

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**для студентов-заочников
инженерно-технических специальностей вузов**

*Утверждено
Учебно-методическим управлением
по высшему образованию
10 мая 1977 г.*

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**
для студентов-заочников
инженерно-технических специальностей вузов

Перепечатано по заказу Белорусского политехнического института
с издания МВССО СССР

„НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ“.
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
стр. 3 — 67

Подп. к печати 26.11.85 г. Зак. 1456. Тир. 500 экз.

Бесплатно.

Ротопринт Минского ЭИИ БелОИ

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

ПОРЯДОК ИЗУЧЕНИЯ КУРСА

Начертательная геометрия изучается студентами высших учебных заведений на первом курсе обучения. При изучении 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 первого курса. В этом плане начертательной геометрии следует уделить особое место, учитывая, что 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 представлять себе 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 непрочное. Студент должен разобратся в теоретическом ма-

териале 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, идти дальше. 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 записываются основные положения 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 часто прибегать, составляя все темы курса в единой взаимосвязи.

Каждую тему курса по учебнику желательно прочитать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучается 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 сохраняется в памяти 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 операции. 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 про-

стейшие 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. Основная 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, которые он не в состоянии разрешить самостоятельно, студент 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 экзамене представляются зачтенные контрольные работы по каждой теме курса; по ним производится предварительный опрос-собеседование. Преподаватель в праве аннулировать представленное контрольное задание, сообщив об этом на кафедру и на факультет, если при собеседовании убедится, что студент выполнил контрольные работы несамостоятельно.

На экзамене студенту предлагается решить две-три задачи и ответить на один-два теоретических вопроса. Решение задач выполняется на листе чертежной бумаги (ватман) формата 12 (297 × 420) с помощью чертежных инструментов в карандаше. На экзамен необходимо принести с собой лист чертежной бумаги (ватман) формата 12, два треугольника, карандаши (жесткий и мягкий), циркуль-измеритель, резинку.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

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

Задания на контрольные работы индивидуальны. Они представлены в вариантах. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме трех последних цифр его шифра. Если, например, учебный номер студента 737133, то он во всех контрольных работах выполняет седьмой вариант задания (1 + 3 + 3 = 7).

Каждая контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме (необходимое число эпюров с объяснительными записками к ним). Представление контрольных работ по частям (отдельным эпюрам) 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.

Эпюры контрольных работ выполняются на листах чертежной бумаги формата 12 (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 эпюрам берутся в соответствии с вариантами из таблиц. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного размещения всего эпюра в пределах формата листа.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на эпюре, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304-68. Эпюры выполняются с помощью чертежных 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 $s = 0,8 - 1,0$ мм. Линии центров и осевые — штрих-пунктирной линией толщиной от $s/2$ до $s/3$ мм. Линии построений и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров показываются 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 1,5–2 мм с помощью циркуля «Баверинки» (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 эскиз сопровождается пояснительной запиской, в которой на одном листе писчей бумаги формата И (297 × 210 мм) кратко излагаются план решения задач и последовательность графических построений. Этот лист писчей бумаги приклеивается с левой стороны чертежного листа на полосе между краем листа и рамкой. Листы выполненной контрольной работы складывают до формата И, вкладывают в конверт и высылают на рецензию в институт.

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

Оформление черной страницы обложки контрольной работы!

(наименование учебного заведения)

(фамилия, специальность, шифр студента)

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №

(фамилия и инициалы студента)

(домашний адрес студента)

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

ЛИТЕРАТУРА

Учебники

1. Гордон В. О., Семенов-Огневский М. А. Курс начертательной геометрии. М., 1978.

2. Фролов С. А. Начертательная геометрия. М., 1978.

3. Бубеников А. В., Громов М. Я. Начертательная геометрия. М., 1973.

4. Начертательная геометрия / Н. Ф. Четверухин, В. С. Левицкий, З. И. Прянишникова, А. М. Тевлин, Г. И. Федотов. М., 1963.

Задачки

1. Гордон В. О., Иванов Ю. Б., Солицева Т. В. Сборник задач по курсу начертательной геометрии. М., 1969.

2. Фролов С. А. Сборник задач по начертательной геометрии. М., 1980.

3. Бубеников А. В., Громов М. Я. Сборник задач по начертательной геометрии. М., 1963.

4. Носвянский А. Д., Рыжов Н. Н. Сборник задач по начертательной геометрии. М., 1963.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

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. Эпюр Монжа.

Тема 2. Точка. Прямая. Плоскость на эпюре 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. Проекции плоских фигур.

Тема 3. Позиционные и метрические задачи

Пересечение прямых линий и плоскостей проецирующими плоскостями. Пересечение прямых линий плоскостями произвольного положения. Взаимно пересекающиеся плоскости произволь-

* Программа составлена в соответствии с программой по начертательной геометрии и черчению, утвержденной Минвузом СССР 7 апреля 1976 г.

ного положения. Прямые линии и плоскости, параллельные плоскости. Прямые линии и плоскости, перпендикулярные плоскости. Взаимно перпендикулярные прямые произвольного положения.

Тема 4. Способы преобразования эюра Монжа

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.

Тематический план курса начертательной геометрии для инженерно-технических специальностей вузов

Наименование темы	Литература				Диафильмы ¹	Кинотелелекции ²	Контрольная работа ³	Очные занятия на УЧП, ч		Обзорные лекции
	[1]	[2]	[3]	[4]				лекции	упражнения	
1. Введение. Центральные и параллельные проекции	1—3	1—8	1—6	Введение 1—2	д.1	К.1—2	—	2	—	0,5
2. Точка. Прямая. Плоскость на эюре Монжа	4—21	9, 22, 34, 63	7—16	Гл. II, 3, 5—7	д.2	К.3—4	—	2	2	0,5
3. Позиционные и метрические задачи	22—31	47, 48, 58, 60, 61, 62	17—22	Гл. II, 8, 9 Гл. IV, 4—6	д.3	К.7—8 9—10	1.1.1.	2	2	1
4. Способы преобразования эюра Монжа	32—38	38—44	26—29	Гл. V, 1—6	д.4	К.11—12, 13—14	1.1.1.	2	2	1
5. Многогранники	39—44	49; 68	31—35	Гл. III, 1—6	д.5	К.15—16	1.2.2. 1.2.3.	2	2	1
6. Кривые линии	45—48	10—21	36—45	Гл. VIII, 1—6	д.6	К.17—18 К.31—32	2.4.5.	2	—	0,5
7. Поверхности. Образование и задание поверхностей	49—52	23—33, 35—37	46—50	Гл. VII, 1—9	д.7	К.19—20 33—34	—	2	2	0,75
8. Пересечение поверхностей плоскостью и прямой линией	55—59	49, 56	51—55	Гл. IX, 1—5	д.8	К.21—22	2.4.6. 2.5.7.	2	2	0,75
9. Взаимное пересечение поверхностей	60—65	46, 50 51—55	56—63	Гл. X, 1—8	д.9	К.23—24 35—36 37—38	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	53—54	63	64—69	Гл. VIII, 1—6	д.10	К.39—40	—	2	2	0,5
11. Развертка поверхностей	68—70	67—70	70—71	Гл. XI, 1—6	д.11	К.25—26	2.6.9.	2	2	1
12. Аксонометрические проекции	71—75	71—74	72—78	Гл. XII, 1—12	д.12	К.27—28 29—30	3.9.14	2	2	0,5

Примечания: ¹ Диафильмы производятся студией «Диафильм», созданные по заказу Союзвузфильма

² Кинотелелекции советского производства Минвуза СССР и Центрального телевидения.

³ Здесь и далее первая цифра означает номер контрольной работы, вторая — номер листа, третья — номер задачи.

⁴ Обзорные лекции студентам предоставляются во время лабораторно-экзаменационной сессии.

По усмотрению кафедр черчения к теме Дисциплины «Черчение» могут выполняться до выполнения контрольной работы задания курса «Начертательная геометрия».

Тема 7. Поверхности. Образование и задачи 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. Спирональные поверхности. Поверхности общего вида образования с переменной производящей.

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.

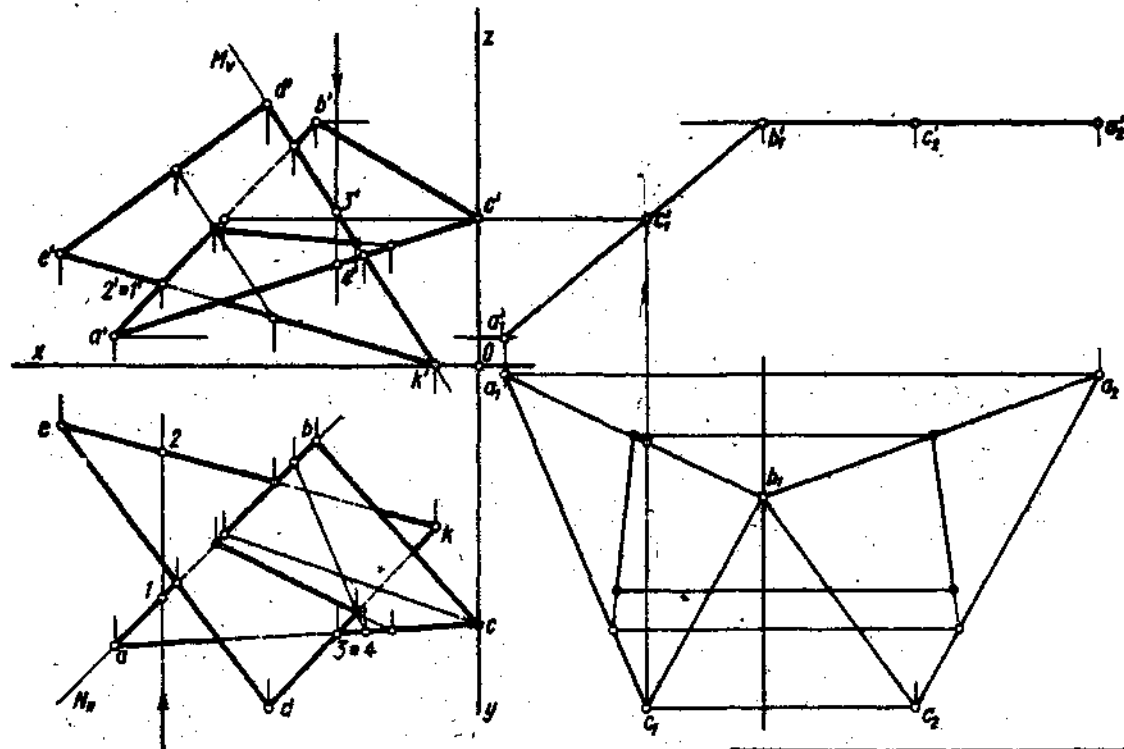
Тема 12. Аксонометрические проекции

Прямоугольные изометрические проекции. Прямоугольные диметрические

Таблица 1. Данные к задаче 1 (размеры и координаты, 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
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	65	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	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	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	68	48	111	15	86	78
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	135	20	0	68	111	48	15	78	86
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	140	20	0	70	110	50	20	80	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	67	20	85	0	111	36	36	78	0
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	67	85	20	0	36	111	121	0	78

Задача 1



Начертательная геометрия		
ВЭПИ	Контрольная работа	лист 1
Чертил	Иванов И.И.	30.X.1981

Рис. 1. Пример выполнения листа 1

проекции. Косоугольные аксонометрические проекции. Позиционные и метрические задачи в аксонометрии

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА I

(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.

Указывая к решению задачи 1. В левой половине листа формата 12 (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 треуголь-

ников 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 $A_1B_1C_1$, когда он будет параллелен плоскости проекций.

В треугольнике ABC следует показать и линию 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.

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	115	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	120	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
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	80
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	85
22	20	10	10	85	110	80	135	48	48	80
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	85
24	117	30	9	52	111	79	0	47	48	80
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	85
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	80
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	80

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 12 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 эпюре 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 осно-

вания 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 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 границами другого многогранника или построением линии пересечения границ многогранника. Соединяя каждые пары таких точек одних и тех же граней отрезками прямых, получаем линию пересечения многогранников.

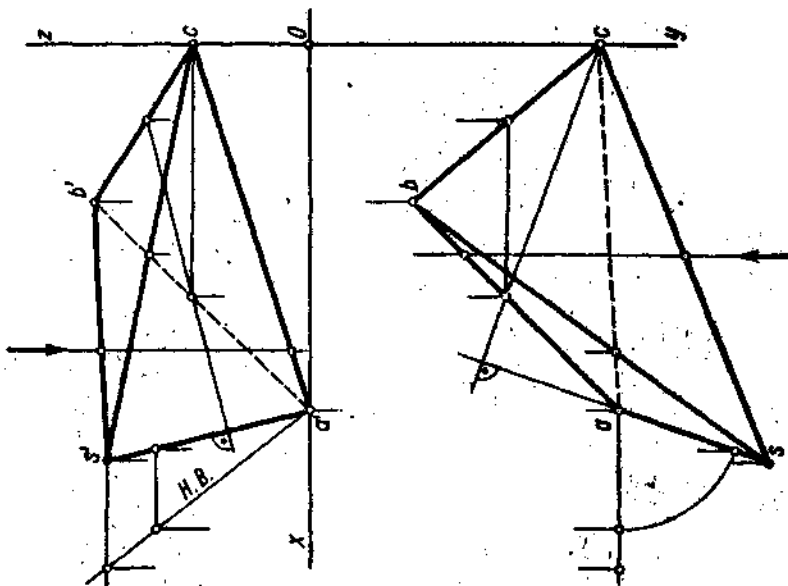
Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными жирными линиями красной пастой, невидимые отрезки пространственной ломаной показать штриховыми линиями красной пастой. Все вспомогательные построения на эпюре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

