составных частей изделия и которые нельзя разобрать без их повреждения, называются неразъемными (соединения при помощи сварки, пайки, клеп-

ки, опрессовки, склеивания и др.). Для разъемного соединения составных частей машин и различных устройств широко применяют соединения при помощи резьбы или крепежных деталей с резьбой. Изучение правил изображения и обозначения таких соединений составляет содержание темы 7.

Тема 7. Изображение и обозначение резьб, соединений на резьбе, изображение и обозначение крепежных деталей — болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб, шплинтов

Общие сведения о резьбе. Терминология. Резьба образуется при винтовом перемещении некоторой плоской фигуры, задающей так называемый *профиль резьбы* (рис. 25), расположенной в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы) — цилиндрической, конической, по которой профиль совершает свое движение. Часть резьбы, образованную при одном повороте профиля вокруг оси, называют *витком*. При этом все точки производящего профиля перемещаются параллельно оси на одну и ту же величину, называемую *ходом резьбы*. Резьбу, образованную движением одного профиля, называют *однозаходной*, образованную движением двух, трех одинаковых профилей и более — *многозаходной*. *Шагом резьбы* P называют расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном от резьбы. Очевидно, у однозаходной резьбы ход равен шагу (рис. 26, а), у многозаходной ход равен шагу, умноженному на число ходов (рис. 26, б).

Винтовая линия бывает *правой* и *левой*, поэтому резьба образуется *правой* или *левой*. Если ось резьбы расположить вертикально перед наблюдателем, то у правой резьбы видимые витки поднимаются слева направо (рис. 26, а), а у левой — справа налево (рис. 26, б). Так как применяется преимущественно правая резьба, то на

* Номинальным называют основной расчетный размер, определенный исходя из его функционального назначения и служащий началом отсчета отклонений.

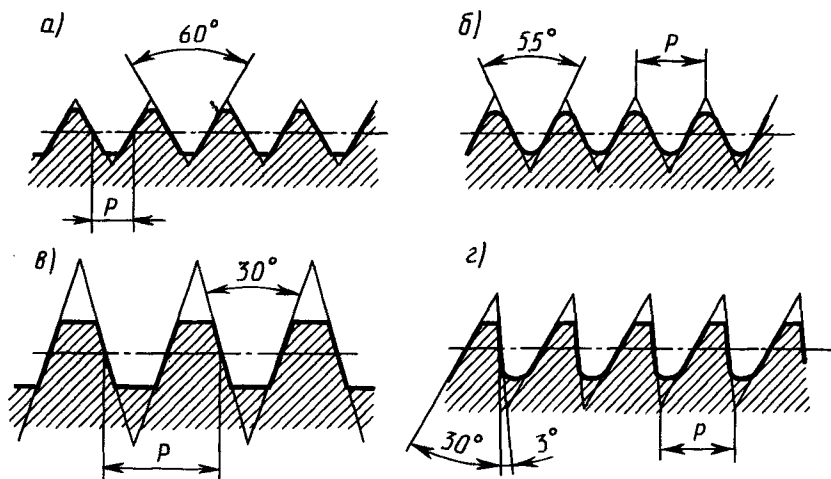


Рис. 25

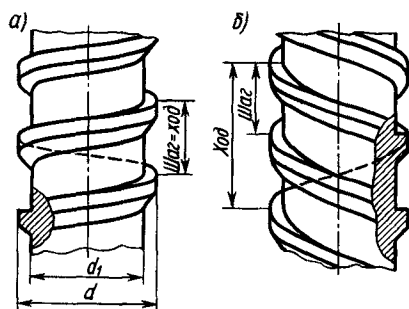


Рис. 26

чертеже оговаривают левую, добавляя к обозначению резьбы *LH* согласно ГОСТ 8724—81 «Резьба метрическая, диаметры и шаги».

Резьбу изготовляют или режущим инструментом с удалением слоя материала, или накаткой путем выдавливания. При выводе инструмента из материала резьба как бы сходит на нет, образуя так называемый *сбег резьбы*. *Длиной резьбы* называют длину участка поверхности, на которой образована резьба, включая сбег резьбы и фаску. Как правило, на чертежах указывают только длину резьбы с полным профилем (рис. 27, а). Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей перемещать резьбообразующий инструмент до упо-

ра к ней, то образуется так называемый *недовод резьбы* (рис. 27, б). Сбег плюс недовод образуют так называемый *недорез резьбы*. Если требуется изготовить резьбу полного профиля, без сбega, то для вывода резьбообразующего инструмента делается *проточка*, диаметр которой для наружной резьбы должен быть немного меньше внутреннего диаметра резьбы, а для внутренней резьбы — немного больше наружного диаметра резьбы (рис. 27, в)*. Надо хорошо запомнить эти понятия (более подробные сведения можно найти в ГОСТ 11708—82 «Резьбы. Основные определения»).

* Размеры фасок, сбega и проточек стандартизованы (см. ГОСТ 10549—80).

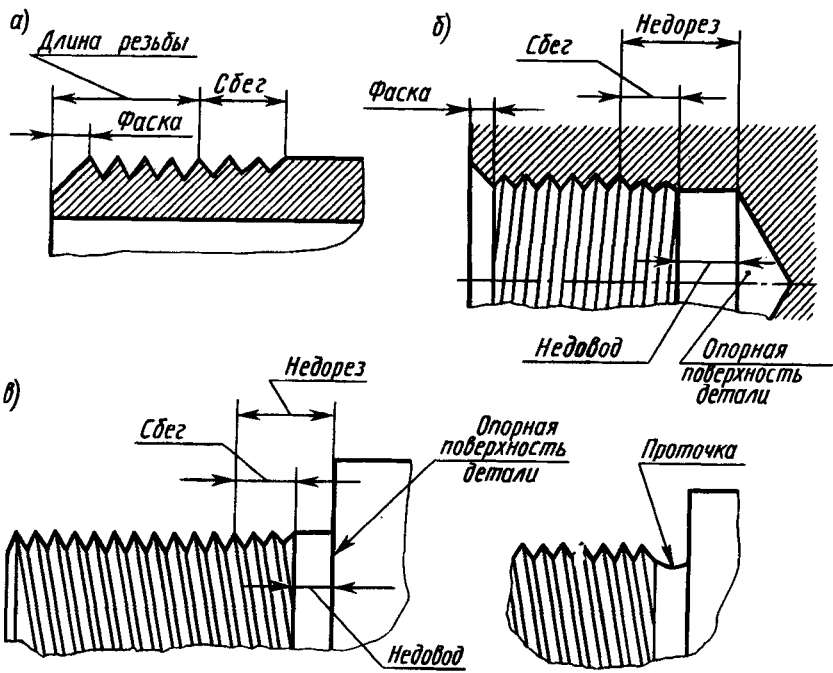


Рис. 27

Изображения резьбы. Построение точного изображения витков резьбы требует большой затраты времени, поэтому оно применяется в редких случаях. Как правило, на чертежах резьбу изображают условно, независимо от профиля резьбы, а именно: резьбу на стержне — сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску (рис. 28, а). На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную $3/4$ окружности и разомкнутую в любом месте. На изображениях резьбы в отверстии сплошные основные и сплошные тонкие линии как бы меняются местами (рис. 28, б).

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначе-

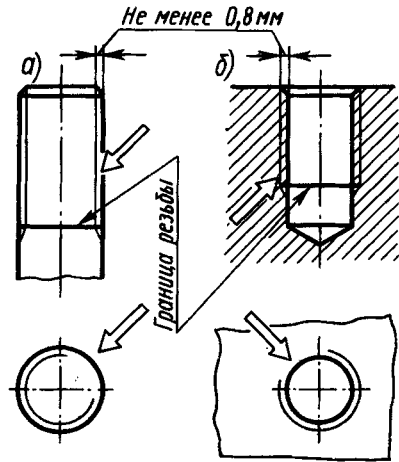


Рис. 28

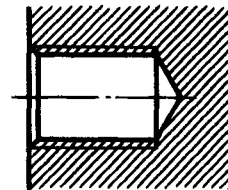


Рис. 29

ния, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 28). Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят в конце полного профиля резьбы, до сбега, основной линией (или штриховой, если резьба изображена как невидимая), которую проводят до линий наружного диаметра резьбы (рис. 28). Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы, согласно ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78), не должно быть менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Сбег резьбы изображается тонкой линией, проводимой примерно под углом 30° к оси резьбы (рис. 28). Сбег резьбы на производственных чертежах показывают относительно редко. На учебных чертежах изображать сбег не нужно, кроме чертежей шпилек, на которых сбег резьбы надо показать (рис. 35).

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, резьбу в глухом резьбовом отверстии (гнезде) допускается условно изображать, как показано на рис. 29.

Следует твердо запомнить правило: в резьбовых соединениях, изображенных в разрезе, резьба стержня закрывает резьбу отверстия (рис. 30, а, б). Обратит внимание на то, что на разрезах штриховка доводится до сплошных основных линий. Более подробные сведения об изображении резьбы см. в ГОСТ 2.311—68 (СТ СЭВ 284—76).

Обозначение резьбы. Стандартные резьбы подразделяют на резьбы обще-

го назначения и специальные. В свою очередь, резьбы общего назначения подразделяют на крепежные (см. рис. 25, а, б) и ходовые (кинематические, см. рис. 25, в, г). К специальным резьбам относят, например, резьбу круглую для цоколей и патронов электроламп, резьбу круглую для санитарно-технической арматуры и др. Специальные резьбы в курсе черчения не рассматривают.

В табл. 17 приведены условные обозначения резьб общего назначения по ГОСТ 16093—81 «Резьба металлическая. Допуски». Прямоугольная резьба не стандартизована. При ее применении на чертеже указывают все необходимые для изготовления размеры (рис. 31).

Следует запомнить, что метрическую резьбу выполняют с крупным шагом (единственным для данного диаметра резьбы) и мелкими шагами, которых для данного диаметра резьбы может быть несколько. Например, для диаметра резьбы $d=20$ мм крупный шаг всегда равен 2,5 мм, а мелкий может быть равен 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5 мм, поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают а мелкий указывают обязательно. Диаметр и шаг метрической резьбы установлены ГОСТ 8724—81. Его можно найти в любом справочнике по черчению.

В обозначениях резьбы всегда указывают наружный диаметр резьбы: его можно наносить по любому варианту из числа указанных на рис. 32, где знаком «*» отмечены допускаемые места населения обозначения.

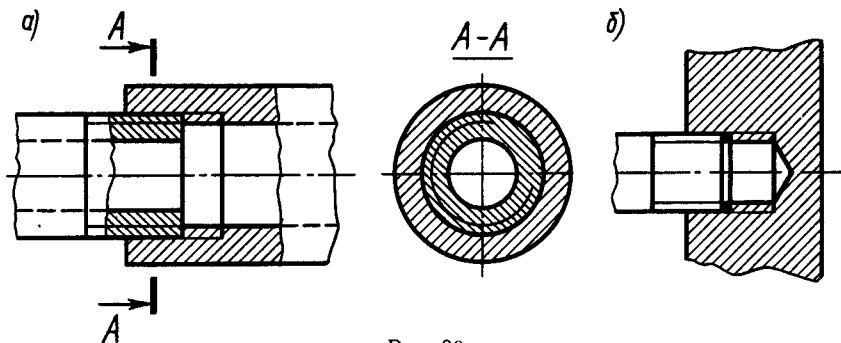


Рис. 30

Если для метрической резьбы обозначение диаметра резьбы соответствует ее наружному диаметру (без учета допусков), то в трубной резьбе ее диаметр обозначают условно, например *G1*, что соответствует трубе, имеющей условный проход (внутренний диаметр трубы), равный 25 мм, т. е. ≈ 1 ". Наружный же диаметр трубной резьбы 1" равен 33,25 мм, т. е. больше на две толщины стенки, поэтому обозначение трубной (и конической) резьбы осуществляется линией-выноской с одной стрелкой и полкой (рис. 33).

Обозначение крепежных деталей. Все крепежные детали стандартизованы. На рис. 34 дана структура обозначения болтов, винтов, шпилек и гаек (пояснение к рисунку: между пп. 1 и 2, 2 и 3, 10 и 11 оставляют промежутки, равные ширине пропис-

ной буквы данного размера шрифта). Многие стандарты на конструкцию и размеры предусматривают два исполнения и более. Например, болт исполнения 2 по ГОСТ 7798—70 отличается от болта исполнения 1 тем, что у него на резьбовом конце имеется отверстие под шплинт, болт исполнения 3 — тем, что у него в головке имеется два отверстия для контровки болта проволокой; ГОСТ 7795—70 предусматривает пять исполнений болта. Гайка исполнения 2 по ГОСТ 5915—70 отличается от гайки исполнения 1 тем, что у нее фаска сделана не с обеих, а с одной стороны, и т. д.