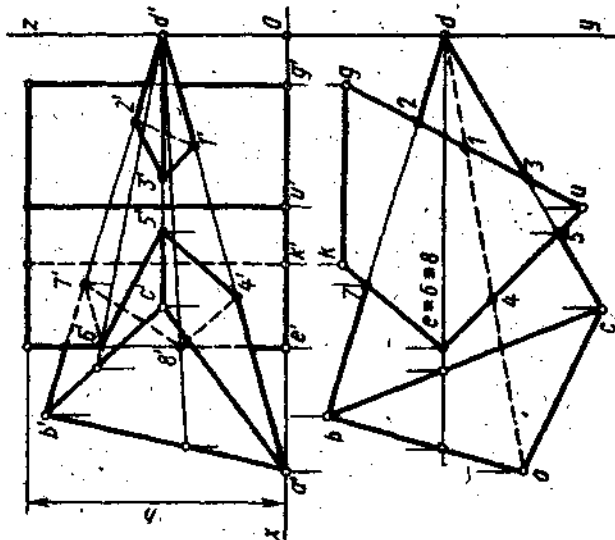
Таблица 3. Данные к задаче 3 (координаты и размеры, мм)

№ 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	100	50	0	74	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	145	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
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	122	14	77	141	75	0	87	90	40	0	50	40	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	120	15	80	140	75	0	85	90	45	0	50	45	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	125	20	80	140	75	0	85	90	45	0	55	45	98	52	0	76	20	0	18	20	0	57	95	0	85
24	140	70	0	120	80	85	95	50	50	0	50	45	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	140	65	0	115	80	80	90	40	0	50	40	45	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	135	65	0	120	80	80	90	40	0	55	45	45	100	48	0	76	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	135	60	0	115	80	85	90	40	0	50	40	40	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85

Задача 2



Задача 3



Инженерная геометрия	
ВЗПИ	Контрольная работа
Чертков	Иванов К.И.
Лист 2	30.1.1981

Рис. 2. Пример выполнения листа 2

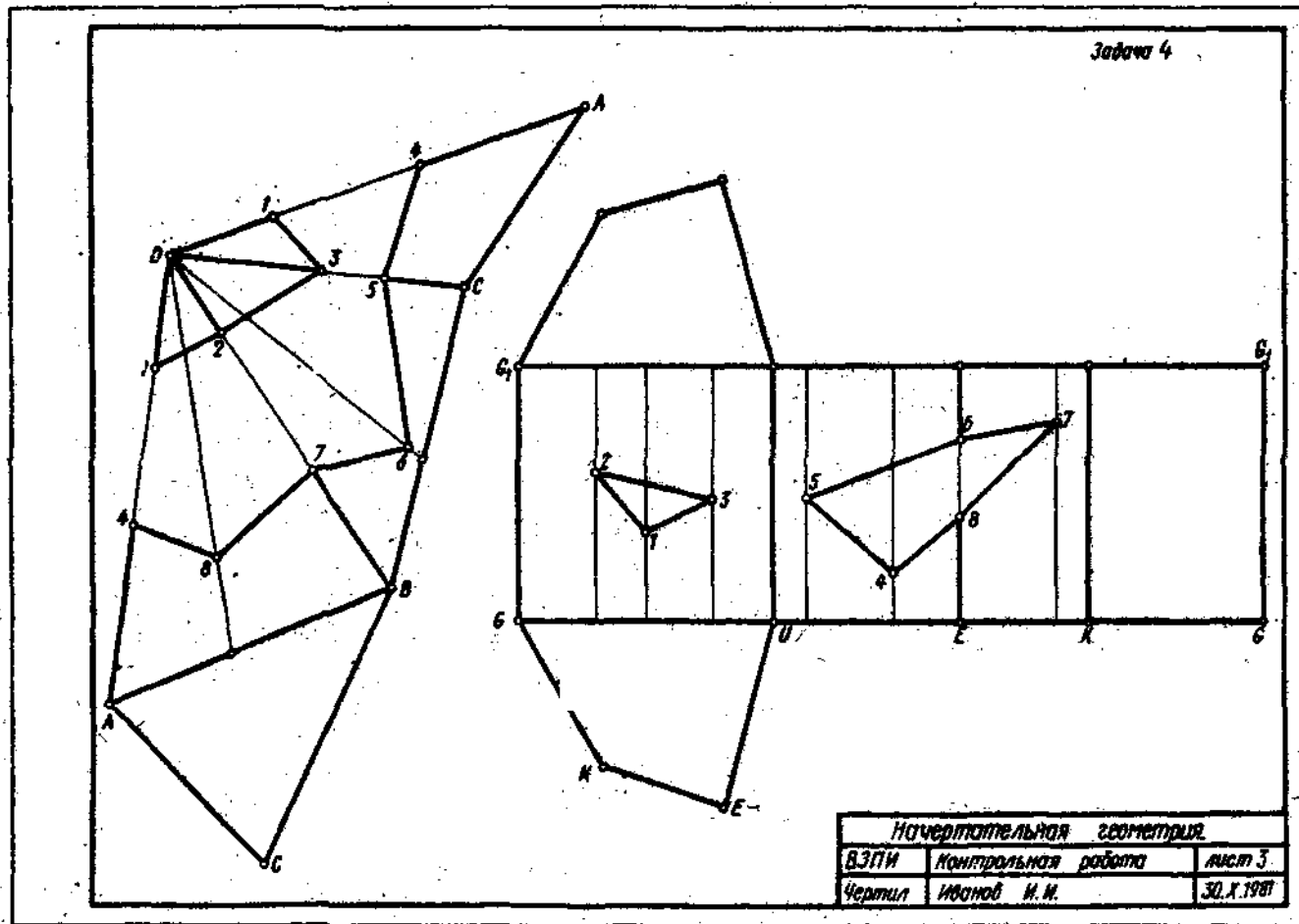


Рис. 3. Пример выполнения листа 3

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, переведем 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 12 (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 , EK , KG , равные длинам сторон основания призмы;

в) из точек G , U , ... восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают величины, равные высоте призмы. Полученные точки соединяют прямой. Пря-

моугольник GG_1G_2 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 $G1_0$, равный отрезку $g1$ (рис. 3).

Из точки 1_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 покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Ребро много-

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	122	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
19	55	62	60	0	62	102	12	120	60	50
20	55	64	60	0	64	102	12	120	60	52
21	55	65	60	0	65	110	12	118	60	52
22	55	65	60	8	65	110	0	118	60	50
23	56	64	58	6	64	100	0	115	58	50
24	56	66	58	10	66	104	0	115	58	52
25	56	66	58	0	66	114	0	120	58	52
26	55	65	58	0	65	112	0	115	58	52
27	55	65	60	0	65	112	0	120	60	50

101

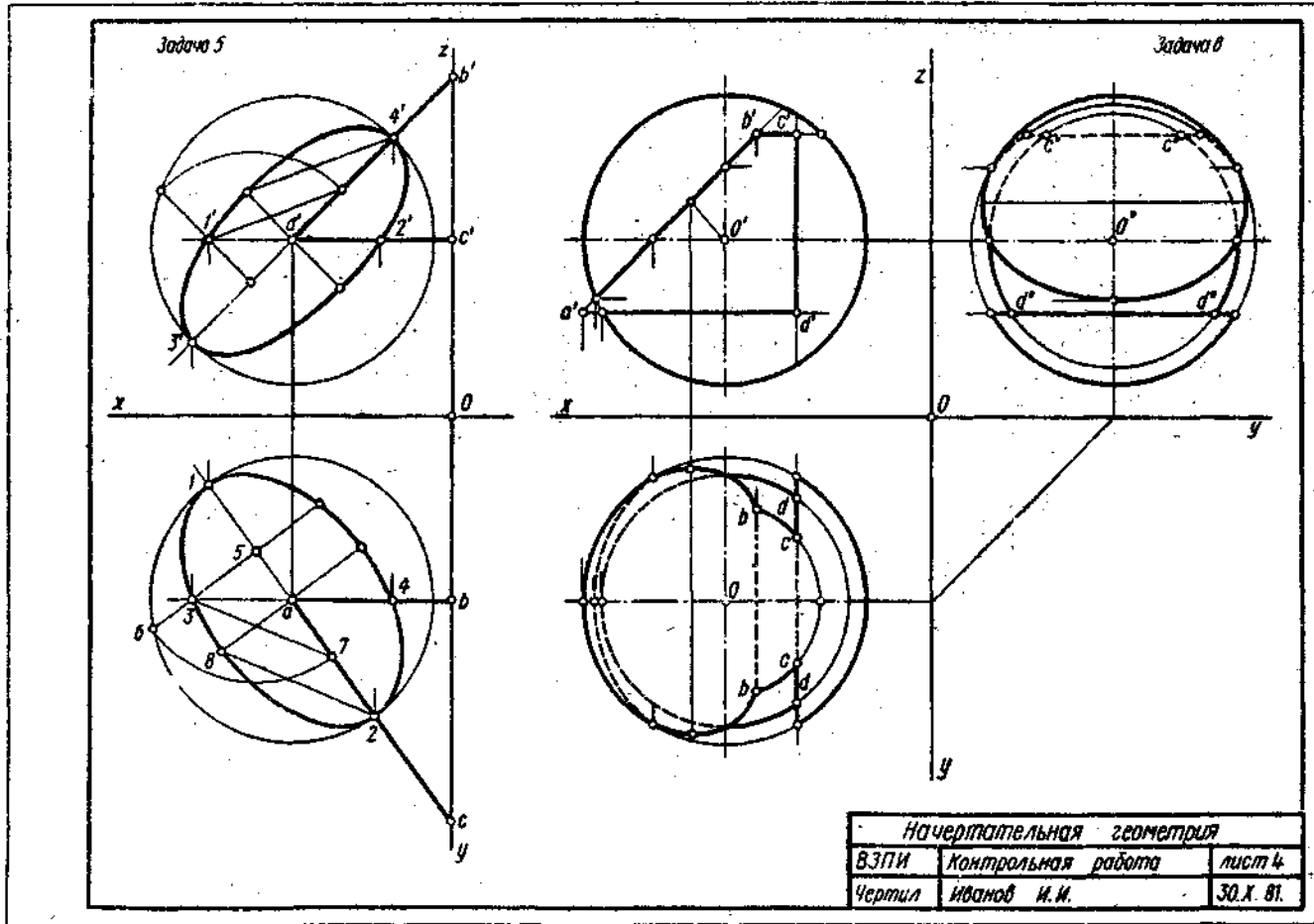


Рис. 4. Пример выполнения листа 4

граница на развертке обвести черной пастой; линии пересечения многогранников обвести красной, а все вспомогательные построения — синей (зеленой) пастой.

Кальку и листы писчей бумаги с ланном решением задачи наклеить слева от края листа 3.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2

(листы 4, 5, 6)

Лист 4

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).

Указывая к решению задачи 5. В левой трети листа формата 12 (297 × 420 мм) намечаются 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 H и V окружность проецируется в виде эллипсов. В горизонтальной плоскости проекций H 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 H .

Построение малой оси может быть выполнено следующим образом. Отметим в горизонтальной плоскости проекций соответственно полухорды 35 и 56 эллипса и окружности. Полухорду 56 вращением вокруг точки 5 совместим с большой осью. В совмещенном положении она равна отрезку 57. Точки 3 и 7 соединим прямой линией. Из точки 2 проведем прямую, параллельную прямой 37, до пересечения в точке 8 с направлением малой оси эллипса. Отрезок $a8$ определяет величину малой полуоси эллипса — горизонтальной проекции окружности.

Во фронтальной плоскости проекции V большая ось эллипса 3' 4' 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 проекции V .

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

№ варианта	x_0	y_0	z_0	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	81	—	92	94	—	92	94	—	36	47
12	72	62	62	20	—	35	80	—	92	92	—	92	92	—	35	48
13	72	60	62	22	—	35	82	—	90	92	—	90	92	—	35	48
14	70	60	60	18	—	34	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
19	68	58	62	20	—	32	86	—	92	95	—	92	95	—	32	50
20	70	58	62	18	—	32	86	—	94	90	—	94	90	—	32	52
21	70	60	58	118	—	35	60	—	95	45	—	95	45	—	35	52
22	70	62	62	120	—	36	60	—	92	42	—	92	42	—	36	50
23	68	62	60	120	—	34	62	—	92	42	—	92	42	—	34	52
24	68	62	58	122	—	35	62	—	90	40	—	90	40	—	35	52
25	68	60	58	120	—	36	60	—	90	42	—	90	42	—	36	52
26	70	60	60	120	—	35	60	—	92	44	—	92	44	—	35	52
27	70	58	60	120	—	35	60	—	92	45	—	92	45	—	35	50

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 12. 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, наиболее удаленные и ближайшие точки поверхности сферы к плоскостям проекций. Очергание сферы и вырожденную 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 проек-

циях 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 12 намечаются оси координат и из табл. 6 согласно своему варианту берутся величины, которыми задаются поверхность конуса вращения и плоскость ABC . Определяется центр (точка K) 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 P/H плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представ-

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	0	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	65	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
19	86	64	0	44	28	65	14	50	65	88	140	4	44	98
20	86	64	0	46	26	70	14	50	70	90	140	6	42	98
21	85	70	0	48	26	68	16	48	68	90	142	8	42	95
22	85	70	0	45	26	70	16	48	70	88	142	8	46	95
23	85	70	0	44	28	68	15	46	68	86	138	10	46	96
24	85	70	0	44	28	66	15	46	66	85	138	19	46	96
25	85	70	0	40	30	64	16	45	64	85	140	8	46	97
26	80	70	0	40	25	62	14	48	62	86	125	8	45	97
27	80	70	0	40	25	60	12	50	60	85	125	0	45	102

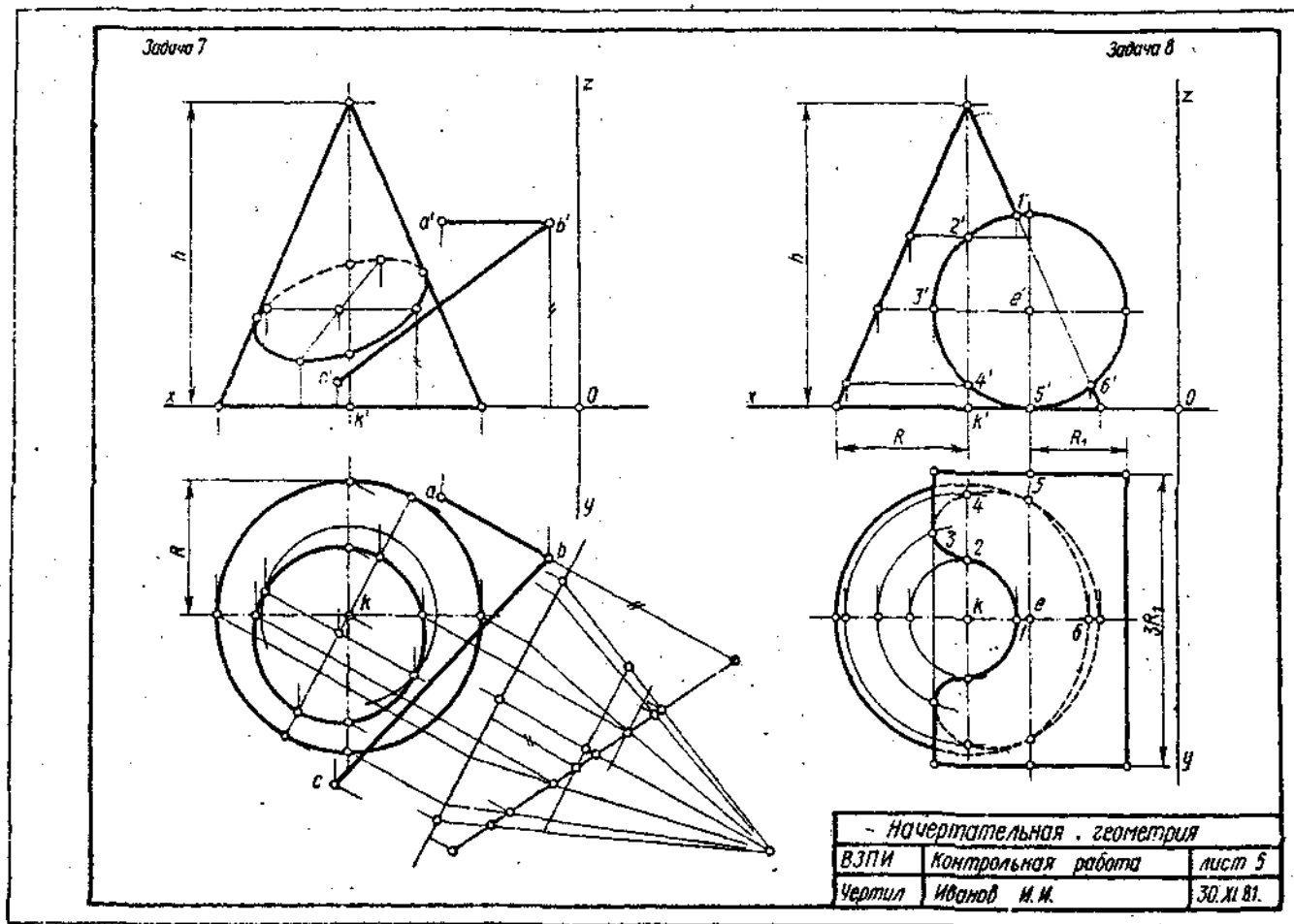


Рис. 5. Пример выполнения листа 5

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
19	70	74	0	44	98	68	74	32	34
20	75	70	0	42	98	68	70	32	36
21	75	72	0	42	95	66	72	35	35
22	75	75	0	46	95	66	75	38	32
23	80	74	0	46	96	64	75	36	32
24	80	75	0	46	96	64	75	34	34
25	80	70	0	46	97	62	70	38	32
26	80	70	0	45	97	62	70	38	34
27	80	70	0	45	102	60	70	34	34

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

Оси координат, очертания поверхности на основном эюре и секущую плоскость следует обвести черной пастой; линию сечения в проекциях обвести красной пастой. Все основные и вспомогательные построения на основном и дополнительных эюрах 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, которые задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения. Определяют центр (точка K) окружности радиусом R основания конуса вращения в горизонтальной координатной плоскости. На вертикальной оси на расстоянии h от плоскости уровня и выше ее определяют вершину конуса вращения.

Ось цилиндра вращения является фронтально-проецирующей прямой точкой E ; основаниями цилиндра являются окружности радиусом R_1 . Образующие цилиндра имеют длину, равную $3R_1$, и делятся пополам фронтальной меридио-

нальной 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 образующих цилиндра с поверхностью конуса.

Высшую и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхностей 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 эюре 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 перевода на кальку формата 12 (297×420) 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 ватман формата 12 (297×420 мм) строят развертки поверхностей.

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

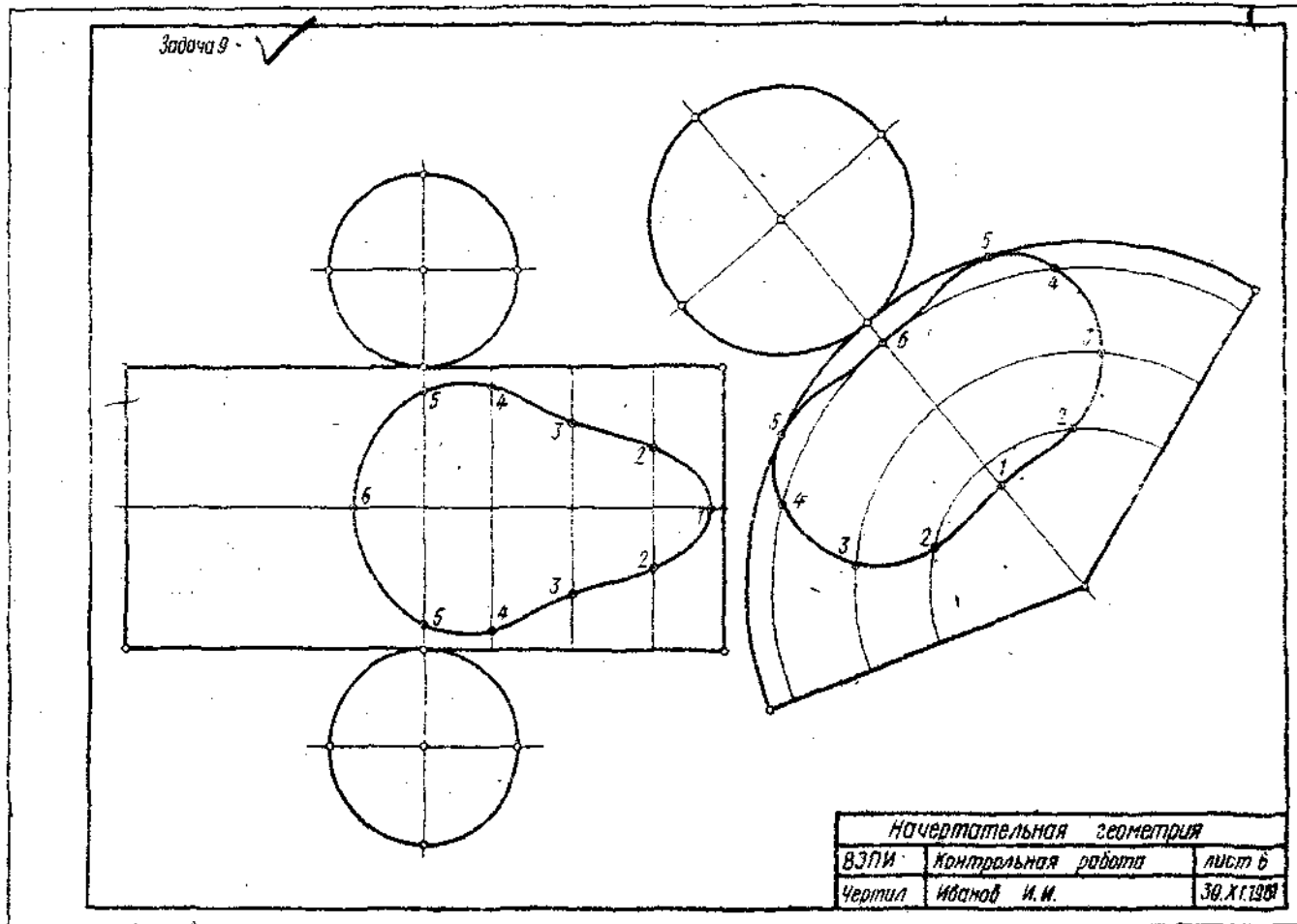


Рис. 6. Пример выполнения листа 6

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	36
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	66	64	0	40	53	64	57	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
19	70	70	0	40	60	70	50	35
20	70	70	0	41	50	70	60	34
21	72	72	0	42	52	72	62	36
22	72	70	0	42	54	70	61	35
23	66	70	0	38	55	70	59	38
24	68	72	0	40	50	72	63	27
25	66	66	0	40	52	66	65	40
26	65	65	0	40	52	65	64	40
27	70	70	0	40	52	70	66	38

с конусом. Эти точки замечают на соответствующих 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 тонким 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.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 3

(листы 7, 8, 9)

Лист 7

Задача 10. Построить линию пересечения фронтально-проецирующего цилиндра вращения с поверхностью открытого тора (кольца). 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.

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 u ; радиусе (расстояние от центра производящей окружности до оси вращения) осевой линии тора $R = 60$ мм, а r — радиус производящей окружности R_1 , от ограниченной двумя координатными плоскостями xOy и uOz ; тора — K — центр производящей окружности радиусом R_1 в плоскости xOy . Осью цилиндра вращения ра-

диусом r является фронтально-проецирующая прямая, проходящая через точку E .

Образующие цилиндра имеют длину, равную $2r$, 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 к 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 искомого 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

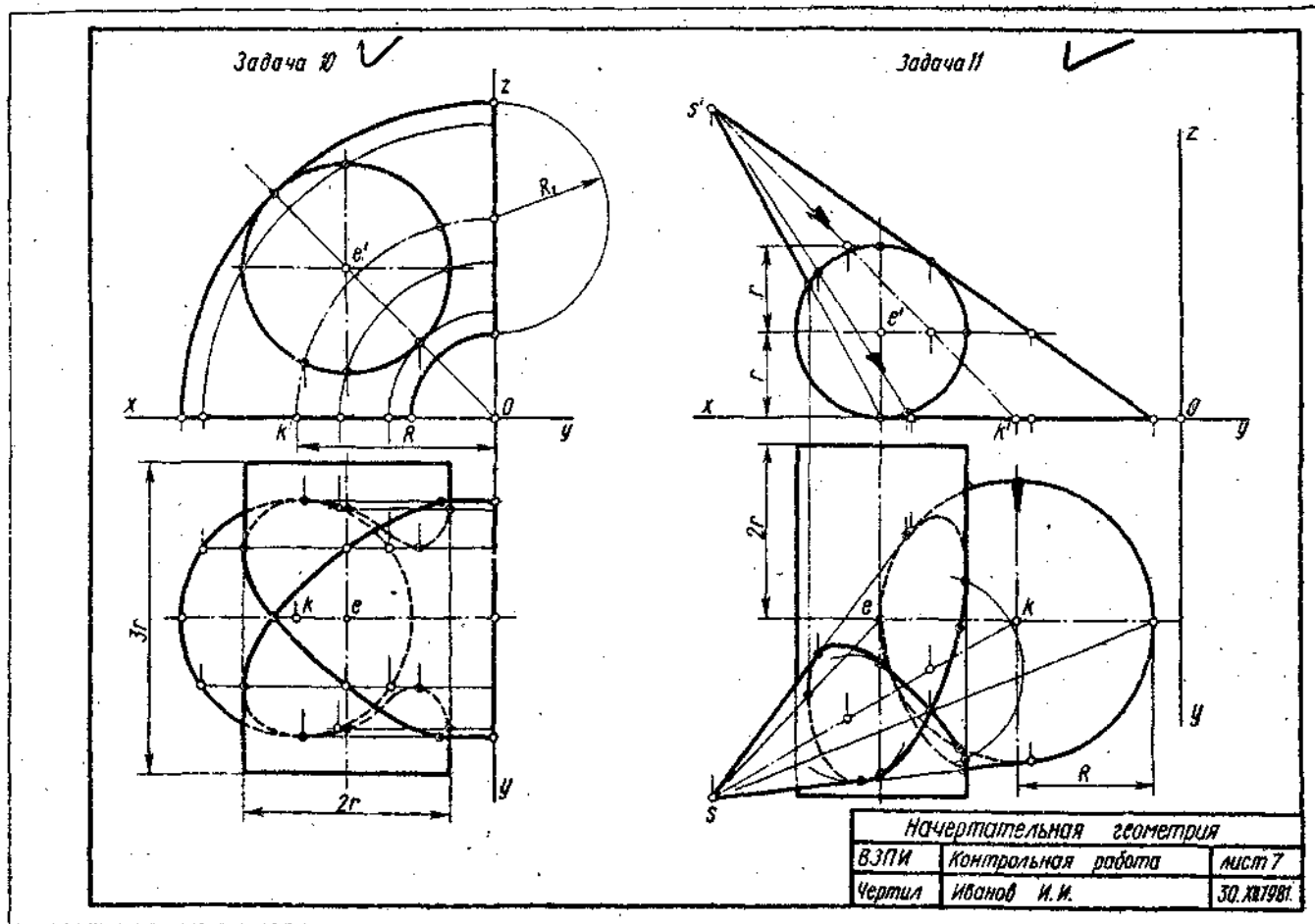


Рис. 7. Пример выполнения листа 7

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	63	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
19	55	64	0	150	122	100	44	100	64	32	32
20	56	64	0	155	120	100	45	102	64	34	30
21	54	65	0	154	118	98	45	102	65	35	30
22	57	64	0	152	120	100	45	100	65	36	32
23	58	64	0	152	115	100	46	98	64	38	30
24	60	65	0	155	116	96	44	96	65	40	32
25	62	66	0	150	114	95	45	95	66	36	30
26	60	66	0	148	115	98	45	94	66	34	30
27	62	65	0	148	120	98	45	92	65	32	30

поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей, следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхности — красной; все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой.

Указавя к решению задачи 11. В правой половине листа намечают оси координат и из табл. 9 берут необходимые данные (согласно своему варианту) для построения поверхности. 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.

Джз 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.