Между поз. 3 и 4 ставят знак умножения по ГОСТ 2.304—81 (а не буква «х» или «икс»); между поз. 4 и 5 указывают поле допуска и ставят по ГОСТ 2.304—81 дефис (черточка); между поз. 5 и 6 (если отсутствуют

Таблица 17

Тип резьбы	Номер стандарта	Размеры, указываемые на чертеже	Условное обозначение типа резьбы	Примеры обозначения
Метрическая с крупным шагом	ГОСТ 9150—81 — профиль; ГОСТ 8724—81 — диаметр и шаг; ГОСТ 24705—81 — основные размеры	Наружный диаметр резьбы, поле допуска	<i>M</i>	<i>M10-6g</i> (наружная) <i>M10-6H</i> (внутренняя)
Метрическая с мелким шагом	То же	То же и шаг резьбы	<i>M</i>	<i>M36×3-6g</i> (или 6H)
Упорная однозаходная	ГОСТ 10177—81 (СТ СЭВ 1781—79)	»	<i>S</i>	<i>70×10-8g</i> (или 7H)
Упорная многозаходная	СТ СЭВ 1781—79	Наружный диаметр, ход, обозначение шага, шаг резьбы и поле допуска	<i>S</i>	<i>S80×20-8g</i> (или 7H)
Трапецеидальная однозаходная	ГОСТ 9484—81 (СТ СЭВ 146—78) — профили; ГОСТ 24737—81 (СТ СЭВ 838—78) — основные размеры; ГОСТ 9562—81 (СТ СЭВ 836—78) — допуски; ГОСТ 24738—81 (СТ СЭВ 639—77) — диаметры и шаги	Наружный диаметр, шаг резьбы и поле допуска	<i>Tr</i>	<i>Tr22×5-6g</i> (или 7H)
Трапецеидальная многозаходная	ГОСТ 24739—81 (СТ СЭВ 185—79)	Наружный диаметр, ход, обозначение шага, шаг о поле допуска	<i>Tr</i>	<i>Tr80×15(P3) 8g</i> (или 7H)
Трубная цилиндрическая	ГОСТ 6357—73 (СТ СЭВ 1157—78)	Условное обозначение, размеры резьбы в дюймах и класс точности	<i>G</i>	<i>G3/4" — A</i> (или B)*
Трубная коническая	ГОСТ 6211—69 (СТ СЭВ 1159—78)	Размер резьбы в дюймах	<i>R</i>	$1\frac{1}{2} R$ (наружная) $1\frac{1}{2} R_S$ (внутренняя)

* Знак «"» (дюйм) не пишется.

Примечание. К обозначению левых резьб добавляется *LH*.

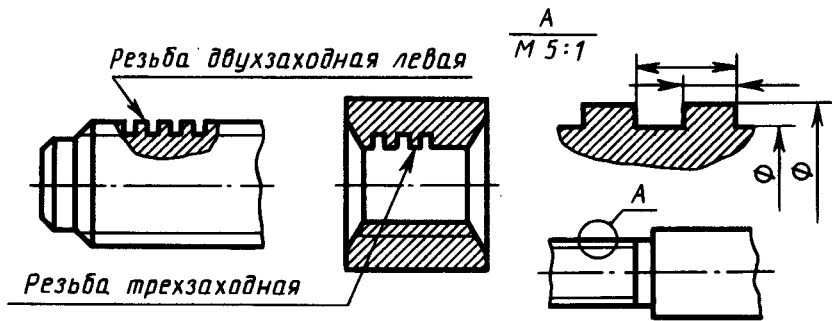


Рис. 31

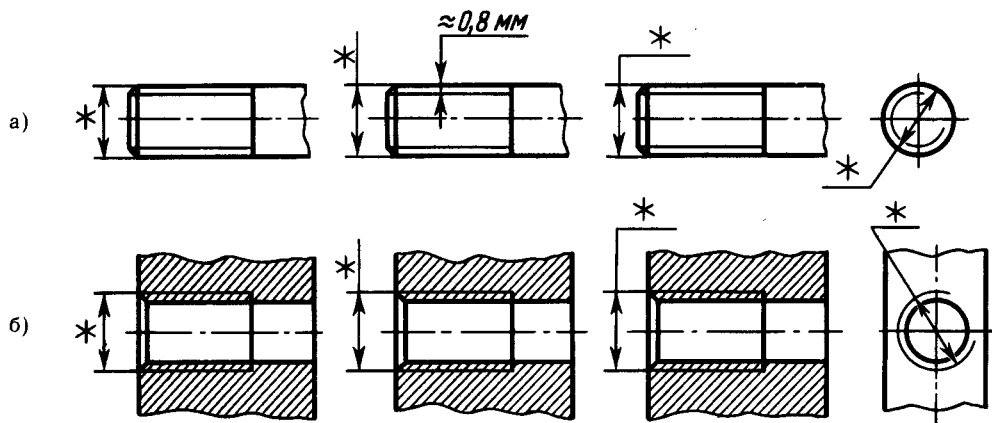


Рис. 32

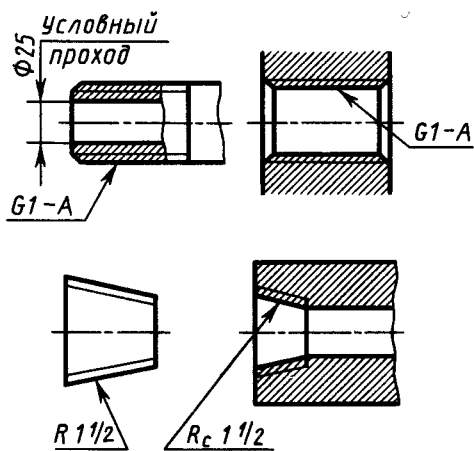


Рис. 33

Изделия 2 М12×1,5—6g×60. 88. 35Х. 029 ГОСТ..

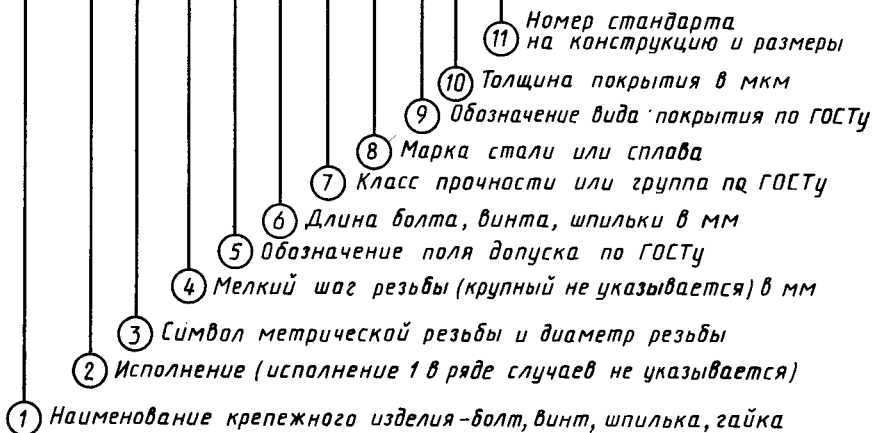


Рис. 34

поз. 4 и 5, то между поз. 3 и 6) ставят знак умножения. У гаек, естественно, параметр 6 отсутствует. Между поз. 6 и 7, 7 и 8, 8 и 9 посередине промежутков ставят четкие точки.

Поле допуска, устанавливающее величину зазоров между резьбой на стержне (болта, винта, шпильки) и в отверстиях (гайки), выбирают по ГОСТ 16093—81.

Установлены следующие поля допусков:

для резьбы на стержне — 4h (бывший класс точности 1), 6h, 6g, 6e, 6d (бывшие классы точности 2 и 2а), 8h, 8g (бывший класс точности 3);

для резьбы в отверстиях — 4H5H (бывший класс точности 1), 5H6H, 6H, 6G (бывшие классы точности 2 и 2а) и 7H, 7G (бывший класс точности 3).

От поля допусков 4h до поля 8g для стержней и от поля допусков 4H до 7G для отверстий зазоры увеличиваются, т. е. резьба изготовляется все с меньшей точностью. Студенты могут ограничиться этими сведениями, не обращаясь к указанному стандарту.

Класс прочности для болтов, винтов, шпилек выбирают из ряда 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 6.9; 8.8 и т. д. по табл. 13 и 5 ГОСТ 1759—86, а для гаек — из ряда 4, 5, 6, 8 и т. д. по табл. 2, 4, 6, того же стандарта.

При указании класса прочности в

обозначении резьбового изделия точки между цифрами не ставят, т. е. пишут 36 вместо 3.6; 46 вместо 4.6 и т. д.

Желательно, чтобы студент-заочник уяснил физическую сущность этих чисел, прочитав указанный стандарт, но основное, что надо запомнить, это то, что чем больше число, тем прочнее материал.

На учебных чертежах, выполняемых по курсу инженерной графики, допускается условно принимать, что болты, винты, шпильки изготовлены из углеродистой стали класса прочности 5.8 (в обозначении пишется 58), а гайки — из той же стали класса прочности 5, что резьба выполнена с полем допуска 6g (бывший класс точности 2) для болтов, винтов и шпилек и 6H для гайки и что они не подвергались защитным (антикоррозионным) или декоративным покрытиям.

Следовательно, обозначение болта при этих допущениях принимает вид:

Болт 2М12×2,5—6g×60.58

ГОСТ...

обозначение гайки:

Гайка 2М12×1,5—6H.5 ГОСТ...

Обозначения еще больше упрощаются, если детали имеют первое исполнение (не пишется!) и крупный шаг резьбы (не пишется):

Болт М12—6g×60.58 ГОСТ ...

Гайка М12—6H.5 ГОСТ ...

Аналогичные обозначения допускают при обозначении шайб и шплинтов:

Шайба 2.12.01.08кп ГОСТ 11371—78,

где 2 — исполнение, 12 — диаметр резьбы стержня, 01 — группа материала (углеродистая сталь);

Шайба 12.65Г ГОСТ 6402—70, где 65Г — пружинная марганцовистая сталь;

Шплинт 5×28 ГОСТ 397—79, где 5 — условный диаметр шплинта (диаметр отверстия в стержне), 28 — длина шплинта без головки.

Во всех приведенных случаях покрытия не предусмотрено.

Разновидности крепежных изделий. Они весьма разнообразны. Так, болты и винты изготовляют с различной формой головки — шестигранной, квадратной, полукруглой, потайной и др. также различны формы гаек — шестигранные, квадратные, круглые, корончатые и др. Кроме того, шестигранные гайки бывают нормальные, низкие, высокие, особо высокие Шпильки различают по длине ввинчиваемого резьбового конца (посадочного), предназначенного для ввинчивания в отверстие с резьбой: длиной, равной d — для ввертывания в детали, изготовляемые из твердых металлов — стали, латуни, бронзы; длиной $1,25d$ и $1,6d$ — для ввертывания в детали, изготовленные из более мягких металлов, например из ковкого и серого чугуна; длиной $2d$ и $2,5d$ — для резьбовых отверстий в деталях из мягких сплавов. По точности изготовления болты, шпильки, винты и гайки бывают нор-

мальной, повышенной и грубой точности. Разнообразны по форме и шайбы — круглые, косые, пружинные, многолапчатые и др. Таким образом, число стандартов, описывающих форму и размеры резьбовых изделий, весьма велико.

Полезно, если студент-заочник не сталкивался с ними в своей практической деятельности, хотя бы просмотреть справочник или учебник, в котором обычно излагают сведения о большом числе крепежных изделий. Но главное — понять, что записываемые обозначения резьбовых изделий должны быть точными, строго соответствовать стандартам.

Задание по теме 7. Вычертить: 1) болт, гайку, шайбу (и шплинт, если болт имеет отверстие под шплинт) по их действительным размерам, которые следует взять из соответствующих стандартов; 2) упоренное изображение этих же деталей в сборе; 3) гнездо под резьбу, гнездо с резьбой, шпильку отдельно и шпильку в сборе с гайкой и шайбой (и шплинтом, если задана корончатая или прорезная гайка) по их действительным размерам, которые следует взять из соответствующих стандартов.

Варианты заданий даны в табл. 18 и 19.

Чертежи выполняют карандашом на листе формата А3. Должны быть полностью указаны размеры изображаемых деталей, а на изображениях болтового и шпилечного соединения — только те, которые указаны на рис. 35. Над изображениями надписать соответствующие условные обозначения

Таблица 18

№ варианта	Резьба	Длина болта, мм	Исполнение			ГОСТ		
			болта	гайки	шайбы	болта	гайки	шайбы
1, 19, 27	M16	70	1	1	1	7798—70	5915—70	11371—78
2, 10, 18	M18	80	2	2	—	7796—70	15521—70	6402—70
3, 17, 25	M20	90	1	1	2	7805—70	5927—70	11371—78
4, 16, 24	M24	70	2	2	—	7798—70	5915—70	6402—70
5, 15, 23	M16×1,5	80	1	1	1	7796—70	15521—70	113371—78
6, 14, 22	M16×1,5	90	2	2	—	7805—70	5927—70	6402—70
7, 13, 21	M20×1,5	70	1	1	—	7805—70	5927—70	6402—70
8, 12, 20	M24×1,5	80	2	2	2	7798—70	5915—70	11371—78
9, 11, 26	M20	90	1	1	2	7796—70	15521—70	11371—78

№ варианта	Резьба	Длина шпильки, мм	Исполнение			ГОСТ		
			шпильки	гайки	шайбы	шпильки	гайки	шайбы
1, 11, 26	M16×1,5	50	—	1	—	22036—76	5918—73	6402—70
2, 12, 20	M18	55	—	1	1	22034—76	5915—70	11371—78
3, 13, 21	M20×1,5	60	—	2	—	22032—76	5918—73	6402—70
4, 14, 22	M16	50	—	1	1	22038—76	5916—70	11371—78
5, 15, 23	M18×1,5	55	—	2	—	22036—76	5918—73	6402—70
6, 16, 24	M20	60	—	1	1	22034—76	5915—70	11371—78
7, 17, 25	M16×1,5	50	—	1	2	22040—76	5918—73	11371—78
8, 10, 18	M18	55	—	1	—	22036—76	5916—70	6402—70
9, 19, 25	M20×1,5	60	—	2	2	22032—76	5918—73	11371—78

или другие поясняющие надписи, как это сделано на рис. 35.

Примечания: 1. При наличии у болта отверстия под шплинт размеры шплинта подбирают по ГОСТ 397—79 (СТ СЭВ 220—75), причем шплинт в этом случае подлежит вычерчиванию наряду с болтом, гайкой и шайбой.

2. Если в графе «Исполнение» сделан прочерк, это означает, что изделие изготавливается в единственном исполнении.

Примечания: 1. Если в шпилечном соединении применяется прорезная или корончатая гайка, то она должна навинчиваться на шпильку

так, чтобы конец последней выступал из гайки не более чем на 3—5 мм, при этом шплинт (диаметр и длина) подбирается по ГОСТ 397—79.

2. Если в графе «Исполнение» стоит прочерк, то это означает, что изделие изготавливается в единственном исполнении.

Диаметр сверленного отверстия (гнезда) под резьбу брать или из ГОСТ 19257—73 (для поля допуска 6Н), или принять условно равным приблизительно $0,85d$; глубину гнезда определить как сумму длины резьбы посадочного конца шпильки, величины недореза (сбега, равного двум шагам, недовода, равного двум шагам) плюс два шага полного профиля резьбы.

При выполнении упрощенного изображения болтового соединения руководствоваться рис. 36. Если гайка — корончатая, а шайба — пружинная, то обращаться к ГОСТ 2. 315—68.

Размеры фасок, выполняемых на резьбовых концах болта и шпильки, взять из ГОСТ 10549—80.

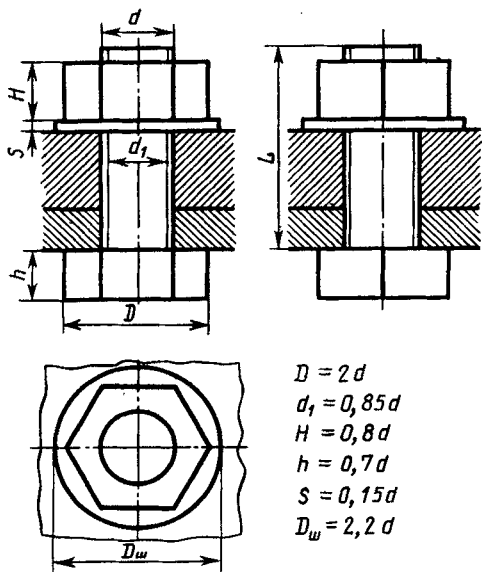


Рис. 36

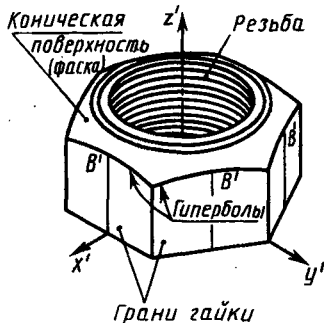


Рис. 37

Строя изображения гаек, асно понятие, что дуги кривых на гранях гаек являются дугами гипербол (рис. 37) и что они могут быть построены по правилам начертательной геометрии, изложенным в любом учебнике черчения или начертательной геометрии, но их, как правило, заменяют на изображениях дугами окружностей.

Литература. Любой справочник или учебник по черчению, изданный не ранее 1978 г., или официальные издания упомянутых выше стандартов.

Вопросы для самопроверки

1. Какое изделие называют деталью? 2. Какое изделие называют сборочной единицей? 3. Каким требованиям должен удовлетворять чертеж детали? 4. Каким требованиям должен удовлетворять чертеж сборочной единицы? 5. Как подразделяется конструкторская документация (КД) в зависимости от стадии проектирования? 6. Какие КД называют подлинниками? 7. В чем состоит различие между понятиями «ход резьбы» и «шаг резьбы»? 8. Как отличить левую от правой (на изображении и в натуре)? 9. Что такое «недорез» резьбы? из каких частей он состоит? 10. Пояснить эскизом правило: «Резьба стержня закрывает резьбу отверстия». 11. В каких случаях указывается шаг метрической резьбы? 12. Нарисуйте профиль резьбы, обозначаемой символом «S». 13. В чем особенность трубной резьбы? 14. Расшифруйте все составные элементы обозначения резьбового изделия:

Винт 2М12×1,25—6g×
×50.109.40Х.019
ГОСТ 1491—80.

Тема 8. Изображение и обозначение швов неразъемных соединений, выполняемых сваркой и пайкой

Соединения деталей при помощи сварки или пайки широко применяют в технике.

Сварка. В настоящее время существует чрезвычайно большое число ви-

дов сварки и способов их осуществления (интересующихся отсылаем к ГОСТ 19521—74 «Сварка металлов. Классификация» и к ГОСТ 2601—84 «Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения»). Столь же многочисленны и условные обозначения швов сварных соединений и способов сварки, поэтому, изучая эту тему, студент-заочник должен ознакомиться только с основными понятиями этого вида неразъемного соединения, основными правилами изображения сварных соединений и некоторыми их условными обозначениями.

Различают соединения: стыковое (рис. 38, а), нахлесточное (рис. 38, б), угловое (рис. 38, в), тавровое (рис. 38, г) и торцевое (рис. 38, д), обозначаемые символами *C, H, У, Т* соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различными способом: без скосов (рис. 38, б, в, г), со скосом одной кромки (рис. 39, б), со скосом двух кромок (рис. 38, а), с двумя симметричными скосами одной кромки (рис. 39, в), с отбортовкой кромок (рис. 39, а) и др. Для их различения к соответствующему буквенному символу добавляется еще цифровое обозначение вида подготовленных кромок: *C1, C2, C3* и т. д.; *У1, У2, У3, ...; H1, H2, H3, ...; Т1, Т2, Т3, ...*

Шов может быть односторонним (см. рис. 38, г) и двусторонним (см. рис. 39, б, в), непрерывным или прерывистым с цепным (рис. 40, а) или шахматным (рис. 40, б) расположением свариваемых участков, точечным и др.

Может потребоваться снятие усиления шва с обеих или с одной его стороны (рис. 41) или обработка наплывов и неровностей шва с плавным переходом к основному материалу. Шов может выполняться при монтаже изделия по замкнутой или незамкнутой линии, на флюсовой подушке, на стальной или флюсомерной подкладке, в среде защитного газа, с плавящимся или неплавящимся электродом и т. д. Все это находит отражение в условных обозначениях швов сварных соединений в соответствующей

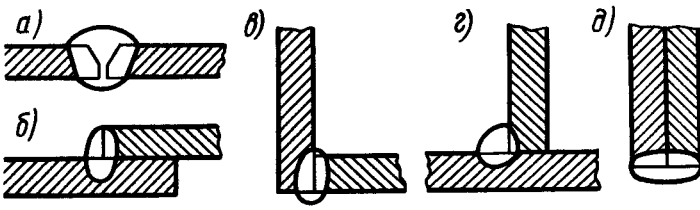


Рис. 38

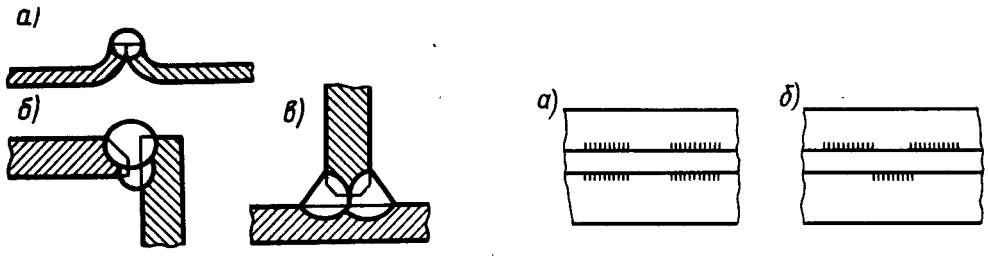


Рис. 39

Рис. 40

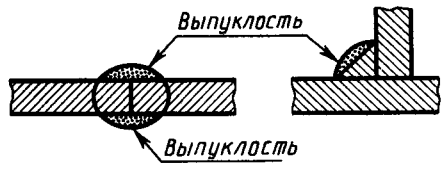


Рис. 41

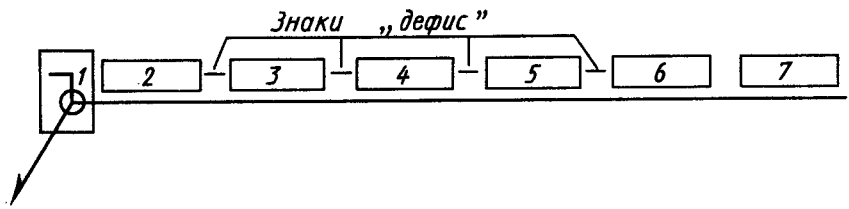


Рис. 42

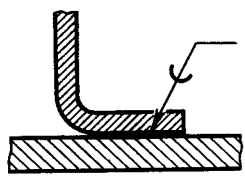


Рис. 43

щих стандартах. Так, например, принята обозначения швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, изложены в ГОСТ 5264—80; выполняемых сваркой под флюсом — в ГОСТ 8713—79; выполняемых дуговой сваркой в защитном газе — в ГОСТ 14771—76. Основные типы, конструктивные элементы и размеры точечных сварных соединений приведены в ГОСТ 14776—79 и т. д. Следовательно, чтобы правильно обозначить шов сварного соединения, надо знать вид сварки (дуговая или газовая, ручная или автоматическая и т. д.), тип шва (*C, H, У, Т*), форму подготовки кромок, требуется ли снять выпуклости, будет ли сварка производиться при монтаже (что обычно имеет место при возведении стальных каркасов зданий и других сооружений), по замкнутой линии или нет и т. д.

На рис. 42 приведена структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки. Все швы независимо от способа сварки изображаются одинаково.

Согласно ГОСТ 2.312—72, видимый шов изображают сплошной основной линией, а невидимый — штриховой линией. Видимую одиночную сварную точку отмечают знаком «+», выполняемым сплошными основными линиями. Невидимые одиночные точки не изображаются.

Условное обозначение шва наносят или на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва или одиночной сварной точки с лицевой стороны, или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны, причем на линии-выноске вначале делается односторонняя стрелка. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку, за лицевую сторону двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва. При симметрично подготовленных кромках за лицевую может быть принята любая сторона.

Если все сварные швы, изображенные на чертеже изделия, хотя и разных типов, выполняются по одному и тому же стандарту, например по ГОСТ 5264—80, его обозначение на полке не указывается, а на этот стандарт дается ссылка в технических требованиях, рассматриваемых над основной подписью.

Пайка. Способы пайки довольно разнообразны: пайка паяльником, электродуговая, электронным лучом, лазером и др. (интересующихся отсылаем к ГОСТ 17349—79 «Пайка. Классификация способов»). Разновидностью пайки является лужение. При пайке применяются различные припои: медные, цинковые, цинково-медные, серебряные и др. (см. ГОСТ 19248—73 «Припои. Классификация»). Наиболее широко применяется пайка оловянно-свинцовым припоем при изготовлении таких изделий, как холодильники, радиаторы и т. п., например припоями ПОС-40, ПОС-61, ПОС-90 и др. (цифры указывают содержание в процентах олова, остальное — свинец), в радиотехнике и т. п.

Условные обозначения паяных швов аналогичны условным обозначениям сварных швов, но с добавлением литеры «П». Например, нахлесточное соединение обозначается ПН (ПН-1, ПН-2 и др.), тавровое — ПТ (ПТ-1, ПТ-2 и т. д.), угловое — ПУ (ПУ-1, ПУ-2, ПУ-3). Однако стыковое паяное соединение в отличие от сварного обозначается ПВ (паяние встык — ПВ-1, ПВ-2 и т. д.), а литерами ПС (ПС-1, ПС-2 и т. д.) обозначается соприкасающийся тип паяного соединения (подробнее см. ГОСТ 19249—73 «Соединения паяные. Основные типы и параметры»).

Правила изображения швов, получаемых пайкой, изложены в ГОСТ 2.313—82 (СТ СЭВ 138—81) «Условное изображение неразъемных соединений». Согласно стандарту, место соединения элементов, начерченных в разрезе и на видах, показывают толстой сплошной линией (рис. 44) толщиной $2s$. От места пайки проводится начинающаяся двусторонней

Бывшие классы	Среднеарифметическое отклонение Ra, мкм, не более			Высота шероховатостей Rz, мкм, не более			Базовая длина L, мм
	a	b	в	a	б	в	
1	80	—	—	320	—	—	8
2	40	—	—	160	—	—	
33	20	—	—	80	—	—	
4	10	—	—	40	—	—	2,5
5	5	—	—	20	—	—	
6	2,5	2,0	1,6	10	8	—	0,8
7	1,25	1,0	0,8	6,3	5,0	4,0	
8	0,63	0,5	0,4	3,2	2,5	2,0	
9	0,32	0,25	0,20	1,6	1,25	1,0	0,25
10	0,16	0,125	0,10	0,8	0,63	0,50	
11	0,08	0,063	0,05	0,4	0,32	0,25	
12	0,04	0,032	0,025	0,2	0,16	0,125	
13	0,02	0,016	0,012	0,1	0,08	0,063	
14	0,01	0,008	0,006	0,05	0,04	0,08	

стрелкой (или точкой при указании невидимых плоскостей соединения) тонкая линия-выноска, заканчивающаяся полкой, на которой размещаются символы и знаки, характеризующие соединение. На линии-выноске, между стрелкой и полкой, наносится сплошной основной линией символ пайки (рис. 44).

Задание по теме 8. На листе формата А3 выполнить следующее:

1. Перечертить рис. 44. В графе 1 основной надписи (содержание чертежа) написать: Неразъемные соединения.

Вопрос для самопроверки. Расшифруйте обозначение сварного шва, расположенного под полкой линии-выноски,

ГОСТ 15878—79—Н6—Кр—6×
×50/100

Указание: воспользоваться ГОСТ 2.312—72.

Тема 9. Составление эскизов деталей машин

В учебной практике под эскизом подразумеваются конструкторские документы, выполняемые: 1) от руки, т. е. без применения чертежных инструментов; 2) в глазомерном масштабе,

т. е. без соблюдения масштаба из числа установленных ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1181—78); сохраняется только приблизительная пропорциональность между элементами детали. При этом полностью соблюдаются все остальные требования стандартов ЕСКД.

Задание по теме 9. 1. Выполнить три эскиза деталей (в их числе эскиз шестерни). 2. По одному из эскизов выполнить чертеж детали и ее аксонометрическое изображение. Эскизы выполняются на писчей бумаге в клетку на формате А3, каждый (допускается склеивание листов, вырванных из тетради; при склеивании следить за совпадением линий сетки) чертеж выполняется на чертежной бумаге формата А3. В графе 1 основной надписи написать наименование деталей. Эскизы и чертеж с аксонометрией пронумеровать, как показано на рис. 49, 50 и 52.