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

№ варианта	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	r
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
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
19	74	70	0	74	70	35	52	60
20	75	78	0	75	78	35	54	60
21	75	78	0	75	78	36	52	45
22	70	78	0	70	78	35	54	65
23	70	80	0	70	80	35	54	70
24	70	80	0	70	80	35	54	60
25	70	80	0	70	80	35	55	45
26	75	78	0	75	78	35	55	60
27	75	80	0	75	80	35	55	65

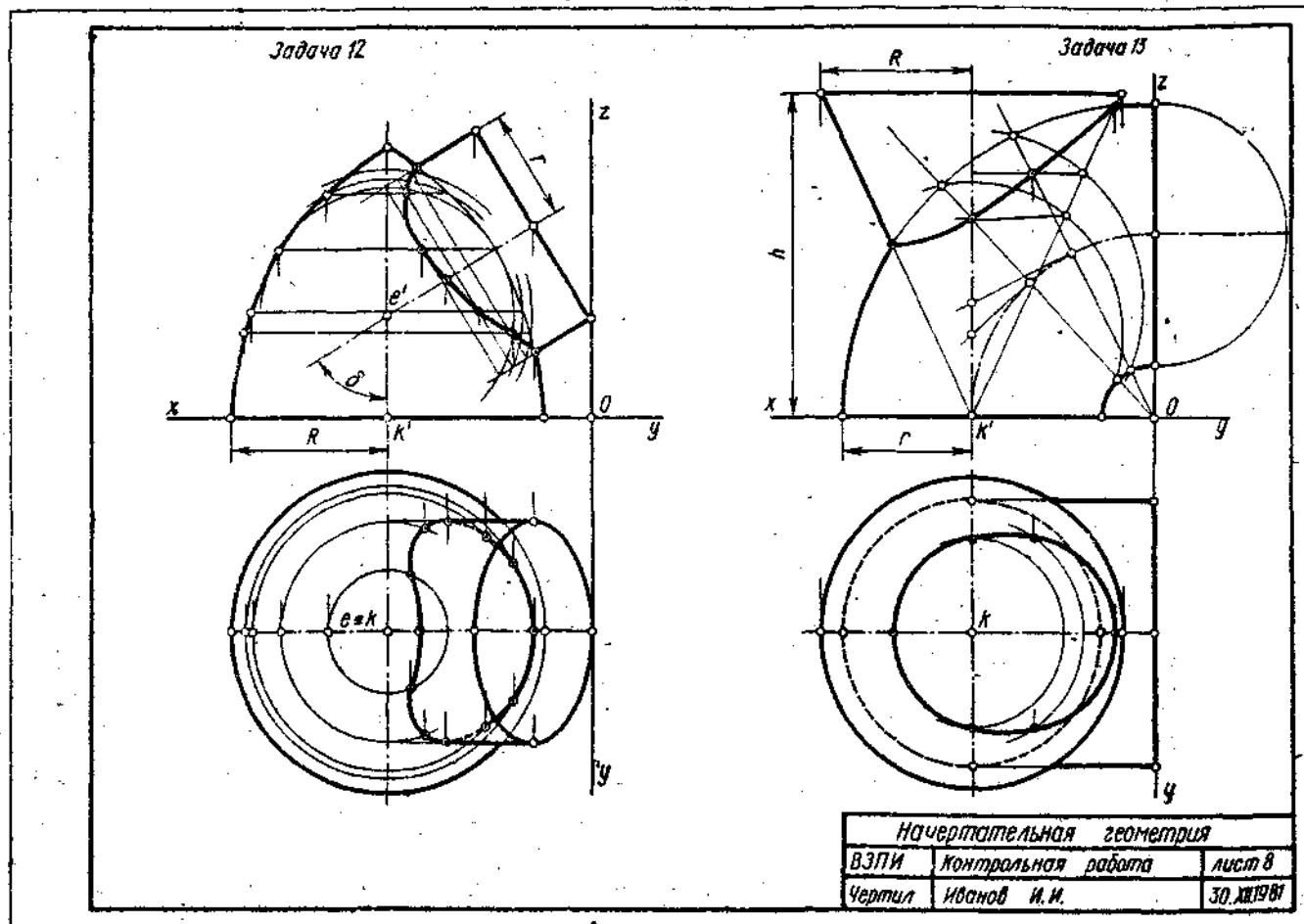


Рис. 8. Пример выполнения листа 8

Пример выполнения листа приведен на рис. 8.

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

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
19	60	70	0	53	100	40
20	60	72	0	52	95	42
21	60	68	0	55	96	42
22	62	68	0	50	100	40
23	62	68	0	51	102	40
24	62	68	0	51	108	40
25	60	70	0	52	106	42
26	60	70	0	54	104	40
27	60	70	0	55	100	40

Указания к решению задачи 12. В левой половине листа формата 12 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 радиусом $r = 2R/3$.

Главным меридианом поверхности тора является замкнутая линия, состоящая из двух пересекающихся на оси вращения дуг окружностей радиусом $2R$ 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. Эти определяются на черте-

же 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 первой 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 радиусом 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.

Указания к решению задачи 14. На листе формата 12 (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.

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	<i>R</i>
1	100	155	120	175	115	67	0	138	70	0	138	0	0	290	0	0	340	68	75
2	100	154	120	173	116	67	0	136	72	0	136	5	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	68	0	132	25	0	265	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	115	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	79
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
19	98	152	120	172	115	67	0	135	75	0	135	10	0	300	0	0	362	86	76
20	99	152	118	170	115	68	0	134	74	0	134	10	0	310	0	0	348	87	75
21	98	152	120	172	116	67	0	134	72	0	134	15	0	312	0	0	346	89	75
22	100	152	121	173	114	68	0	140	75	0	140	0	0	314	0	0	344	89	75
23	101	150	120	172	115	67	0	140	75	0	140	20	0	316	0	0	342	90	76
24	100	154	120	173	116	67	0	138	74	0	138	10	0	318	0	0	348	91	78
25	100	154	120	173	116	67	0	138	72	0	138	15	0	320	0	0	350	92	80
26	100	154	120	173	115	67	0	140	74	0	140	0	0	318	0	0	350	93	75
27	100	154	120	173	116	68	0	140	74	0	140	0	0	320	0	0	352	94	76

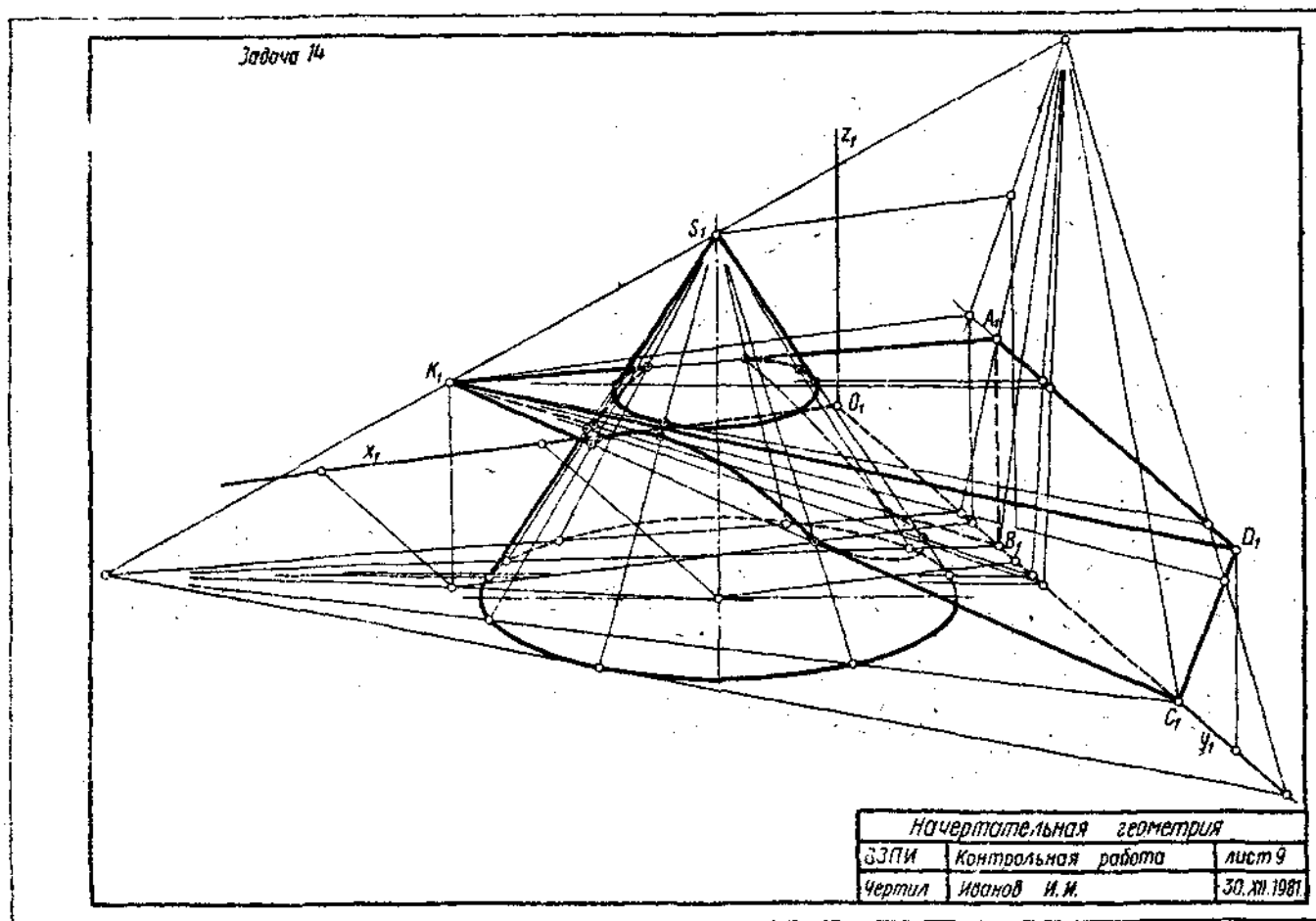


Рис. 9. Пример выполнения листа 9

Аксонметрические изображения поверхностей покрыть разными цветами очень бледных красок акварели или карандаша

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

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 фелеровских 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 эюре Монжа. 1. Постройка 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) равно удалены 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 H и V ? 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 плоскостей общего положения и проецирующих плоскостей. 16. Как определяют в треугольнике центр его тя-

жести, центры описанной и вписанной окружностей?

К теме 3. Познпционные 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 определяются на чертеже расстояния от точки до проецирующей плоскости? плоскости общего положения? 9. Как определяются на чертеже расстояния от точки до прямой частного, общего положения?

К теме 4. Способы преобразования эюра Монжа. 1. 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? 6. 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 плоскопараллель-

ного 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 называются 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 алгебраической кривой? 3. Что называют кривизной плоской кривой и как ее определяют графически? 4. Приведите определение эволюты и эвольвенты плоской кривой. 5. Назовите основные свойства эволюты и эвольвенты. 6. Какие кривые называют монотонными? 7. Расскажите об иррегулярных вершинах кривых линий. 8. Какие кривые называются овалами? Покажите примеры овалов. 9. Какие кривые называют соприкасающимися? 10. Какое преобразование плоских кривых называют кохлеидальными, 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 эмпоре 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 поверхности вращения. 8. Какие винтовые поверхности называют геликоидами? Укажите их виды. 9. Что представляет собой эксцентриситет ге-

ликоида. 10. Какую винтовую поверхность называют конволютным геликоидом, торсом-геликоидом, винтовым столбом, нормальным геликоидальным круглым цилиндром, винтовым тором? 11. Какие поверхности называют торсами? 12. Назовите известные вам поверхности Каталана. 13. Укажите возможные примеры практического применения поверхности 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 произвольной 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 получается 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 проецируемыми призмами. 7. Покажите схемы построения линий пересечения двух конических (с собственной и несобственной вершинами) поверхностей, имеющих плоские направляющие линии. 8. В какой последовательности соединяются точки искомой линии пересечения поверхнос-

тей 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 аксонометрических и диметрических проекций окружностей, вписанных в квадраты граней куба, ребра которого параллельны координатным осям.

ЧЕРЧЕНИЕ

Черчение — одна из дисциплин, составляющих основу подготовки инженеров по инженерно-техническим специальностям. Цель изучения черчения — получить знания и навыки выполнения и чтения изображений предметов, выполненных в соответствии со стандартами ЕСКД, научиться пользоваться справочными материалами, развить навыки техники черчения и ознакомиться с современными способами машинного изготовления и размножения чертежей. Черчение является первой ступенью обучения студентов, на которой изучаются начальные правила выполнения и оформления конструкторской документации.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ЧЕРЧЕНИЯ

ПОРЯДОК ИЗУЧЕНИЯ КУРСА

Изучение курса технического черчения 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 или рисования, а также тетради, lined in a grid.

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 УКИ.

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 техническому черчению — 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 курса машиностроительного черчения.

Каждую контрольную работу студенты отсылают на рецензию по месту прикрепления (институт, филиал или УКП). Отсылать на рецензию контрольную работу по частям не разрешается. Для удобства пересылки почтой листы чертежей нужно складывать до формата А 4 (11),* 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 ней.

По всем неясным вопросам следует обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру, филиал или УКП.

ЗАЧЕТ ПО КУРСУ

В высших технических учебных заведениях установлены следующие основные правила проведения зачетов по черчению:

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

сдачи 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.

* Здесь и далее буквенно-цифровые обозначения форматов даны по СТ СЭВ 1181—78, объединяющему с ГОСТ 2.301—68 цифровые обозначения форматов, заключенные в скобки, для справки, как пришедшие до объединения указанных стандартов.

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

Оценка знаний по черчению 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 выполняют 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 габаритные 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. 10. Пример заполнения основной надписи дан на рис. 11. Обводить чертеж следует, принимая толщину основных сплошных линий равной 0,1—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)».*

2. Машиностроительное черчение: Учебное пособие для вузов/Под ред. Г. П. Вяткина, М., 1977.

Дополнительная

3. Годик Е. И., Хаскин А. М. Справочное руководство по черчению. М., 1974.

* Номера ГОСТов указаны ниже в списках литературы к отдельным темам.