Задание на эскизирование выдается на У КП, при этом указывается, по какому эскизу выполнять чертеж детали с аксонометрией.

Указания по выполнению задания. Практика выработала определенную последовательность операций при выполнении эскиза, которой надо строго

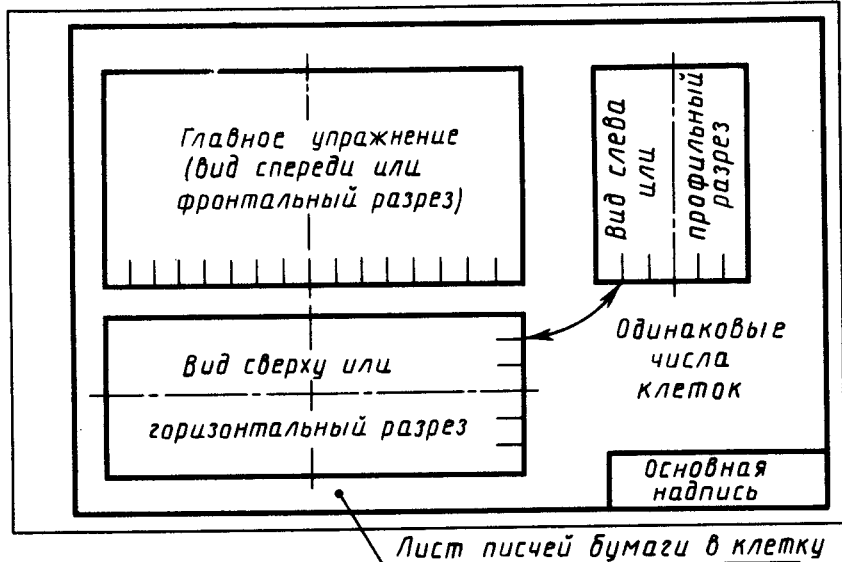


Рис. 45

придерживаться (это в значительной мере предотвратит совершение ошибок).

1. Подготовить три листа писчей бумаги в клетку формата А3; нанести рамку поля чертежа (рис. 45) и рамку основной надписи (если на УКП не имеется резинового трафарета) от руки, без применения линейки. Карандаш М или 2М.

2. Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее назначение, конструктивные особенности, выявить поверхности, которыми она будет соприкасаться с другими деталями при сборке изделия, составной частью которого она является, и т. д. Нельзя упрощать конструкцию детали и опускать линейные уклоны, галтели, зенковки, смазочные канавки и т. п., в особенности фаски (рис. 46), которые студенты часто не показывают на своих эскизах, считая их несущественными. Отметим, что внимательный осмотр деталей развивает способность к критическому анализу формы изделия, весьма важную для последующей конструкторской деятельности.

3. Наметить необходимое (минимальное с учетом условностей, установленных ГОСТ 2.305—68) число

изображений — видов, разрезов, сечений, которые в своей совокупности должны выявить форму детали с исчерпывающей полнотой. Особое внимание уделить выбору главного изображения (изображение на фронтальной плоскости проекций, см. рис. 45); оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали (ГОСТ 2.305—68, п. 1.3).

4. Выделить на листе соответствующую площадь в виде прямоугольника для каждого изображения; провести осевые линии. Нанести тонкими линиями линии видимого контура на видах и разрезах (не штриховать!), добавить полезные линии невидимого контура, позволяющие избежать построения дополнительного вида (рис. 47). Оси проекций и линии связи не проводить. Все линии по возможности проводить по линиям имеющейся на бумаге сетки. Центры кругов помещать в точках пересечений линий сетки. Окружности больших радиусов можно проводить циркулем тонкими линиями с последующей их обводкой.

5. Построив все изображения и убедившись в их правильности, обвести линии контура, придав им толщину 0,8—1 мм; заштриховать разрезы.

6. Нанести размерные и необходимые выносные линии, как бы мысленно изготовляя деталь. Никаких измерений при этом не производить! Помните, что минимальное расстояние между параллельными размерными линиями и между размерной линией и параллельной ей линией контура не должно быть менее 7 мм. Лучше делать их равными 10 мм (рис. 48).

7. Нанести обозначения шероховатости поверхностей*, руководствуясь табл. 21. Высота знаков 5 мм.

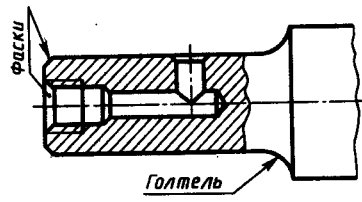


Рис. 46

Таблица 21

Примерные параметры шероховатости поверхности	Типичные поверхности деталей, соответствующие данному классу чистоты
—	Поверхности, к которым не предъявляется особых требований в отношении шероховатости поверхности
400—160	Грубо обработанные поверхности, полученные после черновых операций, черногого строгания, сверления, растачивания
80	Свободные поверхности валов, стоек, грубых ручек, корпусов, кроиштейнов. Поверхности отверстий из-под сверла
40	Поверхности корпусов, кроиштейнов, втулок, крышек и других деталей, прилегающих к другим поверхностям, но не являющихся посадочными. Наружные несоприкасающиеся поверхности зубчатых колес и т. д.
6.3	Поверхности зуба зубчатых колес. Сопряженные плоскости неподвижных соединений; торцовые поверхности деталей, прилегающие к другим деталям, т. п. Наружная поверхность зубчатого венца. Внутренние поверхности корпусов под подшипники качения
3.2	Посадочные поверхности зубчатых колес, червяков, втулок. Отверстия подшипников скользящего трения
1,6	Рабочие шейки коленчатых и распределительных валов. Рабочие поверхности ходовых винтов. Поверхность вала под подшипники качения
0,8	Посадочные поверхности точных осей и валов малого диаметра

Примечание. На чертеже указываются соответствующие числовые значения параметра Ra или Rz . См. табл. 20.

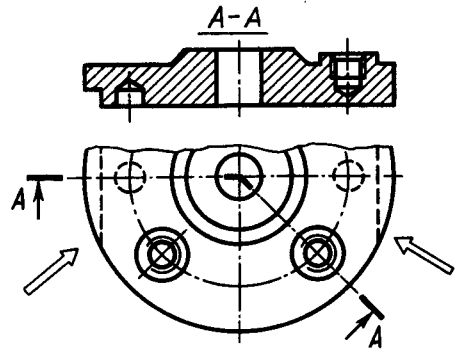


Рис. 47

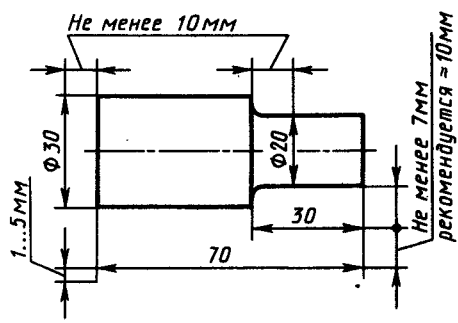


Рис. 48

8. Произвести обмер детали и вписать в эскиз размерные числа шрифтом 5 по ГОСТ 2.304—81. Обозначить резьбу (проверить шаги), размеры проточек согласовывать с ГОСТ 10549—80. О приемах обмера деталей прочитать в любом учебнике по черчению.

9. Заполнить основную надпись (наименование детали, обозначение

* Эта операция обязательна только для студентов механико-машиностроительных специальностей.

эскиза и т. д.). Материал допускается указывать в элементарной форме: сталь, чугун, бронза, но если заочник располагает уже знаниями марок материалов, то лучше писать, например, *Сталь 20 ГОСТ 1050—74;*

Бр. АЖ9-4 ГОСТ 493—79 и т. п.

10. Внимательно осмотреть эскиз, внося при необходимости соответствующие поправки.

Следует иметь в виду, что чем тщательнее будут выполнены эскизы, тем легче по ним составлять чертеж и аксонометрию. На рис. 49 приведен пример правильно выполненного эскиза.

Пояснение к эскизу шестерни (зубчатого колеса). Как указывалось выше, объектом для третьего эскиза служит цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми некорригированными зубьями. Правила выполнения чертежей цилиндрических и конических зубчатых колес, изложенные в ГОСТ 2.403—75 (СТ СЭВ 859—78) и 2.405—75 (СТ СЭВ 859—78), в полном объеме могут быть изучены только в курсах деталей машин и теории механизмов и машин. В курсе инженерной графики студент-заочник должен получить только самое общее представление об основных параметрах зубчатого колеса — шаге, модуле, диаметрах вершин и впадин зубьев, делительном диаметре и некоторых других; знать, что зубья на плоскости, перпендикулярной оси шестерни, изображают условно: сплошной основной линией показывают окружность выступов зубьев, штрихпунктирной тонкой — начальную или делительную окружности, окружность же впадин показывается только на изображении цилиндрической шестерни (не обязательно). При необходимости показать профиль зуба применяют местный разрез или выносной элемент.

Отметим, что таблица параметров на рис. 50* по понятной причине содержит меньше данных по сравнению с таблицами, применяемыми на заводских рабочих чертежах. Только после

изучения этой темы в курсе деталей машин и ряде других студент сможет на чертежах шестерен помещать подробную таблицу параметров, отвечающую требованиям производства. Выполнив разрез, учесть, что зубья шестерен в продольном разрезе всегда показываются незаштрихованными.

На эскизе шестерни должны быть указаны модуль m и число зубьев z . Эти параметры обязательно указываются на рабочем чертеже любой шестерни. Зная модуль, рабочий получает режущий инструмент соответствующего модуля (фрезу, рейку). Значение z необходимо знать для настройки делительного устройства станка. Модуль показывает число миллиметров диаметра делительной окружности на один зуб шестерни, т. е.

$$m = d/z, \text{ отсюда } d = mz. \quad (1)$$

Вывод этой формулы весьма прост (вывод надо знать твердо). Из рис. 51 легко видеть, что

$$\pi d = P_t z,$$

где P_t — шаг, измеренный по дуге делительной окружности. Отсюда

$$d = P_t / \pi z. \quad (2)$$

Обозначая величину P_t/π через m , получим формулу (1). Так как z — всегда целое число, то P_t — число несоизмеримое. Принимая P_t кратным π , мы исключаем последнее из уравнения (2) и освобождаемся, таким образом, от необходимости пользоваться несоизмеримыми числами.

Высота головки зуба обычно равна модулю, т. е. $h_a = m$. Тогда диаметр окружности выступов, очевидно, определится формулой

$$d_a = d + 2m_t = mz + 2m = m(z + 2).$$

При снятии эскиза следует измерить наружный диаметр шестерни d и, подсчитав число зубьев z , определить модуль в мм: $m = d_a / (z + 2)$.

При составлении эскиза шестерни возможно, что полученное значение модуля будет несколько отличаться от стандартного (см. ГОСТ 9563—60, его можно найти в любом справочнике

* Форму, размеры и содержание таблицы см. в ГОСТ 2.403—75.

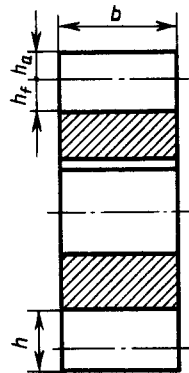
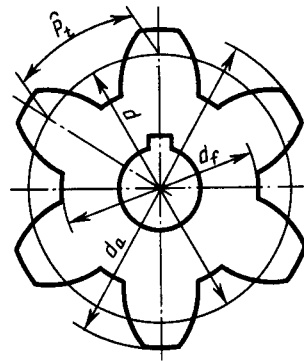
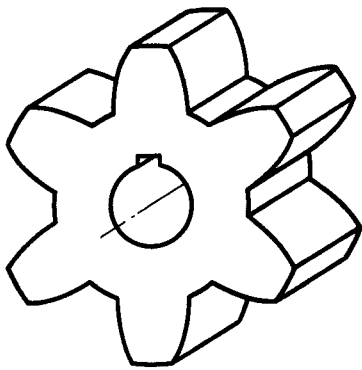


Рис. 51

или учебнике по черчению). Тогда следует принять ближайшее значение стандартного модуля и сделать перерасчет, уточнив замеренные величины.

Высота h_i ножки зуба обычно берется равной $1,25m$. Эскиз шестерни оформить так, как показано на рис. 50.

Пояснения к чертежу детали и ее аксонометрическому изображению. Чертеж детали будет отличаться от ее эскиза только тем, что изображения на нем будут выполнены в масштабе (1:1; 1:2; 2:1 и т. д. в зависимости от размеров детали). Практику построения аксонометрических изображений (теория изучена в курсе начертательной геометрии) студент получил при выполнении предыдущей контрольной работы. Вид аксонометрической проекции — ортогональная изометрическая или диметрическая (см. ГОСТ 2.317—69) (СТ СЭВ 1979—79) — следует выбрать самостоятельно. Диметрию следует предпочесть для деталей удлиненных форм. На чертеже детали и ее аксонометрии обозначить оси отнесения; подписать вид аксонометрии и ее масштаб, например: «Изометрия. $M_A 1,22:1$ » (рис. 52).

Обозначение шероховатости поверхностей. Если рассмотреть в сильную лупу или под микроскопом поверхность какой-либо детали, то даже на хорошо отполированной поверхности заметны микронеровности. Высота этих неровностей имеет большое значение. Чем меньше микронеровнос-

ти, тем меньше поверхность детали подвергается вредному воздействию внешней среды (коррозии), поэтому, проектируя машины, конструктор задает не только точность, с какой должны быть выдержаны размеры элементов детали, но и допустимую величину шероховатостей.

Для оценки качества поверхности ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) установил шесть параметров. В курсе инженерной графики студент знакомится только с двумя из них: средним арифметическим отклонением профиля (символ Ra), иначе средним арифметическим значением ординат Y_1, Y_2, \dots, Y_n некоторого количества точек профиля (рис. 53), выражаемым формулой

$$Ra \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|, \text{ мкм.}$$

и высотой неровностей профиля на некоторой базовой длине l по 10 точкам (символ Rz), определяемой формулой

$$Rz = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}$$

В табл. 20 даны числовые значения параметров Ra и Rz для бывших 14 классов шероховатости, а в табл. 21 — соответствующие рекомендации*.

Правила нанесения обозначений шероховатости на чертежах установлены ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79). Ниже приводятся краткие извлечения из этого стандарта.

Согласно стандарту, в обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, приведенных на рис. 54. Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел (3,5—5 мм), высота $H = (1,5 \dots 3)h$. Толщина линий знаков $s/2$. При необходимости к удлинённому штриху добавляется полка, на которой помещают дополнительные сведения о способе образования поверхности.

Обозначения располагают на линиях видимого контура, выносных линиях, на тех видах, разрезах и сечениях, на которых проставлены соответствующие размеры, или на полках линий-выносок, возможно ближе к размерным линиям. При недостатке места допускается располагать их на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 55). На линии невидимого контура допускается наносить обозначения шероховатости только в случаях, когда эта линия используется для отсчета размера.

На рис. 56 показано, как надо располагать знаки относительно основной надписи чертежа, причем в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.

При указании одинаковой шерохо-

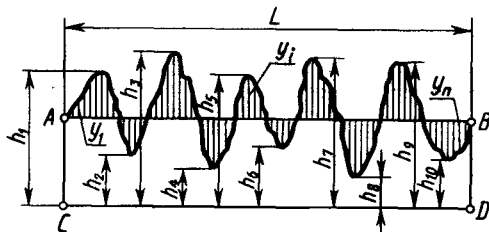


Рис. 53

ватости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 57). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должна быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

При указании одинаковой шероховатости для большей части поверхности изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение шероховатости поверхности и знак по рис. 54, а, заключенный в скобки. Это означает, что все поверхности, на изображении которых не нанесены обозначения шероховатости (см. рис. 54, в), должны иметь шероховатость, указанную перед знаком в скобках (рис. 58). Размеры знака в скобках должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении. Аналогично поступают, когда часть поверхностей не обрабатывается по данному чертежу (рис. 59), т. е. сохраняется в состоянии «поставки». При наличии на изделии поверхностей, шероховатость которых не указывается, обозначение шероховатости или знак по рис. 54, в в правый верхний угол чертежа не выносят.

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз независимо от числа изображений. К повторяющимся поверхностям не относятся симметрично расположенные поверхности. Обозначение шероховатости рабо-

* За основу взята таблица, помещенная в книге «Детали машин» под ред. Н. И. Колчина (М., 1953).

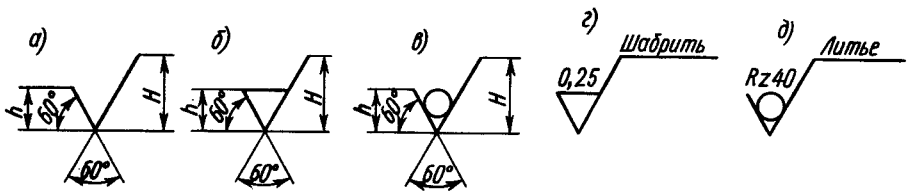


Рис. 54

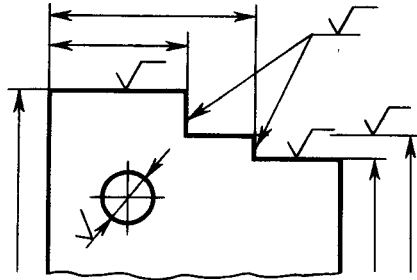


Рис. 55

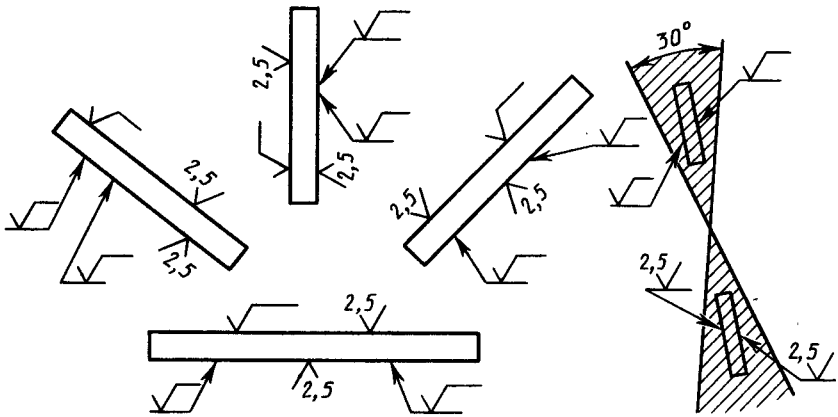


Рис. 56

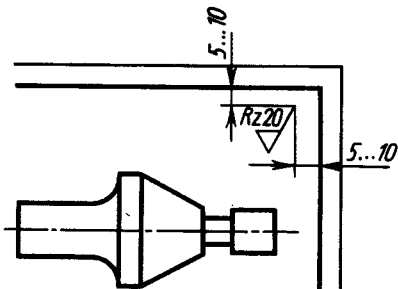


Рис. 57

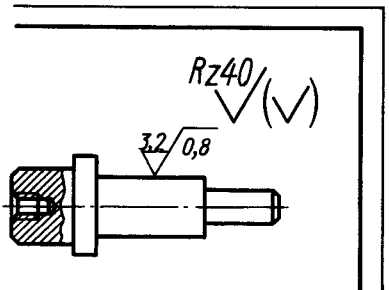


Рис. 58

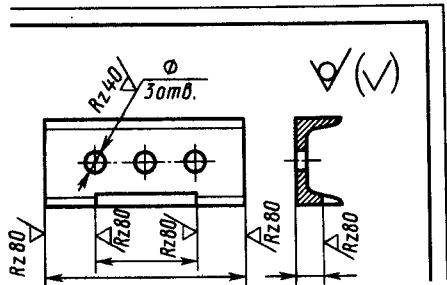


Рис. 59

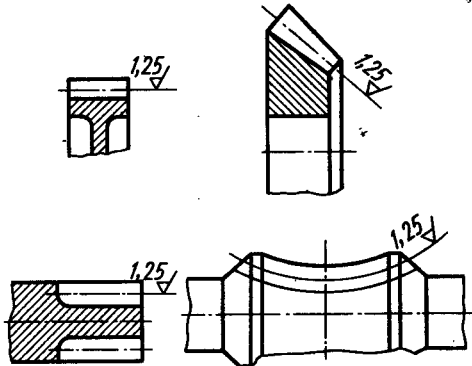


Рис. 60

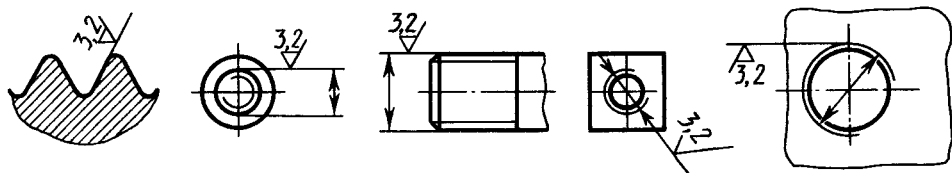


Рис. 61

чих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис. 60). Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля или условно на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или ее продолжении (рис. 61).

Если шероховатость поверхностей, изображения которых образуют контур, должна быть одинаковой, то обозначение шероховатости наносят, как показано на рис. 62.

Обозначать шероховатость поверхностей заданных деталей следует только после внимательного их осмотра и уяснения условий их работы. Полезно, если есть возможность, посоветоваться об этом с технологом предприятия, на котором работает заочник. Шероховатость поверхностей детали определяют специальными приборами. Более подробные сведения интересующиеся могут найти в ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) и 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79). Весьма по-

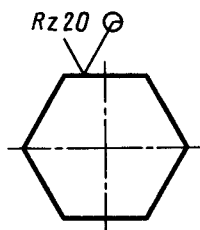


Рис. 62

лезные сведения по этому вопросу содержатся также в «Методических указаниях по внедрению ГОСТ 2789—73» (М., 1975).

О задании размеров. Выполняя эскизы, заочник впервые встретится с необходимостью самостоятельно решать, какие указать размеры и как их расположить на поле чертежа (эскиза). Размеры детали можно разделить на три группы:

1) размеры геометрические (параметры формы), определяющие величину каждого простого геометрического тела (его поверхности), из которых складывается геометрическая форма детали;

2) размеры относительные

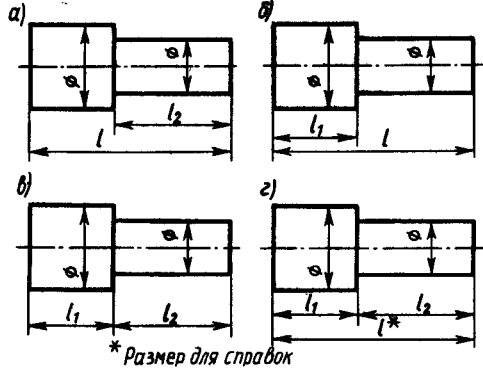


Рис. 63

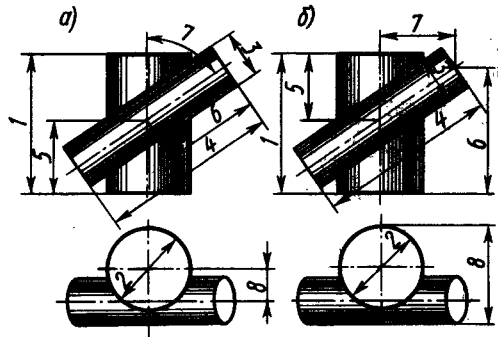


Рис. 64

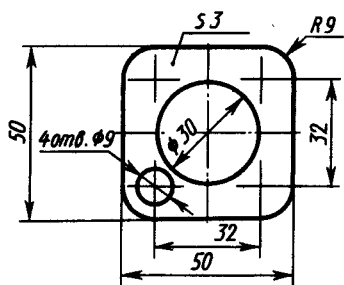


Рис. 65

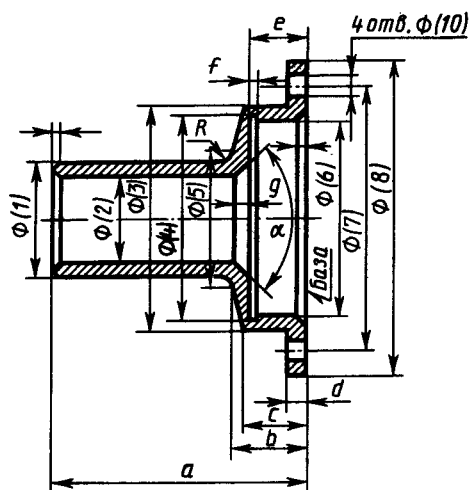


Рис. 66

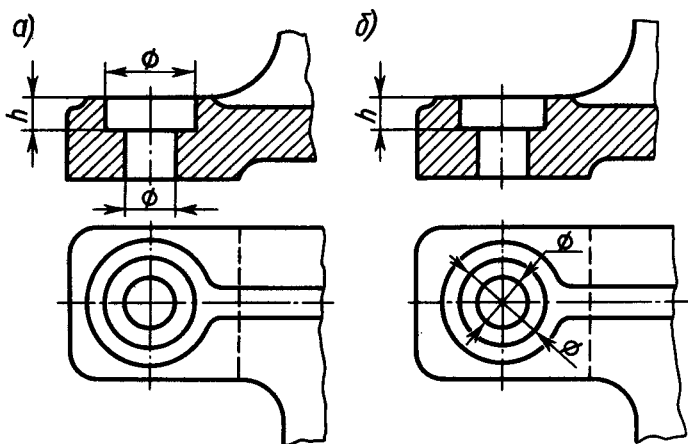


Рис. 67

(параметры положения), определяющие положение простых геометрических тел (их поверхностей) относительно друг друга. Геометрические и относительные размеры должны определять в своей совокупности форму детали, и, следовательно, каждый из них должен быть использован при ее изготовлении и проверен при приемке готовой детали;

3) размеры, служащие для той или иной справки, а потому и называемые справочными. К ним, в частности, относятся габариты. Справочные размеры запрещается использовать при изготовлении детали, они не контролируются при приемке готовой детали, а потому оговариваются знаком «*» и надписью «*Размеры для справки», располагаемой над основной надписью чертежа (рис. 63, *a—z*).

Количество геометрических и относительных размеров некоторой детали, форма которой представляет собой комбинацию из основных геометрических тел (их поверхностей), есть для нее величина постоянная, которая, вообще говоря, может быть подсчитана.

На рис. 63 показан ступенчатый валик, состоящий из двух соосных цилиндров вращения. Легко видеть, что в данном случае для изготовления детали достаточно задать четыре размера. Исключение хотя бы одного из них делает чертеж негодным к употреблению (метрически неопределенным). Однако они могут быть заданы различным образом, и от конструктора зависит выбор наиболее целесообразного варианта.

На рис. 64, *a* оси цилиндров скрещиваются, и для изготовления детали требуется задать восемь размеров (четыре геометрических и четыре относительных, устанавливающих положение цилиндров относительно друг друга). Как и в предыдущих случаях, размеры можно задать различным образом, например, и так, как на рис. 64, *b*, но при любой их комбинации мы получим восемь размеров.

Итак, для данной детали сумма гео-

метрических и относительных размеров есть величина постоянная. Однако практика выработала ряд условностей, позволяющих уменьшать количество проставляемых на чертеже размеров. Так, на чертеже прокладки (рис. 65) видно, что все четыре ее угла скруглены одним и тем же радиусом и что центр окружности совпадает с центром квадрата (в курсе черчения не требуется указывать предельные отклонения формы и расположения поверхностей, см. ГОСТ 2.308—79). Количество размеров, проставляемых на чертеже, может быть также сокращено применением соответствующих знаков или записей в технических требованиях.