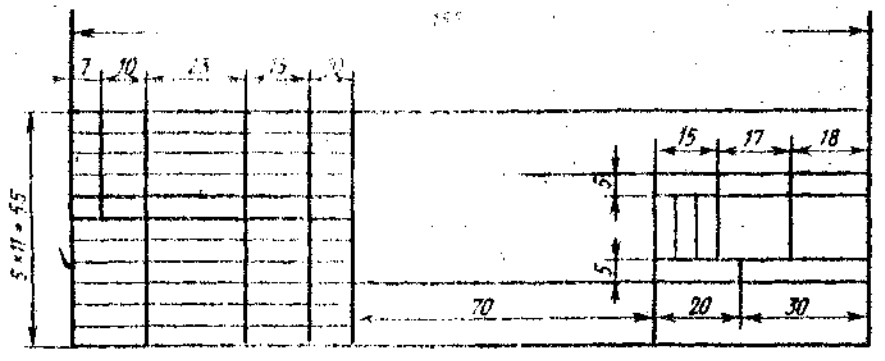


Рис. 10. Форма основной надписи

Рис. 11. Пример заполнения основной надписи

4. Федоренко В. А., Шонин А. В. Справочник по машиностроительному черчению. М., 1981.

5. Агурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. М., 1979.

Примечание. Допускается пользоваться другой литературой по черчению по указанию кафедры начертательной геометрии и черчения.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ЧЕРЧЕНИЮ

№ темы	Содержание	№ конт. работы	Формат чертежа	Количество форматов	Виды изучения	
					практические занятия	самостоятельная работа
1	Предмет и задачи курса, развитие черчения. Стандартизация как фактор, способствующий развитию науки и техники. ЕСКД, ЕСТД и другие системы стандартизации. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД, к выполнению чертежей. Построение оливок и обвод в технических формах.	4	A3(12)	1	4	2
2	Изображения — виды, разрезы, технические проекции	4	A3(12)	1	2	2
3	Изображения — разрезы	4	A3(12)	1	2	4
4	Изображения — сечения	4	A3(12)	2	2	4
5	Линии среза	4	A3(12)	1	1	2
6	Линии перехода	4	A3(12)	1	1	4
Итого		—	—	—	12	18

№ темы	Содержание темы	№ копировальной работы	Формат чертежа	Количество форматов	Виды изучения	
					практические занятия, ч	самостоятельная работа, ч
7	Изображение и обозначение резьбовых деталей и соединений	5	A3(12)	1	2	4
8	Изображение и обозначение неразъемных соединений (сварка, пайка)	5	A3(12)	1	1	2
9	Эскизы деталей машин с натуры	5	Бумага в клетку		2	4
10	Сборочный чертеж изделия	5	A2-A1 (22-24)	1	2	10
Итого		—	—	—	7	20
11	Детализирование. Выполнение чертежей деталей по чертежам общего вида. Аксонометрические проекции деталей	6	A1(24)	1-1,5	2	10
12	Чтение чертежа общего вида	6	Бумага в клетку		2	4
13	Ознакомление с механизацией и автоматизацией чертежных работ	—	—	—	1	—
Итого		—	—	—	5	16
Всего		—	—	—	20	52

Материалы темы 3 рекомендуется изучить и выполнить 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 линии перекола.

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

Задание по теме 1. Построить очертание кулачка. Пример выполнения дан на рис. 12. Данные для своего варианта взять из табл. 13.

Графическую работу выполнять на листе чертежной бумаги формата А2 карандашом.

Порядок выполнения. Изучить основные положения ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78), 2.302-68 (СТ СЭВ 1180-78),

2.303-68 (СТ СЭВ 1178-78), 2.304-68*, 2.306-68 (СТ СЭВ 860-78), 2.307-68**, данные в сборнике стандартов «Единая система конструкторской документации», и рекомендуемую литературу. Следует иметь рабочую тетрадь и записывать в нее основные положения. Ознакомиться с содержанием чертежа к теме 1 (рис. 12). Прочитать «Основные рекомендации по выполнению чертежей» в разделе «Черчение» в данных методических указаниях. Изучить методические указания к данной теме и приступить к выполнению графической работы.

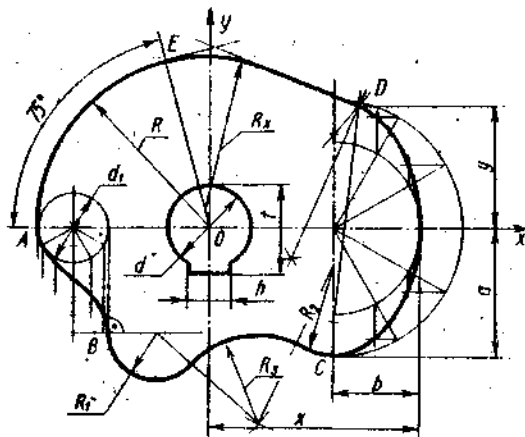
Указания по выполнению задания. В связи с огромным развитием автоматизации можно встретить в самых разнообразных механизмах плоские кулачки и копиры. В заданиях к теме 1 очертания кулачков включают две лекальные кривые и дугу радиуса R , угол которой определяет время «выстоя» механизма, получающего движение от кулачка.

Построение очертания кулачка в каждом варианте следует начинать с нанесения осей координат Ox и Oy . Затем строят лекальные кривые по их заданным параметрам и выделяют их участки, входящие в очертания кулачка. После этого можно вычертить плавные переходы между лекальными кривыми. При этом следует учесть, что во всех вариантах через точку D проходит касательная к эллипсу.

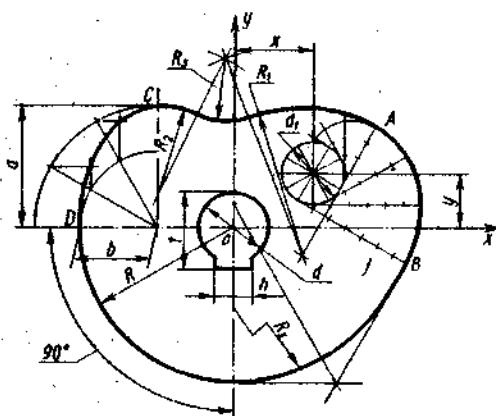
* Предстоит объединение ГОСТ 2.304-68 с пятью соответствующими стандартами СЭВ 851-78 ÷ 855-78.

** Предстоит выпуск этого ГОСТа, объединенного со СТ СЭВ 1976-79 и СТ СЭВ 2180-80.

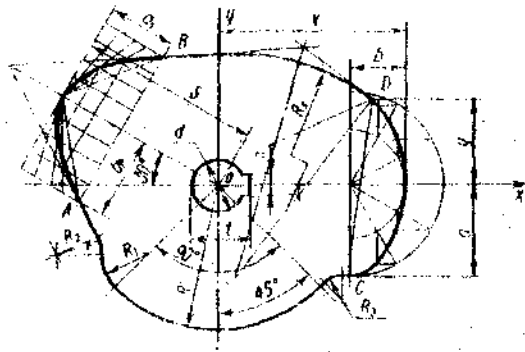
Таблица 13. Данные для построения очертания кулачка
(размеры, мм)



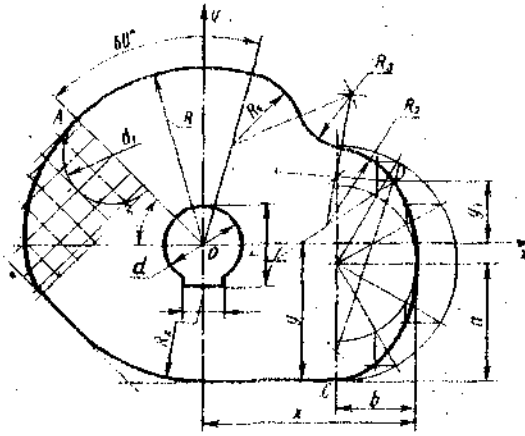
Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	l	x	y
1, 11, 20	120	40	60	35	80	50	45	50	14	50,5	110	70
5, 15, 24	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
9, 19	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	l	x	y
2, 12, 21	120	100	50	30	80	50	45	40	14	50,5	40	35
6, 16, 25	115	110	75	40	90	55	50	45	16	56	45	40



Варианты	R	R_1	R_2	R_3	S	v	a	b	L	d	h	t	x	y
3, 13, 22	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	55,5	135	54
7, 17, 26	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	L	h	t	x	y	r_1
4, 14, 23	95	35	35	25	70	50	40	60	12	45	100	85	40
8, 18, 27	100	55	55	30	85	55	45	65	14	50,5	120	95	45
10	90	40	40	25	75	45	40	60	12	45	100	90	35

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 (11) содержится в листе формата А1 (24)? 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 Φ ? 14. Какие проставляют размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от 1:1? 15. На каких двух положениях геометрии основано построение сопряжений? 16. Перечислите элементы сопряжений.

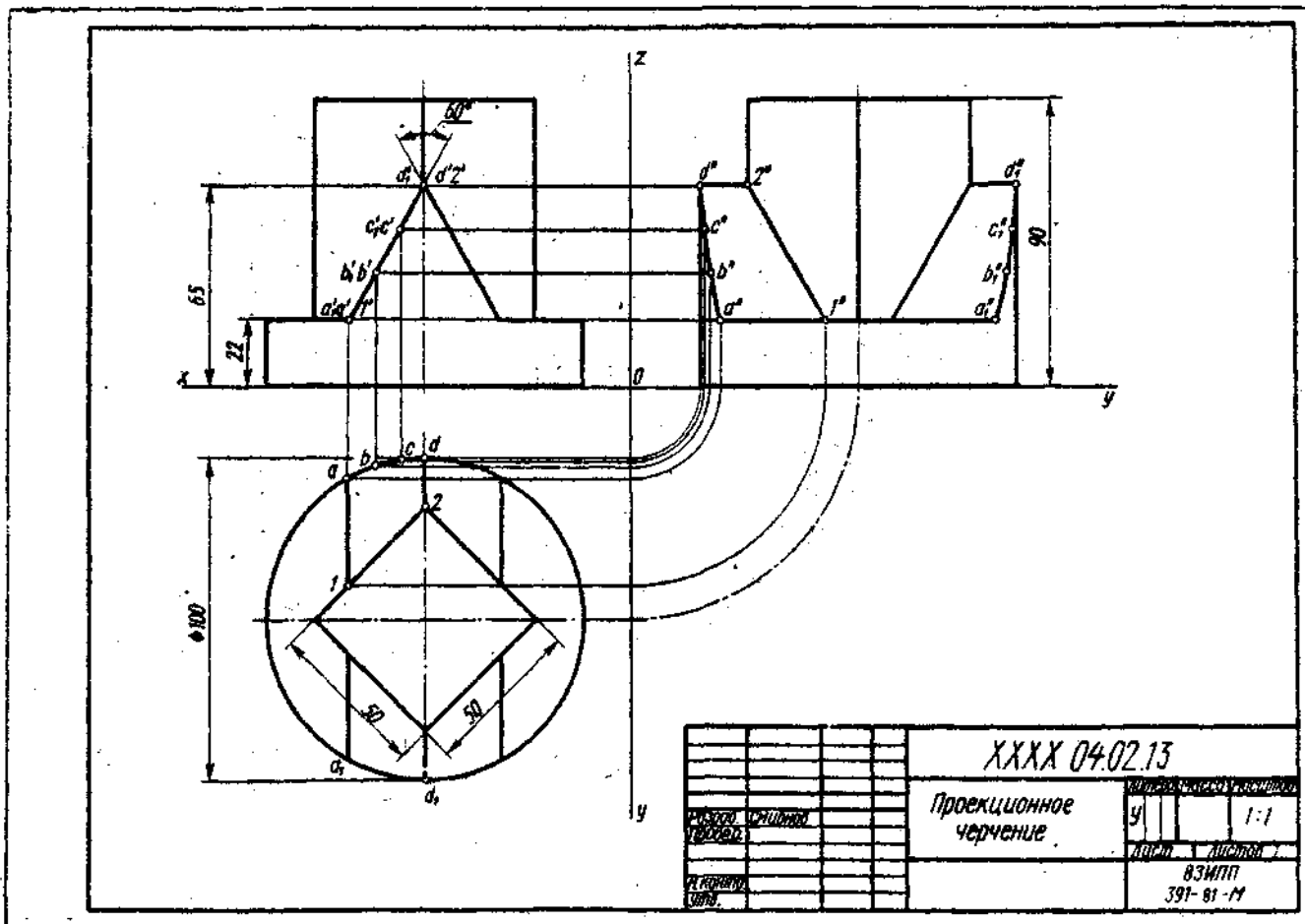


Рис. 13. Пример выполнения чертежа по теме 2

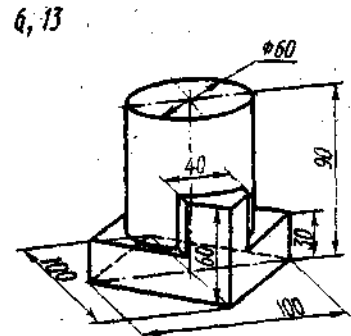
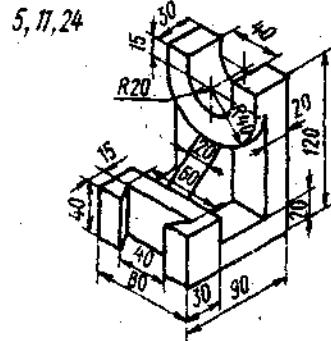
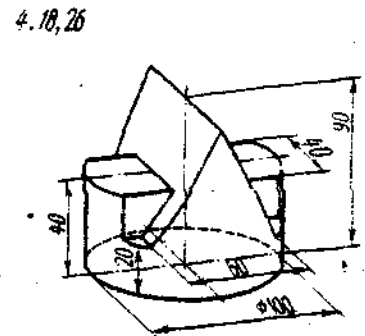
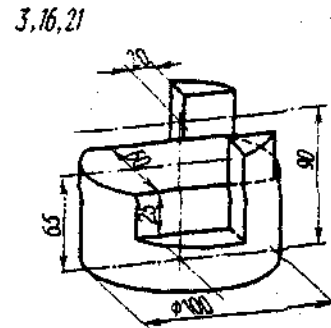
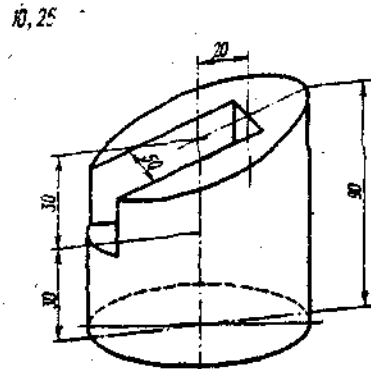
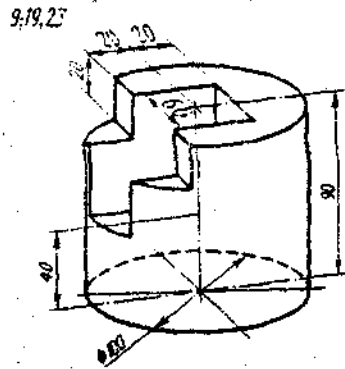
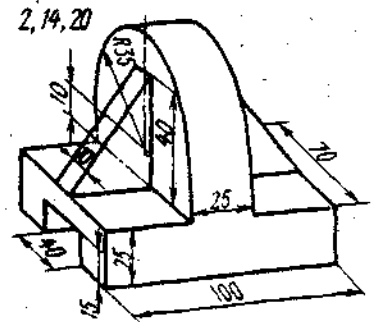
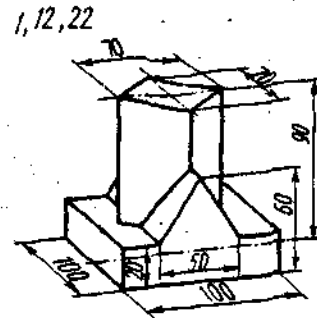
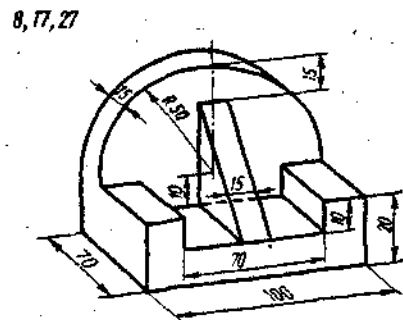
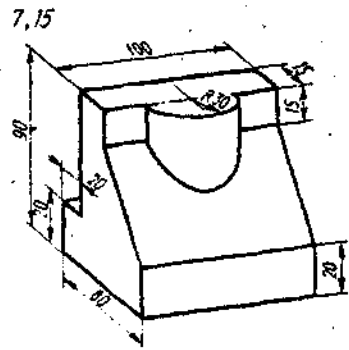