Задание размеров связано с выбором баз для отсчета размеров. Базами называют элементы (плоскости, линии, точки), от которых ведется отсчет размеров других элементов детали (изделия). На рис. 66 показана деталь, у которой основной базой является привалочная плоскость, от которой отсчитываются размеры *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали, следует группировать на том изображении данного элемента, на котором достигается наиболее ясное его изображение. Так, на рис. 67, *a* размеры, нужные для изготовления отверстия с цилиндрической зенковкой, сосредоточены на фронтальном разрезе (на котором это отверстие изображено наиболее ясно), и нет нужды их разыскивать на разных изображениях, как это пришлось бы делать, если нанести размеры по рис. 67, *b*.

Обязательно указывать расстояние между осевыми линиями, между осевыми линиями и параллельными им обработанными плоскостями, принятыми за базы для отсчета размеров, и между параллельными обработанными плоскостями. В качестве примера на рис. 68 показан чертеж кронштейна. Известно, что этот кронштейн должен примыкать к станине некоторой машины плоскостями *B* и *C* и укрепляться на ней двумя болтами.

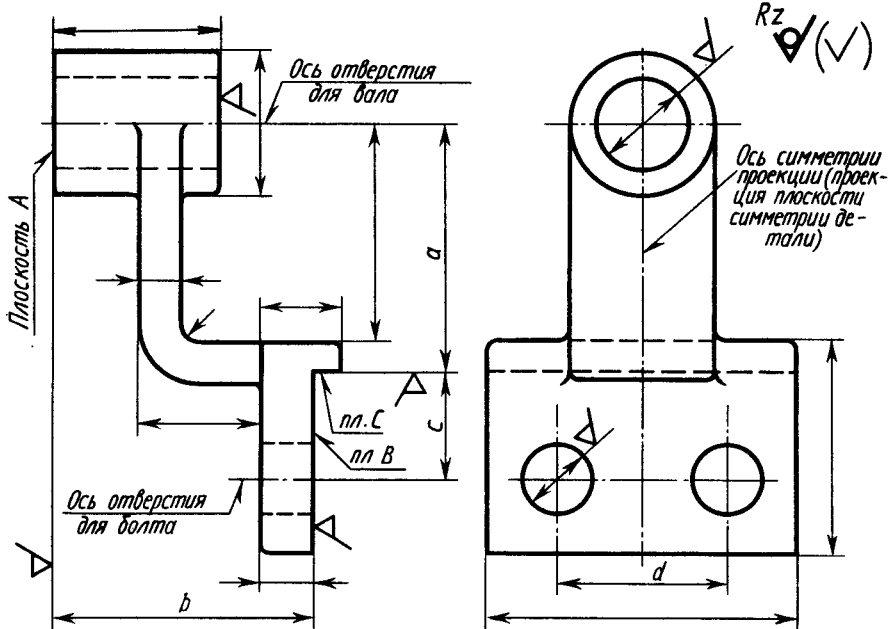


Рис. 68

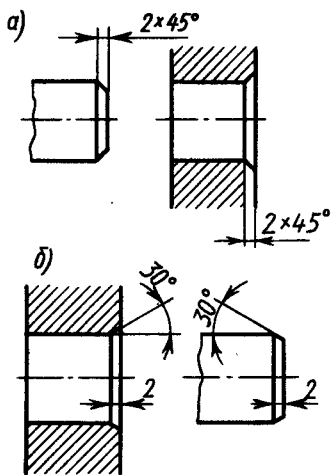


Рис. 69

ми плоскостями А и В (это расстояние характеризует так называемый вылет кронштейна); 3) расстояние c между осями отверстий для болтов и параллельной им плоскостью С; 4) расстояние между осями отверстий для болтов. От этих же баз, за некоторыми исключениями, ориентированы и остальные размеры детали.

Размеры конических фасок с углом между образующей и осью конуса, равным 45° , указывать по одному из вариантов на рис. 69, а; размеры фасок с углом, отличным от 45° , как на рис. 69, б.

Вопросы для самопроверки

1. В какой последовательности надо выполнять эскиз детали с натуры?
2. Изобразите элемент детали, содержащей галтель.
3. Сформулируйте определение понятия «модуль зубчатого колеса».
4. Нарисуйте знаки, применяемые при обозначении шероховатости поверхности.
5. Какие символы применяют при указании величин шероховатости? Примечание.

Относительно этих привалочных плоскостей В и С, являющихся в данном случае сборочными базами, должны быть указаны: 1) расстояние a между осью отверстия для вала и параллельной ей привалочной плоскостью С; 2) расстояние b между параллельны-

вопросы 4 и 5 только для студентов механико-машиностроительных специальностей. 6. Какие размеры называются справочными? Когда их применяют?

Тема 10. Выполнение сборочного чертежа машиностроительного изделия

Задание по теме 10. Требуется:

- 1) составить схему деления изделия (сборочной единицы) на составные части;
- 2) составить спецификацию;

3) выполнить эскизы всех частей сборочной единицы; 4) выполнить сборочный чертеж.

Схему и спецификацию выполнять на отдельных листах формата А4 с основными надписями по форме 2 ГОСТ 2.104—68 (рис. 70 и 71)*, эскизы — на листах писчей бумаги в клетку, приведенных к стандартным форматам А4 или А3 в зависимости от

* Рекомендуется использовать бланки для спецификаций, если таковые имеются по месту работы заочника

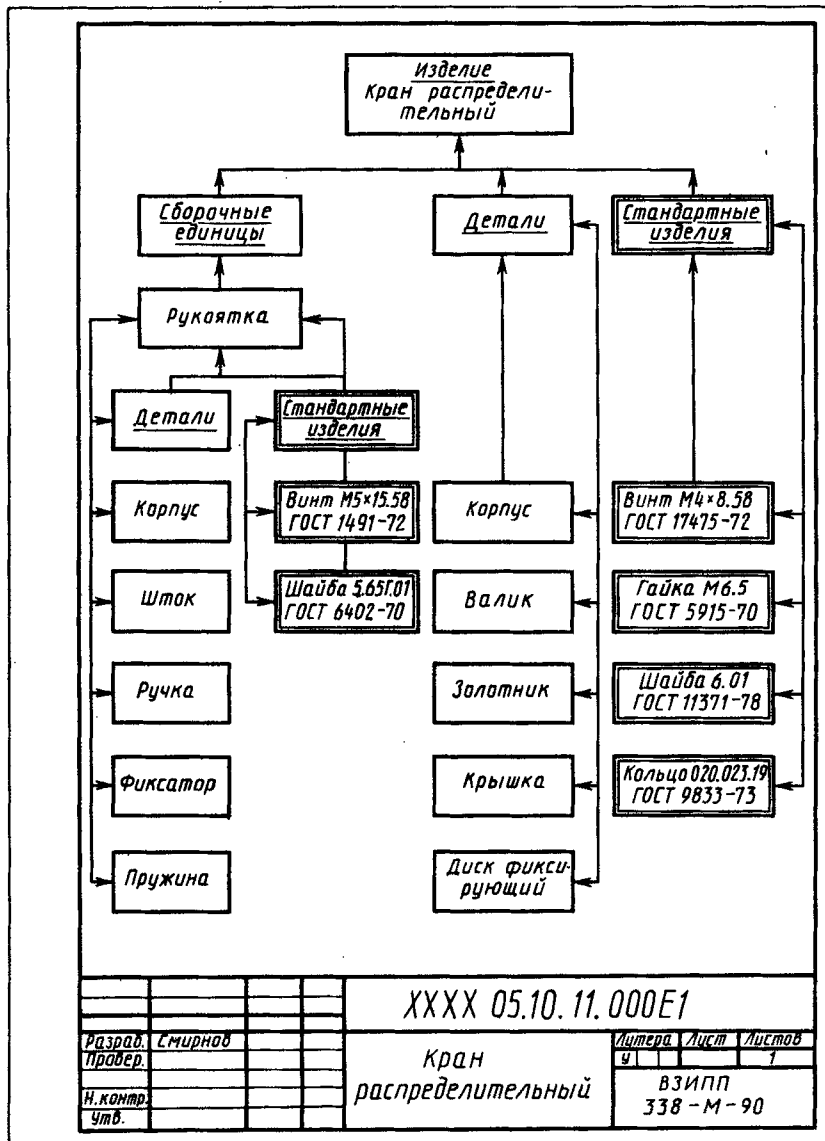


Рис. 70

Кол.	Примечание	Наименование	Обозначение	Лист	Зона	Лист
10	22	Документация		70	6	8
1		Сборочный чертеж	XXXX 05.10.11.000 СБ		А2	
1		Схема структурная	XXXX 05.10.11.000 Е1		А4	
		Сборочные единицы				
1		Рукоятка	XXXX 05.10.11.100		А4	1
		Детали				
1		Корпус	XXXX 05.10.11.001		А3	2
1		Валик	XXXX 05.10.11.002		А4	3
1		Золотник	XXXX 05.10.11.003		А4	4
1		Крышка	XXXX 05.10.11.004		А4	5
1		Диск фиксирующий	XXXX 05.10.11.005		А4	6
		Стандартные изделия				
3		Винт ВМ4-6г×8,58 ГОСТ 1490-80				7
1		Гайка М6-6Н ГОСТ 5915-70				8
1		Шайба 6.01-08кп ГОСТ 11371-78				9
1		Кольцо О20.023.19 ГОСТ 9833-73				10
XXXX 05.10.11.000						
Кран распределительный				Литера/лист/лист		
				у/ / /		
				ВЗИПП		
				338 - М - 90		
40	И.контр.	Смирнов				
	Литера					
	Лист					
	Листов					
	И.контр.					
	Чит.					

Рис. 71

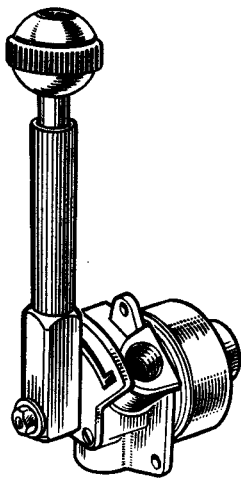


Рис. 73

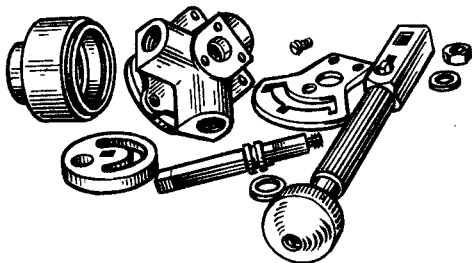


Рис. 74

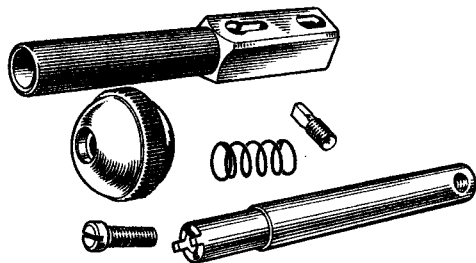


Рис. 75

сложности детали; сборочный чертеж — на листе чертежной бумаги формата А1 и А2 в зависимости от сложности и величины изображаемого изделия; для малогабаритных изделий применять масштабы увеличения в соответствии с ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78). Пример выполнения сборочного чертежа дан на рис. 72. Все чертежи и эскизы брошюруют в такой последовательности: 1) схема изделия; 2) спецификация; 3) эскизы деталей, входящих непосредственно в изделие; 4) эскизы сборочных единиц, спецификации к ним и входящих в них деталей; 5) сборочный чертеж.

Литература. ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76); 2.102—68; 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75); 2.104—68 (СТ СЭВ 365—76); 2.108—68 (СТ СЭВ 365—76 и СТ СЭВ 140—74); 2.109—73; [4, разд. I, пп. 4—7; разд. II, пп. 12—14; разд. VII]; [3, гл. VII, VIII].

Указания по выполнению задания. Приступая к выполнению задания, выбрать самостоятельно, если есть возможность, по месту работы или получить по указанию преподавателя в кабинете черчения изделие (сборочную единицу), например вентиль, пробковый кран, домкрат, тиски, клапан запорный и т. п. изделие, состоящее из 7—10 деталей, не считая стандартных (рис. 73).

Ознакомиться с изделием: выяснить его назначение, рабочее положение, устройство и принцип действия, способы соединения составных частей, последовательность сборки и разборки. После этого:

1. Разобрать изделие на составные части (рис. 74), выделив сборочные единицы (детали одной из них см. на рис. 75), отдельные детали (т. е. детали, не входящие в состав сборочных единиц, а входящие непосредственно в изделие — в целом, рис. 76), стандартные детали (рис. 77), материалы; установить их наименования.

2. Составить схему деления изделия на составные части, руководствуясь рис. 70. Рекомендуется проверить ее у преподавателя.