Рис. 14. Индивидуальные задания к чертежу по теме 2

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 (12) карандашом.

Литература. ГОСТы: 2.305-68 и СТ СЭВ 362-76 и 363-76*, 2.307-68 [4, разд. IV]**

* Предстоит выпуск ГОСТ 2.305-68, объединенного с СТ СЭВ 362-76 и СТ СЭВ 363-76.

** Здесь и далее первая цифра в квадратных скобках означает номер книги по списку литературы к курсу «Черчение» на с. 30 настоящего пособия.

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.

№ вариантов	Внешняя форма предмета	Цилиндрическое отверстие
1, 19	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, 18	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, 17, 25	Четырехугольная правильная призма. Стороны 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, 16, 24	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, 23	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
6, 14, 22	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, 13, 21	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, 12, 20	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, 11, 26	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, 27	Прямой круговой цилиндр диаметром 90 мм. Высота цилиндра 100 мм	Вертикально расположенное отверстие диаметром 30 мм до верхней плоскости призматического отверстия

Порядок выполнения. 1. Изучить ГОСТ 2.305—68 и СТ СЭВ 362—76 и 363—76 и рекомендованную литературу. 2. Внимательно, ознакомьтесь 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 называется главным видом? 3. Когда на чертеже делают надписи названий основных видов? 4. Какой вид называется дополнительным? Как он обозначается на чертеже? 5. Какой вид называется местным?

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.

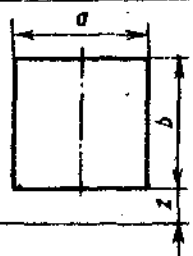
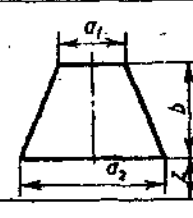
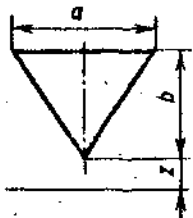
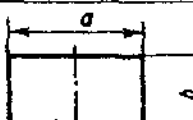
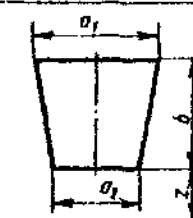
Призматическое отверстие — это сквозное отверстие, ребра которого перпендикулярны фронтальной плоскости проекции; форму и размеры отверстия взять из табл. 15. Цилиндрическое отверстие выполнить в соответствии со своим вариантом по табл. 14. Пример выполнения графической работы дан на рис. 15. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А2 карандашом.

Порядок выполнения. Ознакомьтесь с содержанием чертежа к теме 3 (рис. 15) и изучите методические указания к данной теме. Внимательно изучите 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 мысленного представления предмета, для которого затем должен быть выполнен чертеж. Следует, внимательно прочитав описание внешней формы предмета, представить себе этот предмет в простран-

Таблица 15. Данные к заданию по теме 3 (размеры, мм)

№ вариантов	Размеры отверстия и расположение его от нижнего основания предмета (для центра сфер)	Форма призматического отверстия
1, 9, 11	$a = 35$ $b = 60$ $z = 20$	
19, 26	$a = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
2, 18	$a_1 = 30$ $a_2 = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
3, 17, 25	$a_1 = 35$ $a_2 = 45$ $b = 50$ $z = 25$	
4, 24	$a = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
10, 16, 17	$a = 30$ $b = 50$ $z = 25$	
5, 15, 23	$a = 40$ $b = 40$ $z = 20$	
8, 12, 20	$a = 35$ $b = 35$ $z = 17,5$	
6, 14, 22	$a_1 = 40$ $a_2 = 30$ $b = 50$ $z = 30$	
7, 13, 21	$a_1 = 45$ $a_2 = 35$ $b = 50$ $z = 25$	

стве. 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

017

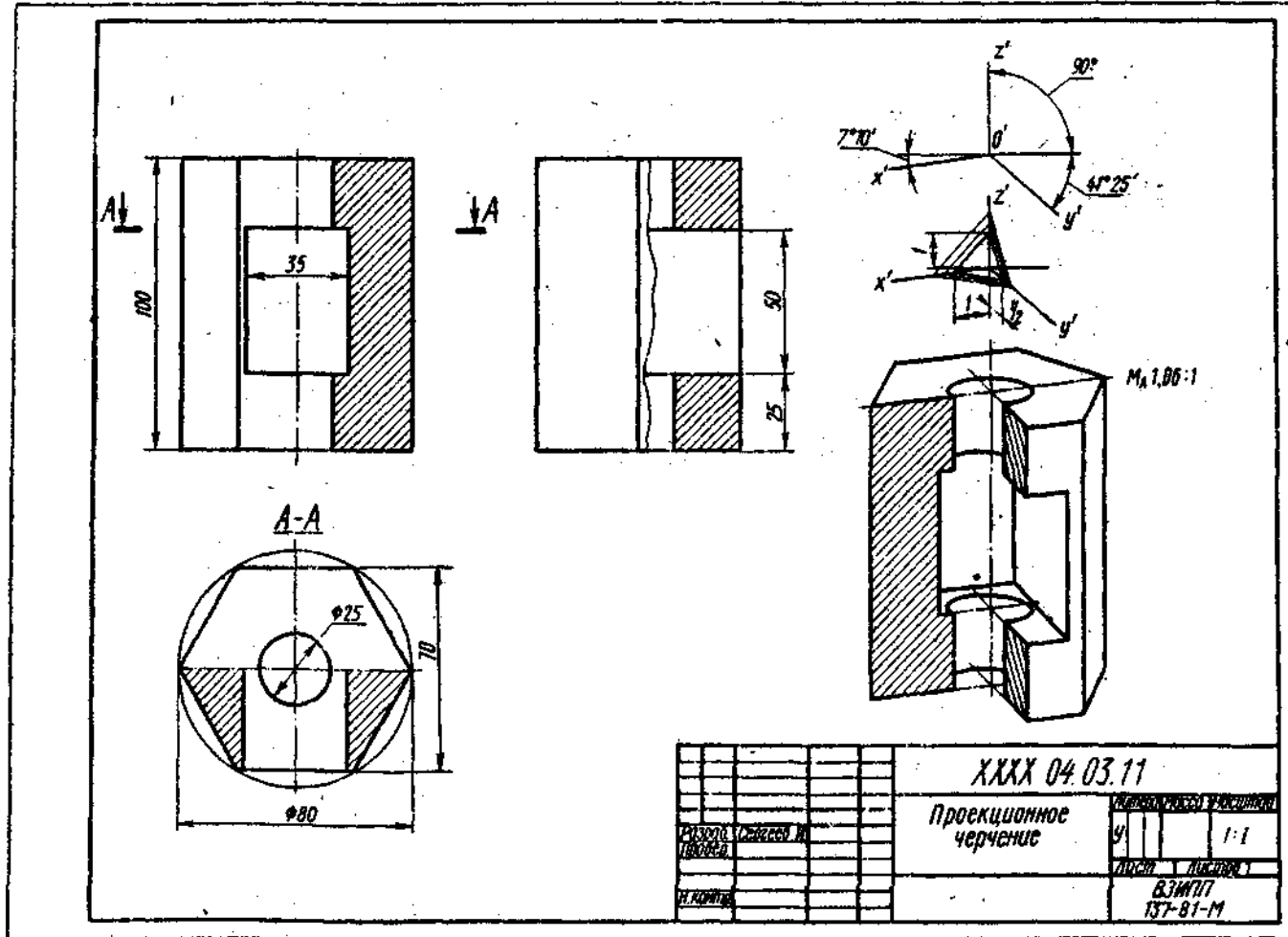


Рис. 15. Пример выполнения чертежа по теме 3

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 нужно выполнить разрезы. При заданных формах предмета потребуются 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.

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

Вопросы для самопроверки

1. Что такое разрез? 2. Для какой цели применяют разрезы? 3. Что такое полный разрез, простой и сложный разрезы? 4. Какой разрез называется 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 обозначаются 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 даны 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 горизонтальную проекцию и натуральный вид сечения заданной фронтально-проецирующей плоскостью («косое» сечение). Выполнить 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 называются ступенчатыми? ломаными? 3. Что такое «местный» разрез? 4. Что такое сечение? 5. Как обводятся линии контура наложенного и вынесенного сечений? 6. Как обозначаются 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 даны в табл. 16. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата 12 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 линий «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.

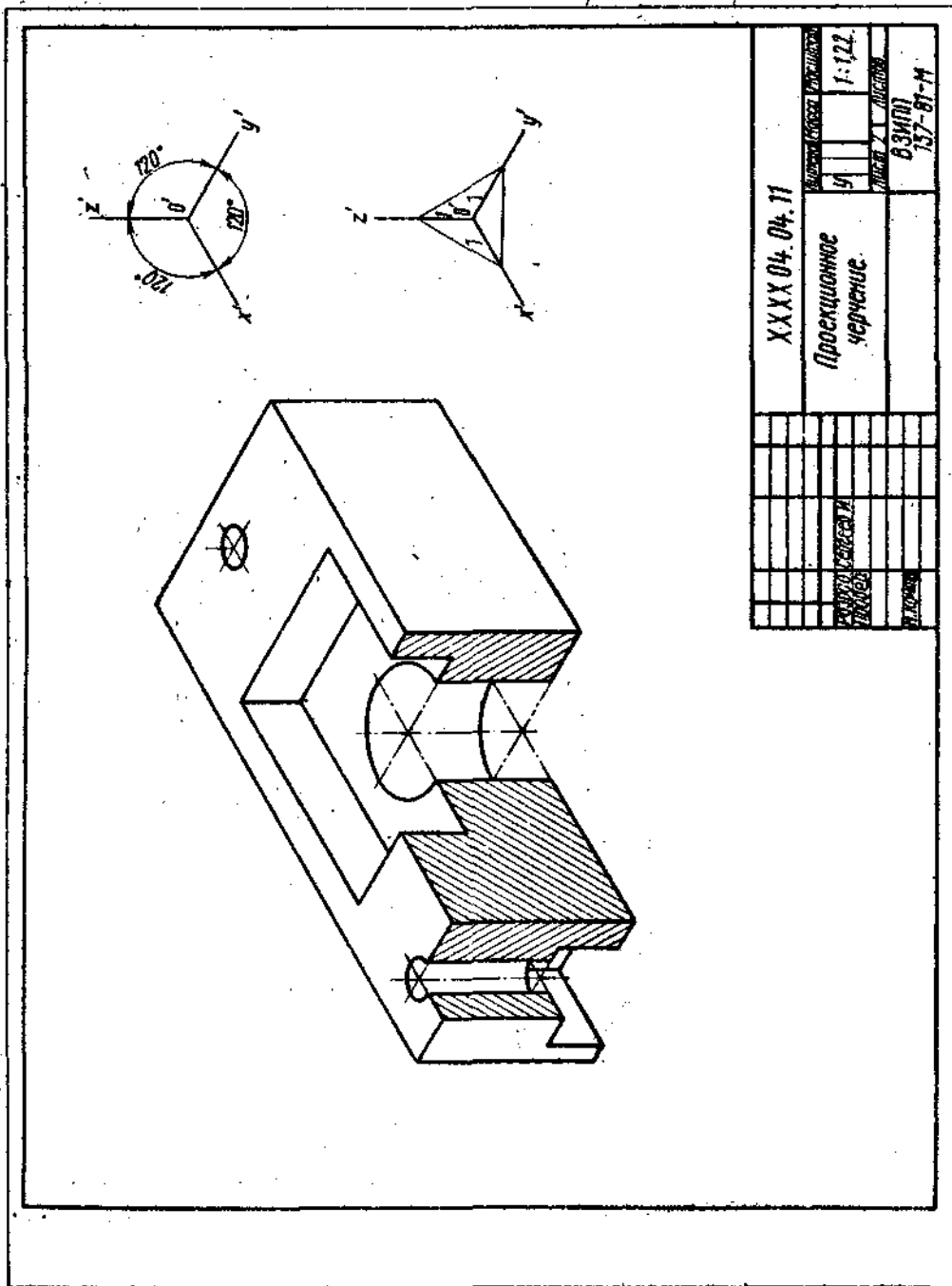
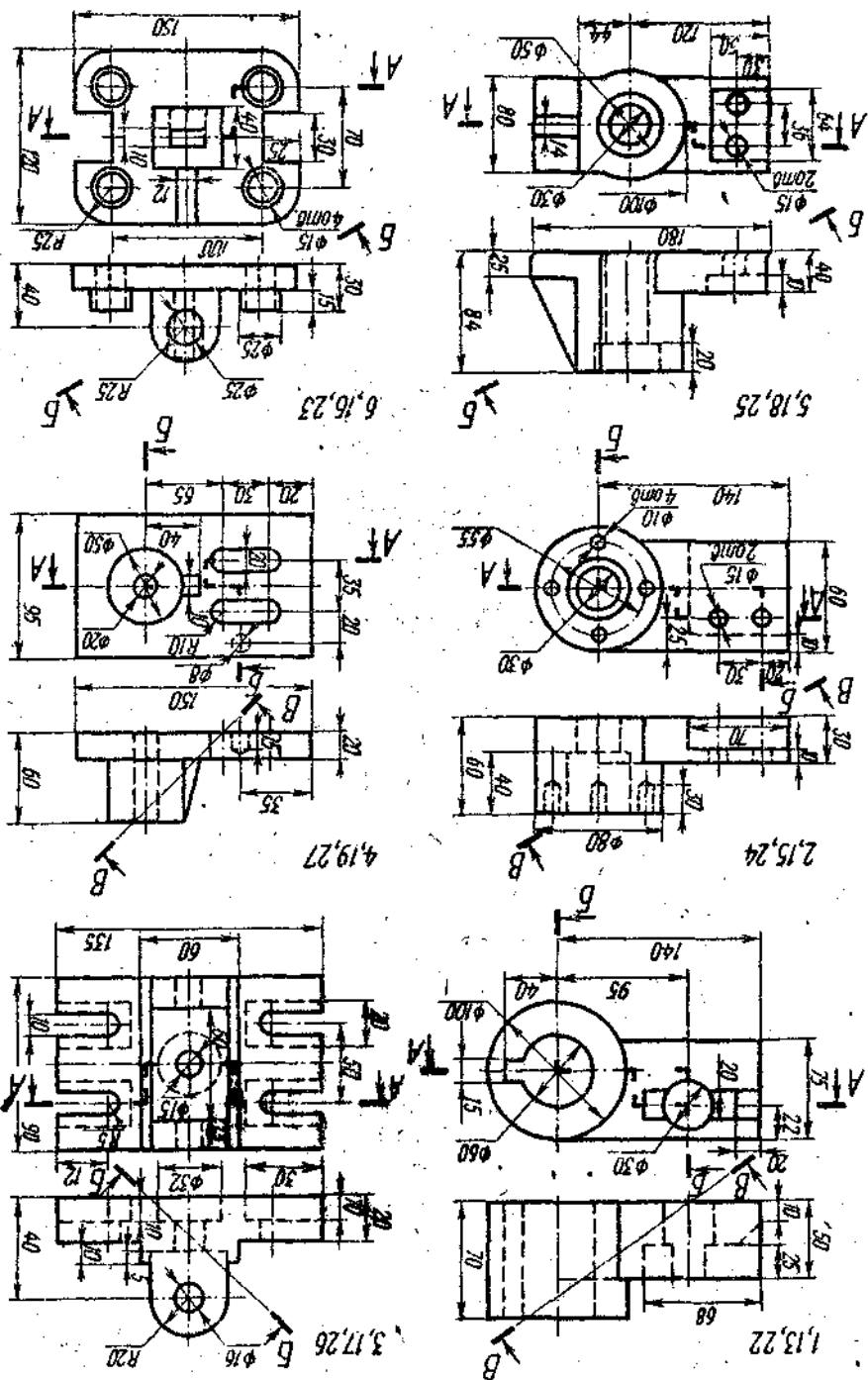


Рис. 17. Пример выполнения чертежа по теме 4 (продолжение)

Рис. 3. Измерительные заготовки и чертёж по теме 4



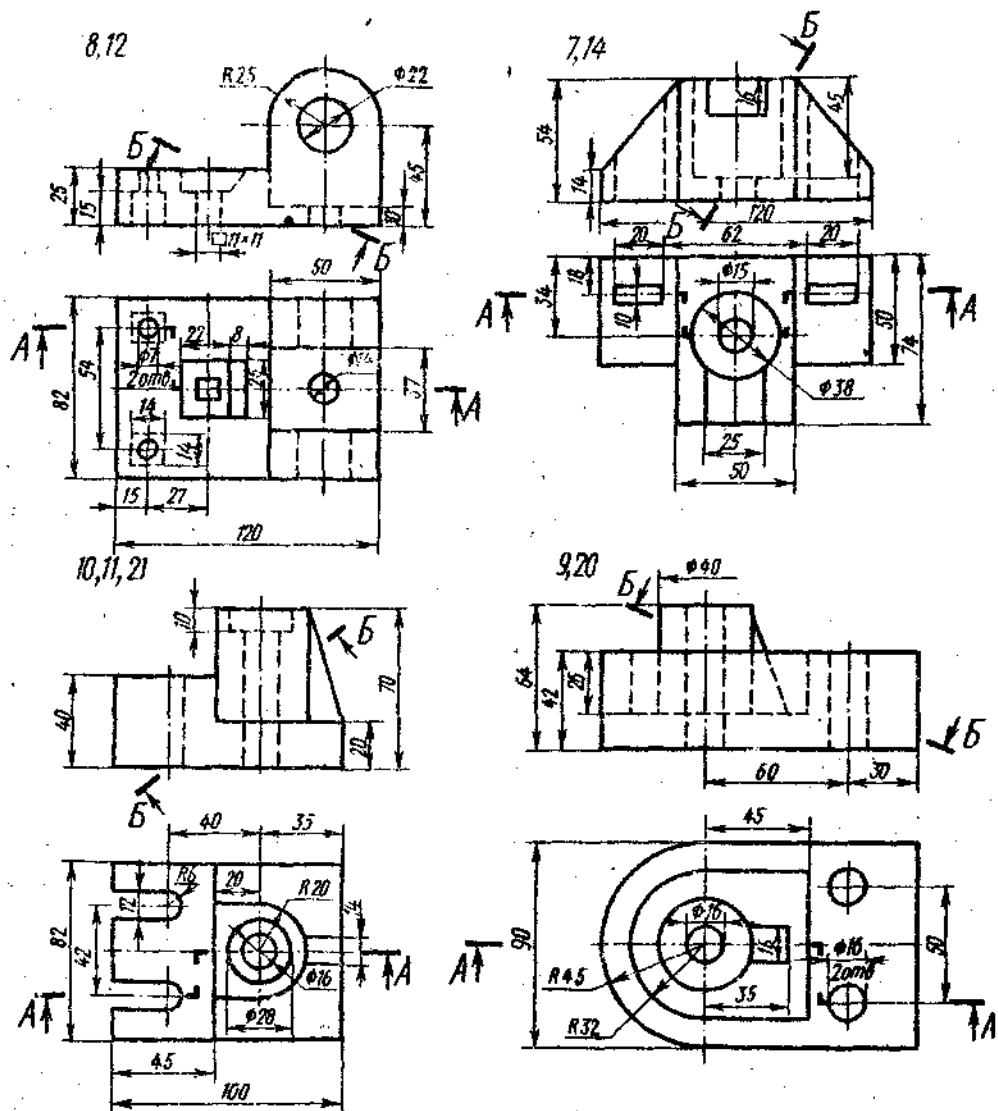


Рис. 18 (продолжение)

Литература. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии, М., 1977 (гл. IX).

Указанная 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 пересекать их 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 гором, образуемым вращением дуги $R 25$, цилиндром $\phi 130$, сферой $\phi 130$, сопрягающейся с тором, образованным вращением дуги $R 20$; гор переходит в цилиндр $\phi 70$, заканчивается деталь усеченным конусом.

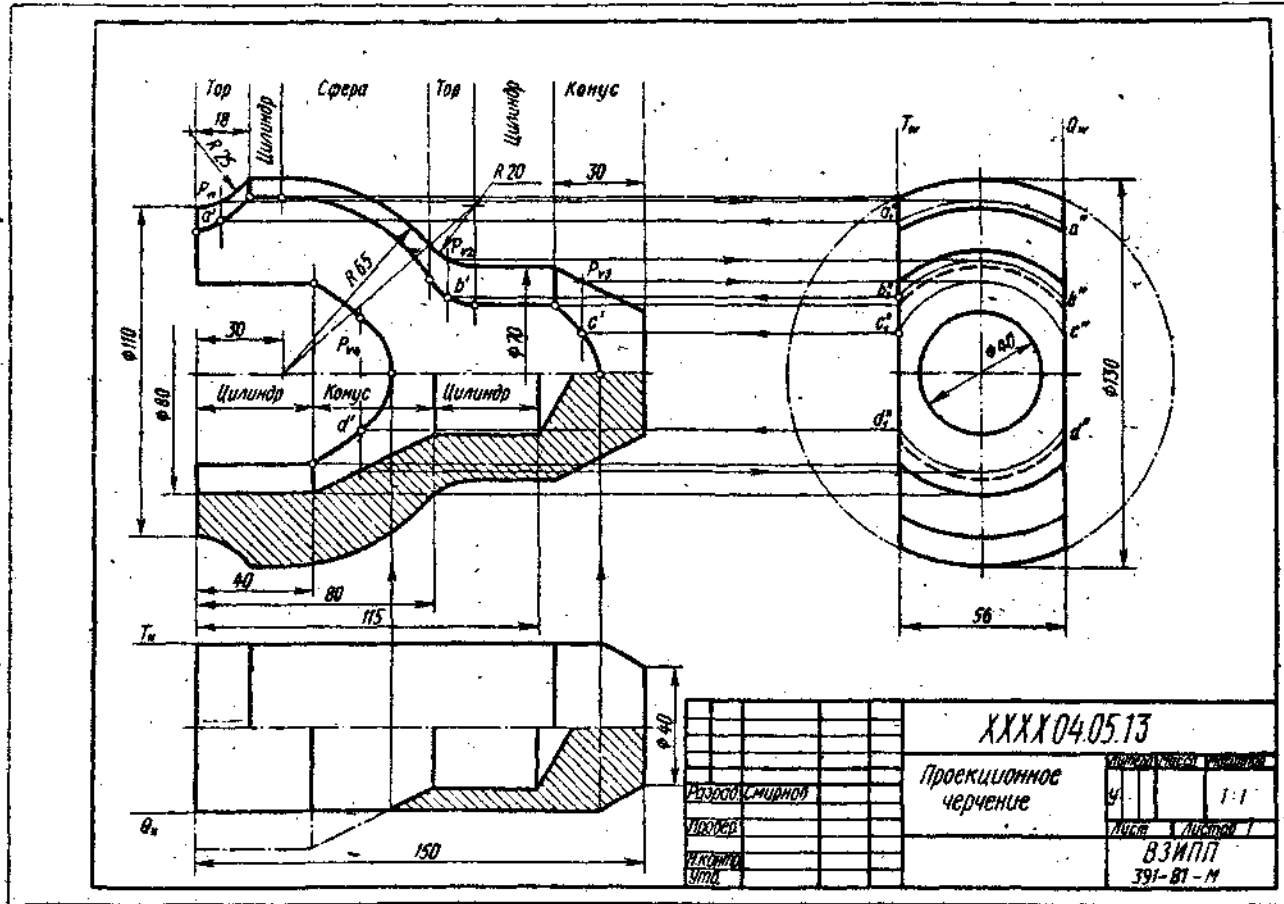
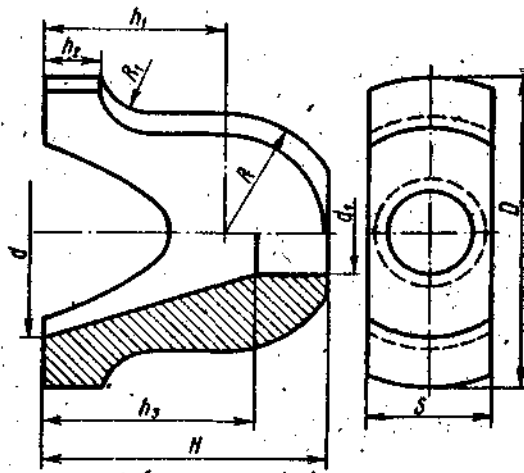


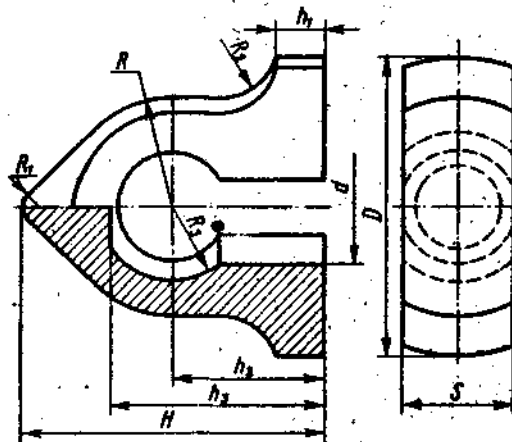
Рис. 19. Пример выполнения чертежа по теме 5

XXXX04.05.13		Лист 1	
Проектное черчение		1:1	
ВЗИП		391-81-14	

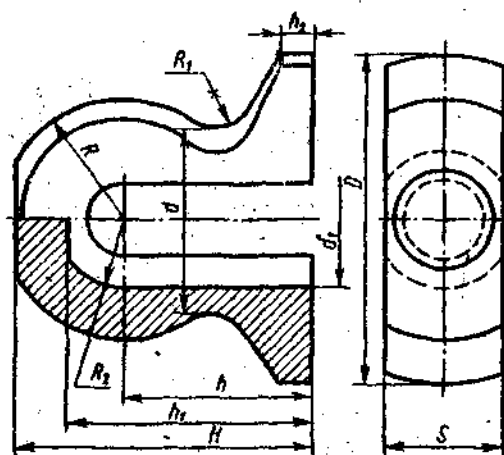
Таблица 16. Данные для заливки по теме 5
(размеры, мм)



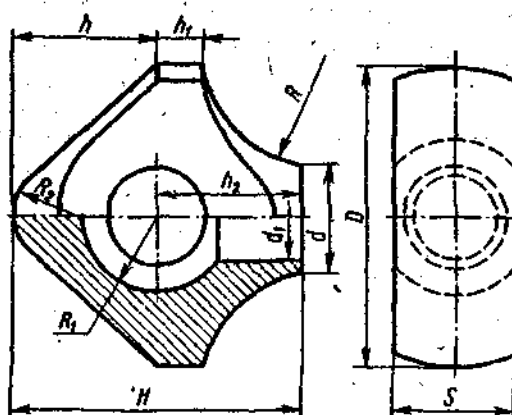
№ вариантов	H	D	S	h ₁	h ₂	h ₃	R	R ₁	d	d ₁
1, 5, 13	100	110	50	65	20	75	40	15	70	30
9, 14, 20	115	120	55	78	22	85	45	20	85	32
18, 13, 26	120	125	56	80	25	90	46	22	86	35



№ вариантов	H	D	S	h ₁	h ₂	h ₃	R	R ₁	R ₂	R ₃	d
3, 6, 25	100	110	45	15	46	70	40	8	18	30	50
10, 15	110	130	52	20	60	90	45	10	22	35	60



№ вариантов	H	D	S	k	h ₁	h ₂	R	R ₁	R ₂	d	d ₁
2, 7, 21	120	125	52	78	100	12	48	18	30	75	60
11, 16, 27	105	120	50	68	92	10	45	15	28	70	56



№ вариантов	H	D	S	h	h ₁	h ₂	R	R ₁	R ₂	d	d ₁
4, 8	100	110	48	50	15	45	50	30	25	40	30
12, 19	105	120	50	55	18	48	45	32	20	45	25
17, 24	115	125	52	60	20	50	48	35	22	46	28

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 проектируются в виде отрезков прямых, совпадающих со следами плоскостей T и Q . На главном виде линии «среза» надо построить.