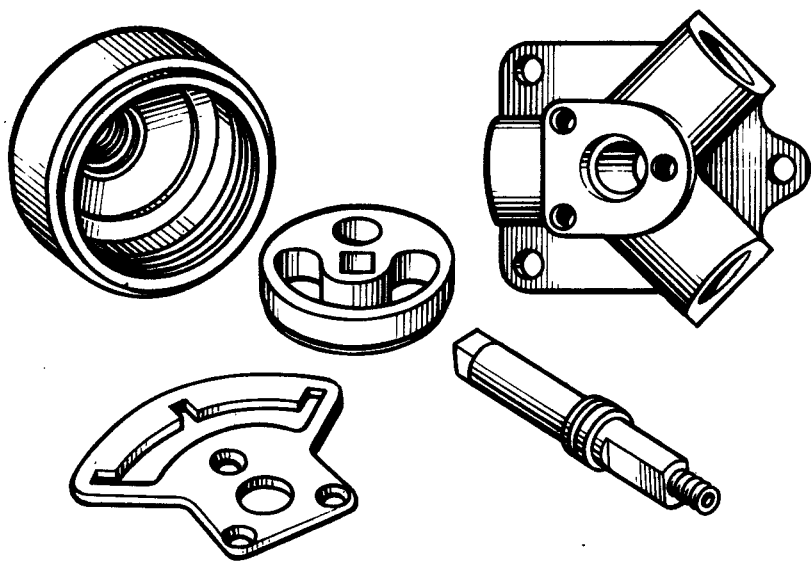


Рис. 76

При обозначении составных частей изделия руководствоваться рис. 11, добавив к обозначению через точку: три нуля и шифр СБ для сборочного чертежа изделия; числа 100; 200; 300 и т. д. для сборочных единиц, входящих в состав изделия (в приведенном выше примере в состав крана распределительного входит только одна сборочная единица — рукоятка, см. рис. 75); числа 001, 002, 003 и т. д. для деталей, не входящих в состав сборочных единиц, а входящих непосредственно в изделие (в приведенном примере их пять, см. рис. 76); числа 101; 102; 103 и т. д. для деталей, входящих в состав сборочной единицы 100; числа 201; 202; 203 и т. д. для деталей, входящих в состав сборочной единицы 200, и т. д.

Напомним, что обозначение составной части изделия является одновременно и обозначением конструкторского документа (чертежа, эскиза), на котором изображена эта составная часть (с добавлением соответствующего индекса).

Об использовании знаков, условно обозначенных XXXX, дает указания кафедра. Если таких указаний нет, то их можно не наносить.

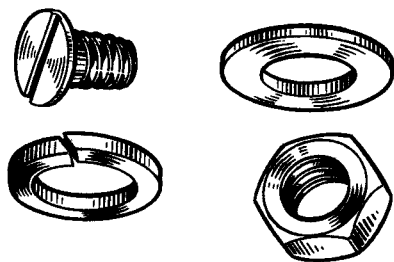


Рис. 77

Для стандартных изделий установить их параметры и обозначить их в соответствии с ГОСТом на этот вид изделия, например:

Гайка М6.5 ГОСТ 5915—70;
Шайба 2.12.01 ГОСТ 11371—78;
Прокладка Р30×38×1,5 МН
 3138—62.

В обозначении: *Ал* — прокладка из алюминия, *М* — из меди, *П* — из паронита, *К* — из картона, *Ф* — из фибры, *Р* — из резины. Далее указываются размеры диаметра внутреннего отверстия, диаметра наружного и толщины; *МН* — обозначение нормалей машиностроения, все они постепенно заменяются ГОСТами или ОСТами (отраслевыми стандартами). Повторно прочитать параграф «Обозначение крепежных изделий» настоящего пособия.

— 3. Составить спецификацию изделия, содержащую перечень составных частей, входящих в специфицируемое изделие, текстовые конструкторские документы, относящиеся к этому изделию (в данном примере — схему деления изделия на составные части), запись сборочного чертежа изделия, к которому относится спецификация. Разделы спецификации располагают в такой последовательности (см. рис. 71): «Документация», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы».

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше — не менее одной свободной строки (для возможных дополнительных записей). Наименование детали записывают в именительном падеже единственного числа. Если наименование состоит из двух слов, то на первом месте пишут имя существительное, например «Гайка накидная», а не «Накидная гайка» и т. п. В графе «Кол.» указывается количество составных частей на одно изделие. Более подробные указания о заполнении спецификации см. в ГОСТ 2.108—68 или в справочной литературе.

Для студентов городских контингентов рекомендуется, чтобы схема и спецификация были проверены и подписаны преподавателем в соответствующих графах основных надписей.

4. Выполнить эскизы всех деталей и сборочных единиц со спецификациями к ним, входящих в состав изделия, за исключением стандартных, строго руководствуясь методическими указаниями к теме 8 и обращая особое внимание на правильность обмера и увязку размеров соединяемых деталей (см. рис. 86). При выполнении спецификаций к сборочным единицам, входящим в заданное изделие, учесть рекомендацию п. 21 ГОСТ 2.108—68 и пример, помещенный на чертеже 45 в ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78 и СТ СЭВ 1182—78). Рекомендуется сопрягаемые размеры подчерки-

вать на эскизах красным цветом в отличие от остальных конструктивных размеров.

Лучше начать выполнение эскизов с наиболее простых деталей (накопление опыта), постепенно переходя к эскизированию более сложных. Не следует переходить к эскизу следующей детали, пока не составлен полностью эскиз предыдущей. Эскизы деталей сложной конфигурации выполнять возможно крупнее на листах писчей бумаги в клетку формата А3 и более; эскизы простых деталей — на листах формата А4. Эскиз каждой детали должен иметь рамку и основную надпись по рис. 10.

Нанесение обозначений шероховатости поверхностей обязательно только для студентов механико-машиностроительных специальностей.

Об указании материалов детали см. в методических указаниях к теме 9, п. 9. Об обозначении (нумерации) эскизов составных частей изделия сказано выше.

Следует помнить, что чем тщательнее составлены эскизы, тем легче по ним составлять сборочный чертеж. Если при выполнении последнего обнаружится на эскизе та или иная неправильность, пропуск размера, то эти недочеты должны быть устранены путем повторного осмотра соответствующей детали.

Контрольная работа 5 отсылается студенту обратно без проверки, если к сборочному чертежу не будет приложен надлежащим образом оформленный комплект эскизов.

5. Выполнить тонкими линиями сборочный чертеж. Количество изображений — видов, разрезов, сечений, выносных элементов и т. д. — должно быть достаточным, чтобы выявить устройство сборочной единицы, принцип ее работы, установить, какие составные части и в каких количествах входят в данное изделие и как соединяются они между собой (на резьбе, болтами, сваркой, пайкой, запрессовкой и т. д.).

Компоновку чертежа полезно начать с разметки площадей (в виде прямо-

угольников), отводимых для каждого изображения, при этом надо предусмотреть места для нанесения размеров и соответствующих надписей. Основная надпись может быть расположена как вдоль короткой, так и длинной стороны формата. Построение следует вести одновременно на всех (или почти всех) намеченных изображениях, увязывая их друг с другом. Сначала выбирается главное изображение, при этом учитывается рабочее положение изделия. Главное изображение должно дать наиболее полное представление об изделии, выявить основные взаимосвязи деталей. Обычно оно является фронтальным разрезом или соединением половины вида спереди с половиной фронтального разреза, если изделие имеет профильную плоскость симметрии.

Обратить внимание на то, что рукоятка (сборочная единица) на рис. 72 изображена без разреза в предположении, что на нее имеется самостоятельный сборочный чертеж и спецификация (см. ГОСТ 2.109—73, п. 3.1.11, пп. а, чертеж 32).

Изображения деталей на сборочном чертеже строятся на основе выполненных эскизов. Первой вычерчивается основная, базовая деталь, обычно корпус. Штриховка на разрезах одной и той же детали выполняется в одном и том же направлении и с одинаковыми (глазомерно) расстояниями между линиями штриховки. В смежных сечениях штриховку выполнять так, как показано на рис. 78. Следует также правильно изображать резьбовые соединения. Так, на рис. 72 резьба на корпусе (стержень) закрывает частично резьбу на крышке (см. также рис. 30). Валик 3, винт 7, гайка 8 и шайба 9, хотя через их оси и проходит фронтальная секущая плоскость, показаны согласно пункту 6.5 ГОСТ 2.305—68 нерассеченными. Шлицы у винтов изображены линией толщиной 2s.

6. Нанести номера позиций, пользуясь спецификацией; нанести размеры. При этом пользоваться указаниями, приведенными ниже.

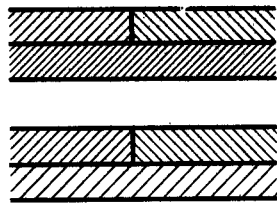


Рис. 78

7. Заполнить основную надпись и выполнить надписи, располагаемые над ней (технические требования). В данном примере над основной надписью помещено указание о том, что все размеры справочные.

8. Внимательно просмотреть чертеж и обвести его карандашом, придав линиям видимого контура толщину 0,8—1 мм, линиям невидимого контура, если таковые на сборочном чертеже имеются, — 0,4—0,5 мм, всем остальным — 0,25—0,3 мм.

О нанесении номеров позиций. Правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах изложены в двух стандартах — ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78 и СТ СЭВ 1182—78) и 2.316—68 (СТ СЭВ 856—78). Ниже приводятся наиболее существенные правила.

1. На сборочном чертеже составные части изделия нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этого изделия. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

2. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

3. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображений и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

4. Номера позиций наносят на чертеж, как правило, один раз.

5. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем размер шрифта, приня-

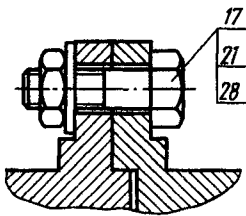


Рис. 79

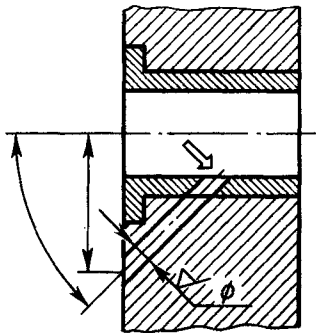


Рис. 80

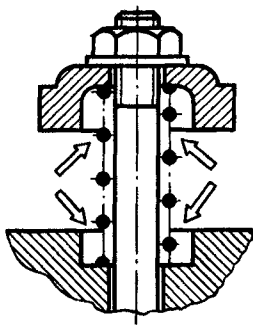


Рис. 81

того для размерных чисел на том же чертеже (рекомендуется шрифт размера 7).

6. Линию-выноску от составных частей изделия проводят тонкой сплошной линией и заканчивают точкой, которую наносят на изображение

данной составной части. У зачерненных или узких поверхностей точка заменяется стрелкой (см. позиции 9 и 10 на рис. 72).

7. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть не параллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекать по возможности размерные линии и изображения составных частей, к которым не относится данная линия-выноска.

8. Линии-выноски допускается выполнять с одним изломом (см. позицию 3 на рис. 72).

9. Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления (рис. 79).

10. Полки линий-выносок проводят тонкой сплошной линией.

О размерах на сборочном чертеже. Согласно ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78 и СТ СЭВ 1182—78), на сборочном чертеже наносят следующие справочные размеры:

1. *Габаритные* (см. размеры 65; 96; 150 на рис. 72). Если изделие имеет наружные перемещающиеся части, изменяющие ее габарит, то допускается их указывать в крайних или промежуточных положениях с соответствующими размерами.

2. *Установочные*, необходимые для установки изделия на месте работы (см. размеры 25; 40; 55 на рис. 72).

3. *Присоединительные*, характеризующие величины элементов, по которым будет осуществлено присоединение к изделию других изделий (размеры М12 на рис. 72). К ним также относятся параметры зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, и т. п.

4. *Параметрические*, характеризующие эксплуатационные показатели сборочной единицы, например диаметр проходного отверстия у задвижки или крана, определяющий их пропускную способность (см. размер $\varnothing 4$ на рис. 72), диаметр отверстия под вал у подшипника, расстояние между

крайними положениями губок тисков и т. п.

5. Разные полезные справочные размеры.

На сборочном чертеже могут быть нанесены рабочие размеры, используемые в процессе сборки изделия, например при сверлении отверстия, проходящего через две детали и более (рис. 80), а также размеры необходимые для изготовления по сборочному чертежу деталей, на которые не выпущены отдельные чертежи (так называемые «бесчертежные детали», о которых в спецификации в графе «Формат» делается запись «БЧ» (см. ГОСТ 2.109—73, п. 3.3.5, чертеж 40). В этих случаях указываются и шероховатость соответствующих поверхностей и другие необходимые данные.

Если на сборочном чертеже все размеры справочные, то над основной надписью делается запись: «Размеры для справок» (см. рис. 72); если кроме справочных сборочный чертеж содержит размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу (рабочие размеры), то все справочные размеры отмечаются знаком «*», этот же знак ставится перед указанной выше надписью (см. рис. 63).

Об уплотнительных устройствах. В технике широко применяется так называемое сальниковое устройство, на изображение которого надо обратить особое внимание, поскольку такого рода уплотнительные устройства встречаются во многих изделиях (вентильях, задвижках, клапанах, насосах и т. п.). Их назначение — препятствовать просачиванию через зазоры между движущимися частями изделия жидкостей, паров и газов. Обычно сальниковое устройство состоит из втулки, мягкой набивки и накидной гайки. При затягивании накидной гайки втулка опускается и сжимает набивку. Конические поверхности втулки и крышки вентиля, между которыми находится набивка, при сжатии плотно прижимают ее к поверхности шпинделя, чем и обеспечивается достаточная герме-

тичность соединения. Так как уплотнение набивки производится путем постепенного завинчивания накидной гайки, то сальниковое устройство, как правило, изображается при выдвинутом («исходном») положении втулки. Задвижки и вентиль изображают в закрытом положении, краны — в открытом.

Дополнительные сведения о сборочных чертежах.

1. На сборочных чертежах могут быть помещены данные о работе изделия и о взаимодействии его частей.

2. Допускается помещать изображения пограничных (соседних) изделий (обстановки) с соответствующими размерами.

3. Допускается не показывать фаски, скругления, проточки, рифление, насечки, оплетки и другие мелкие элементы, а также зазоры между стержнем и отверстием. Но на начальной стадии обучения, т. е. на работах, выполняемых в курсе черчения, этим допущением пользоваться не рекомендуется (см. рис. 79 и 80).

4. Пружина, изображенная лишь сечениями винтов, считается закрытой расположенные за ней контуры (рис. 81).

5. На поле сборочного чертежа допускается помещать отдельные изображения нескольких деталей, на которые допускается не выпускать рабочие чертежи, со всеми необходимыми для их изготовления данными.

6. Допускается не показывать на том или ином изображении составную часть, закрывающую другие части, если она затрудняет понимание чертежа (к таким деталям обычно относят маховички, рукоятки и т. п.). Так, на рис. 72 на виде слева не показана рукоятка 1.

Вопросы для самопроверки

1. Каким требованиям должен удовлетворять сборочный чертеж? что он должен содержать? 2. Перечислите основные разделы спецификации. 3. Как надо располагать на поле чертежа номера позиций? 4. Какие размеры может содержать сборочный чертеж?

5. В каких случаях на поле сборочно-го чертежа допускается помещать отдельные изображения нескольких деталей? 6. Расшифруйте аббревиатуры: «СТ СЭВ», «ГОСТ», «ОСТ», «РСТ», «СТП». 7. Обрисуйте роль, которую играют стандарты в науке, технике и быту.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 6

Контрольная работа 6 состоит из чертежей к темам 11—13.

Тема 11. Деталирование чертежа общего вида. Объем работы: 1) выполнение 6—8 чертежей деталей; 2) выполнение аксонометрии одной детали.

Тема 12. Чтение чертежа общего вида. Объем работы: 1) составление структурной схемы изделия; 2) выполнение 2—3 эскизов деталей.

Задания на деталирование и чтение чертежа общего вида высылается институтом вместе с прорецензированной контрольной работой 5 или выдается на учебно-консультационном пункте. Полученные чертежи должны быть возвращены вместе с представляемой на рецензирование контрольной работой 6.

Пояснение к теме 11

Выполнять эту часть контрольной работы надо в такой последовательности:

1. Внимательно рассмотреть чертеж, подлежащий деталированию; уяснить назначение изображенного на нем изделия, взаимодействия всех его составных частей, способов их соединения и т. д. Отметим, что изучение любого чертежа всегда начинают с прочтения текстов, содержащихся в основной надписи.

2. Представить себе в основных чертах формы деталей, чертежи которых предстоит выполнить. Наметить для каждой из них число изображений (видов, разрезов, сечений). Так, для простых деталей типа показанных

на рис. 58 достаточно дать одно изображение; для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т. п. деталей вместо второго изображения достаточно дать контур отверстия (рис. 82); детали типа крышки, корпуса и т. п. требуют трех (см. рис. 49) изображений и более.

Следует возможно шире использовать выносные элементы для изображения элементов детали, имеющих небольшие размеры (рис. 83). На чертежах предметов со сплошной сеткой, рифлением и т. п. эти элементы допускается изображать частично (рис. 84); допускается не изображать небольшие линии пересечения поверхностей (см. рис. 46) и т. д.

Полезно вновь перечитать ГОСТ 2.305—68 «Изображения — виды, разрезы, сечения», изучавшийся в предыдущей контрольной работе, а также сделать наброски деталей, подлежащих вычерчиванию. Наметить масштаб.

3. Подготовить лист чертежной бумаги формата А1 и подразделить его на меньшие форматы, А3 или А4, согласно сделанным наброскам (рис. 85). Чертить на листе формата А1 удобнее — хороший обзор, удобство увязки размеров сопрягаемых поверхностей и пр. Но по окончании работы для удобства пересылки его следует разрезать на отдельные форматы, приведя все путем сгиба к формату А4.

4. Выполнить (тонкими линиями!) требуемые чертежи. Не забывать, что главное изображение (на фронтальной плоскости проекций) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах изображаемого предмета.

5. Нанести размерные и выносные линии, как бы мысленно изготовляя деталь. Повторно прочитать ГОСТ 2.307—68.

6. Нанести обозначение шероховатости поверхностей, руководствуясь табл. 21 (только для студентов механико-машинностроительных специальностей). Высота знаков 5 мм.

7. Нанести размерные числа (номинальные) путем обмера изображений

(разумеется, с учетом масштабов). Высота цифр размерных чисел 5 мм. Необходимо согласовывать размеры, получаемые путем обмера элементов деталей на чертеже общего вида, с ГОСТ 6636—69 (СТ СЭВ 541—77) «Номинальные линейные размеры», делая соответствующие округления с наибольшим приближением к рекомендуемым стандартам числам. Особое внимание уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей (рис. 86). Эти размеры на чертежах деталей подчеркнуть красной линией.

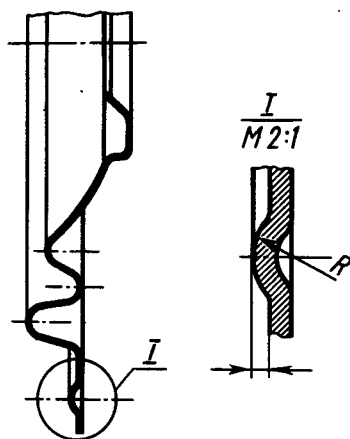


Рис. 83

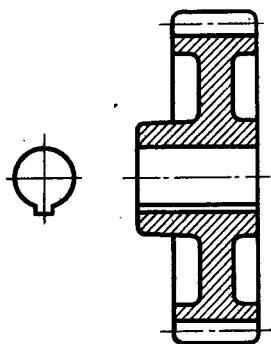


Рис. 82

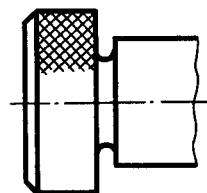


Рис. 84

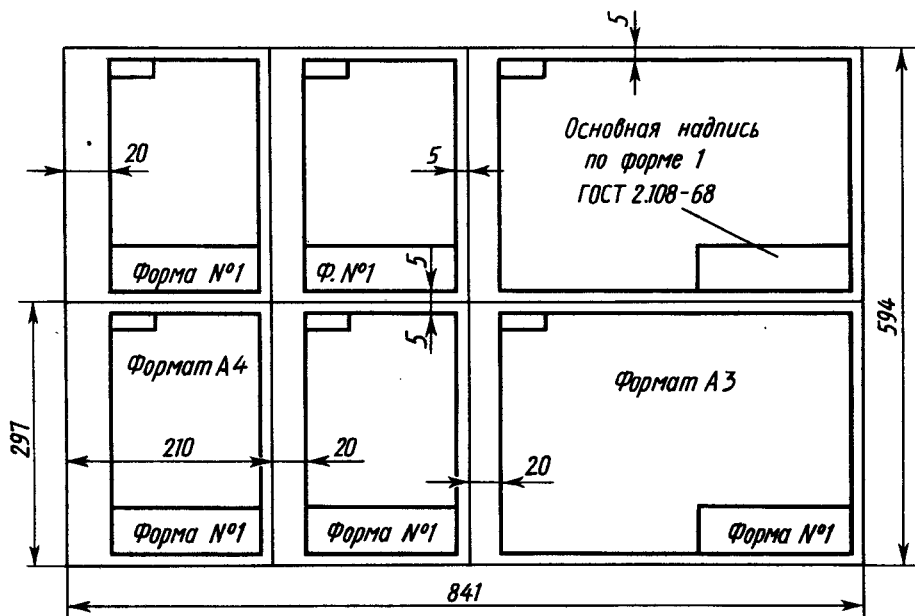


Рис. 85

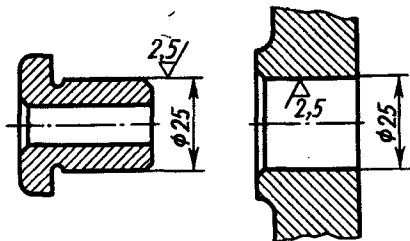


Рис. 86

8. Внимательно просмотреть выполненные чертежи и аккуратно обвести все линии и аккуратно провести все видимые линии контура (толщина линии контура видимого контура $\approx 0,8-1,0$ мм, линий невидимого контура $\approx 0,4-0,5$ мм, всех остальных $0,2-0,3$ мм).

9. Заполнить основную надпись. Четко написать свою фамилию (обязательно чернилами), рядом расписаться и проставить дату окончания чертежа по типу: 12.09.88. Указать материалы; нанести обозначения чертежей детали, руководствуясь рис. 49, 50 и 72.

10. Выполнить аксонометрическое изображение одной детали (задается преподавателем) на отдельном листе формата А3. Вид аксонометрии и масштаб заочник выбирает самостоятельно.

Пояснение к теме 12

Эта работа отличается от предыдущей тем, что выполняются не чертежи, а эскизы (правила их выполнения см. на с. 85^а). Эскизы выполнять на писчей бумаге в клетку на листах формата А4 или А3, по потребности.

Литература к темам 11 и 12. ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—78, СТ СЭВ 1182—78) ЕСКД. Основные требования к чертежам. Любой из справочников или учебников, указанных выше.

* * *

Итак, выполнены чертежи последней контрольной работы. Полезно оглянуться на пройденный путь и подвести некоторые итоги.

1. Способы построения проекционных чертежей основаны на положениях начертательной геометрии. При

выполнении курсовых и дипломного проектов, вероятно, будет небезполезным заглянуть иногда и в учебник по начертательной геометрии. Инженер любой специальности должен свободно «читать» проекционные чертежи.

2. Государственные стандарты, в их числе и относящиеся к оформлению чертежей, не есть нечто застывшее, неизменное. Развитие науки и техники требует периодического их пересмотра, внесения в них тех или иных изменений, поэтому, применяя стандарты, нужно всегда быть уверенным, что они действующие (Госстандартом СССР выпускается ежемесячный указатель стандартов, а также указатель стандартов по состоянию на 1 января каждого года).

3. Чертеж должен «рассказывать» простым, ясным, лаконичным языком. Следует помнить, что лишние изображения (проекции), надписи, условные знаки и т. п., перегружая чертеж ненужной информацией, затрудняют пользование им.

4. Рабочий чертеж детали должен содержать все данные для ее изготовления, контроля и приемки: изображения, точно определяющие форму детали, размеры с предельными отклонениями, отклонения от формы и расположения поверхностей, обозначения шероховатостей, указания о термообработке, декоративных или защитных покрытиях и многое другое.

Как уже отмечалось, составление чертежей, полностью отвечающих требованиям производства, возможно только после изучения еще ряда общетехнических и специальных дисциплин. А твердое знание материала, изученного в курсе черчения, облегчит вам движение вперед.

Вниманию студентов-заочников!

В настоящее время осуществляется включение стандартов Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ) в государственные стандарты СССР (ГОСТ). Значение этой работы для дальнейшего развития народного хо-

зьяства социалистических стран огромно!

Сначала указывается обозначение ГОСТа, затем в скобках обозначение СТ СЭВ, а в ГОСТах делаются соответствующие ссылки на стандарты СЭВ.

Ниже приведен перечень части стандартов ЕСКД ГОСТ с включенными в них стандартами ЕСКД СЭВ, которыми следует руководствоваться студентам-заочникам не только при выполнении ими учебных заданий, но и в их производственной деятельности.

Для справки приводим обозначения стандартов по состоянию на 01.01.89.

ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76).

Виды изделий;

ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75).

Стадии разработки;

ГОСТ 2.104—68 (СТ СЭВ 365—76 и СТ СЭВ 140—74). Основные надписи;

ГОСТ 2.108—68 (СТ СЭВ 2516—80)

Спецификации;

ГОСТ 2.109—73 (СТ СЭВ 858—88 и СТ СЭВ 1182—78). Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.301—68 (СТ СЭВ 1181—78)

Форматы;

ГОСТ 2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78)

Масштабы;

ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78).

Линии;

ГОСТ 2.304—81 (СТ СЭВ 851—78...

СТ СЭВ 855—78). Шрифты чертежные;

ГОСТ 2.305—68. Изображения. Видь, разрезы, сечения;

ГОСТ 2.306—68 (СТ СЭВ 860—78).

Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах;

ГОСТ 2.307—68 (СТ СЭВ 1976—79 и СТ СЭВ 2180—80). Нанесение размеров и предельных отклонений;

ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79). Обозначение шероховатости поверхности;

ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77).

Шероховатость поверхностей. Параметры и характеристики;

ГОСТ 2.311—68 (СТ СЭВ 284—76).

Изображение резьбы;

ГОСТ 2.313—82 (СТ СЭВ 138—74).

Условное изображение неразъемных сооружений;

ГОСТ 2.316—68 (СТ СЭВ 856—78).

Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц;

ГОСТ 2.317—69 (СТ СЭВ 1979—79). Аксонометрические проекции.

В текст и чертежи пособия по возможности внесены соответствующие поправки, за исключением образцов шрифтов, которые теперь должны выполнять с более тонкими линиями обводки, а именно тощиной, равной 1/10 или 1/14 размера шрифта.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
I. Начертательная геометрия	5
Методические указания к изучению курса начертательной геометрии	5
Литература	8
Рабочая программа по начертательной геометрии	9
Контрольные работы	11
Контрольная работа 1	11
Контрольная работа 2	17
Контрольная работа 3	24
II. Инженерная графика	37
Методические указания к изучению курса «Инженерная графика»	37
Литература	39
Рабочая программа по инженерной графике	40
Контрольные работы	40
Контрольная работа 4	40
Контрольная работа 5	67
Контрольная работа 6	108

Учебное издание

Фролов Сергей Аркадьевич,
Бубенников Александр Васильевич,
Левицкий Владимир Сергеевич
Овчинникова Ирина Сергеевна

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ВУЗОВ**

Зав. редакцией *А. В. Дубровский*
Редактор *Н. С. Сафронова*
Художественный редактор *Л. К. Громова*
Технический редактор *В. М. Романова*
Корректор *В. В. Кожуткина*

И/К

Изд. № ОТ—689. Сдано в набор 29.05.89. Подп. в печать 11.09.89.
Формат 70×100¹/₁₆. Бум. офс. № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Объем 9,1 усл. печ. л. 18,36 усл. кр.-отт. 8,69 уч.-изд. л.
Тираж 145 000 экз. (п з. 1—50.000 экз.) Зак. 2227. Цена 25 коп.

101430 Издательство «Высшая школа», Москва, ГСП-4. Неглинная ул., д. 29/14.

Московская типография № 4 при Госкомпечати СССР. 129041, Москва, Б. Переяславская, 46