Поверхность цилиндра диаметром 130 мм пересекается плоскостями T и Q по образующим, профильные проекции которых проектируются в виде точек, лежащих на пересечении профильных следов секущих плоскостей с профильной проекцией цилиндра (окружность диаметром 130 мм), так же строится линия «среза» на цилиндре $\varnothing 70$ мм. Поверхность сферы пересекается по окружности, радиус которой может быть получен из профильной проекции по следу T_{ν} или Q_{ν} .

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 P_1, P_2, P_3, P_4 , 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 P , 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 P . 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 Q_1 плоскости Q . Промежуточные точки гиперболы (D) строятся с помощью вспомогательной плоскости P_4 аналогично точкам A, B, C .

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

Задача 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 А2 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.

Литература. *А. В. Бубенников, М. Я. Громов.* Начертательная геометрия. М., 1973 (гл. X).

Гордон В. О., Семенов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М., 1977 (гл. X).

Указания по выполнению задания. Данная тема является последней в разделе «Проекционное черчение» и завершает работу студентов по начертательной геометрии, геометрическому и проекционному

му 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 построить эти линии, применяя способ сечения вспомогательными плоскостями, параллельными одной из плоскостей проекции, или применяя способ сфер. 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, ближайšie и наиболее удаленные от плоскостей проекций. Все остальные точки линии пересечения поверхностей называются промежуточными.

На рис. 20 дано построение промежуточных точек 2, 3, 4, 5. Для этого проведена горизонтальная плоскость P , которая пересекает поверхности цилиндра радиуса $R=20$ мм и сферы $R=90$ мм по дугам окружности. На главном виде и виде сбоку эти дуги проецируются в виде отрезков прямых, совпадающих со следами плоскости. Точки пересечения дуг окружностей 2, 3, 4 и 5 на виде сверху являются общими точками, принадлежащими линии перехода. Их проекции на главном виде и виде сбоку лежат на следах плоскости и линиях связи. Подобным образом могут быть построены и другие точки линии перехода.

Плоскость T , проведенная через ось сферы и цилиндра, пересечет цилиндр по образующей, на которой находится нижняя опорная точка кривой 1. Проведя через эту образующую фронтальную плоскость S , строим на главном виде проекцию окружности — сечение плоскостью шара. Пересечение этой окружности с образующей дает нижнюю точку 1 кривой. Подробнее о нахождении характерных точек, а также о способе сфер см. в курсе начертательной геометрии.

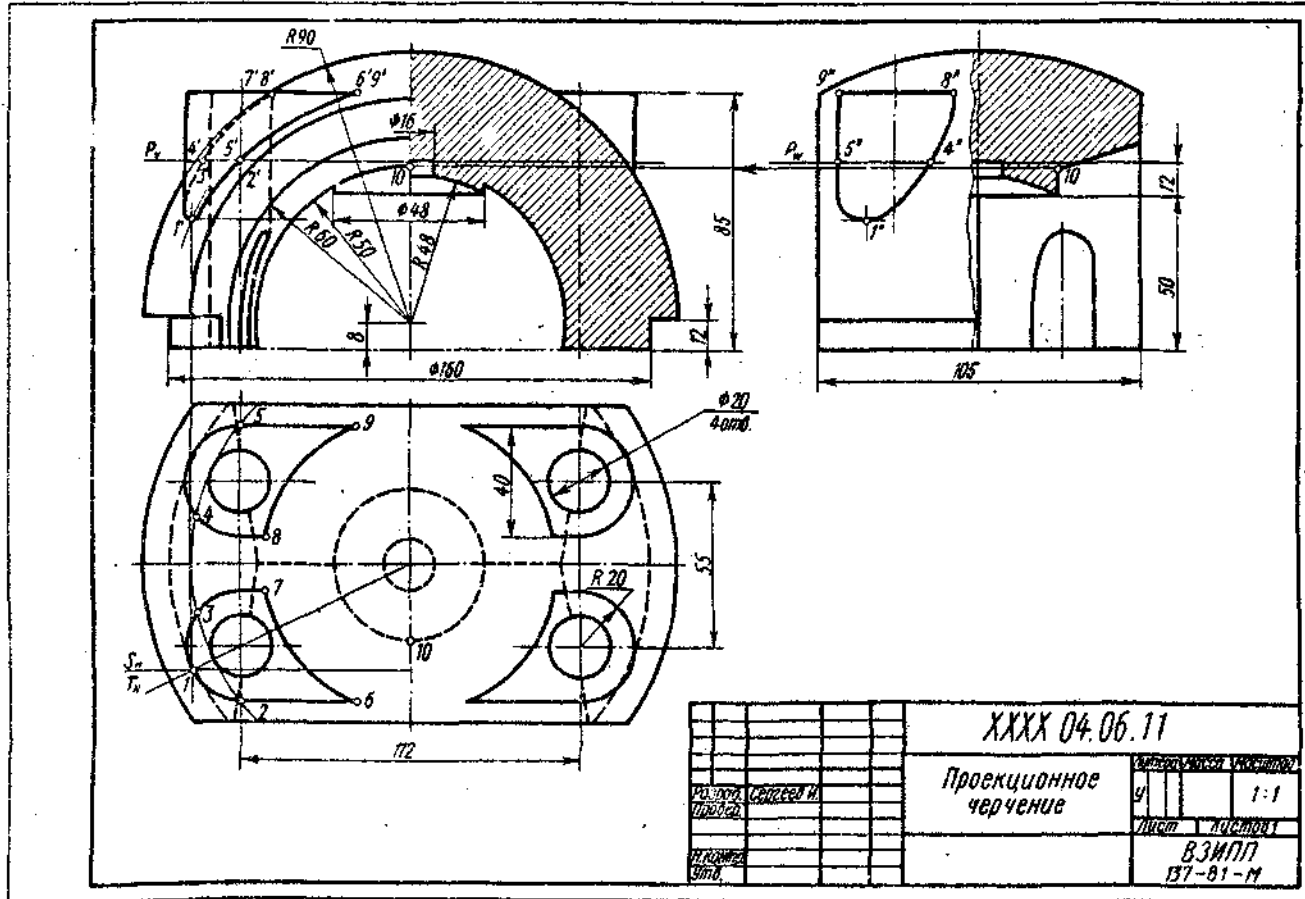


Рис. 20. Пример выполнения чертежа по теме 6

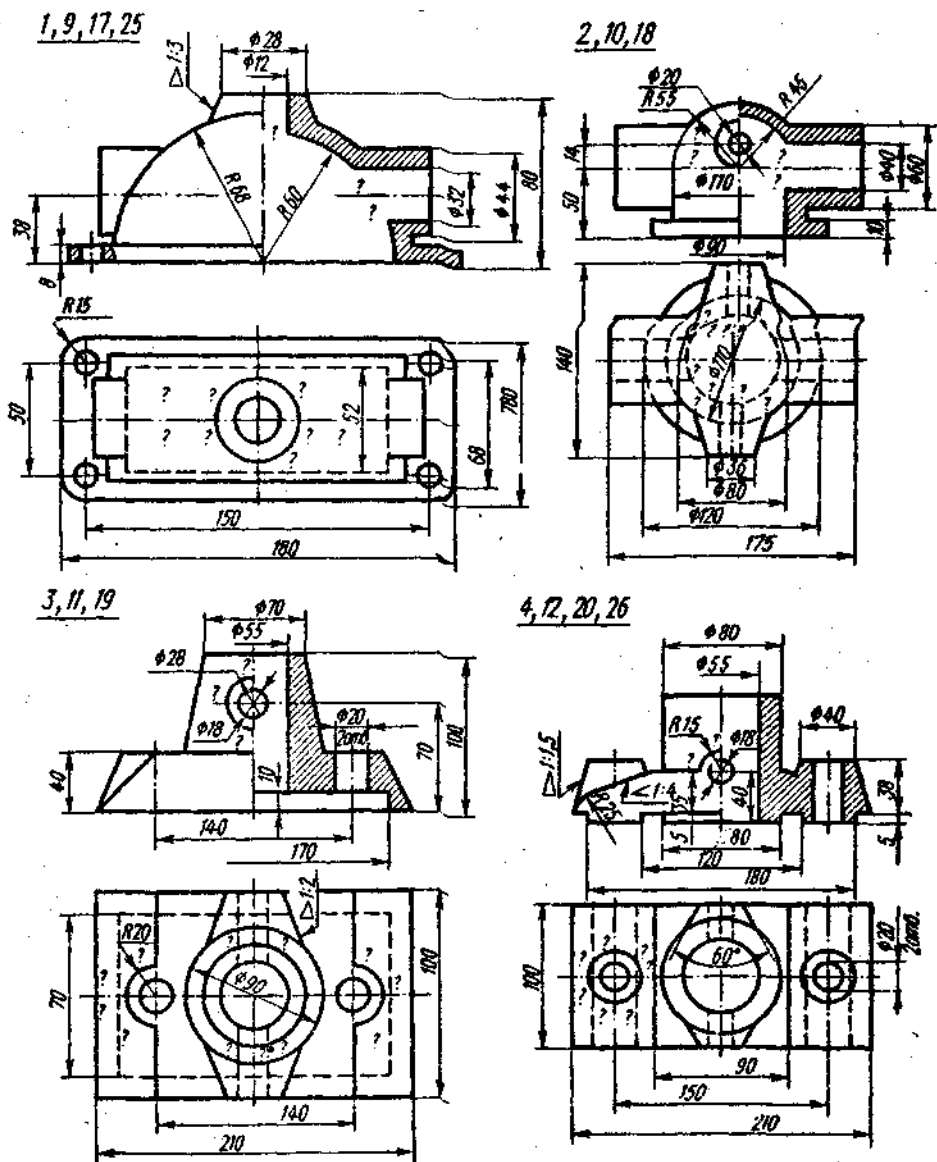
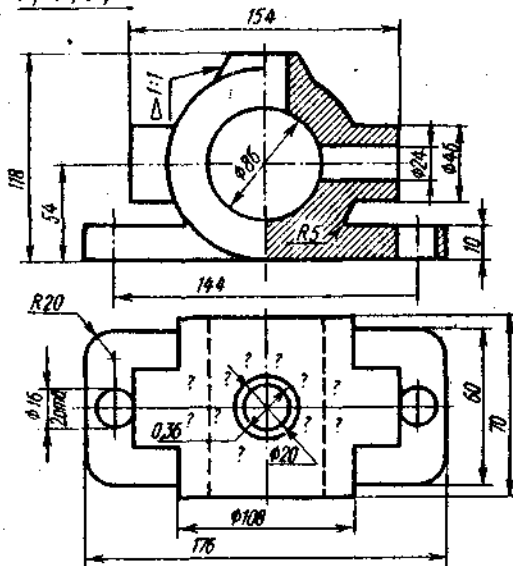
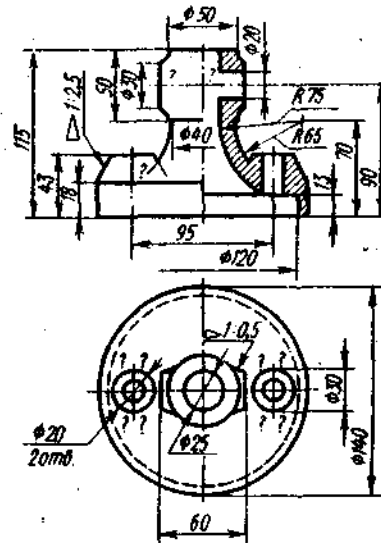


Рис. 21. Индивидуальные задания к чертежу по теме 6

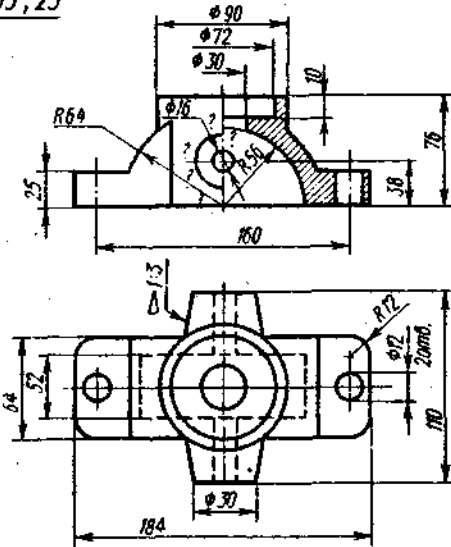
5, 13, 21, 27



6, 14, 22



7, 15, 23



8, 16, 24

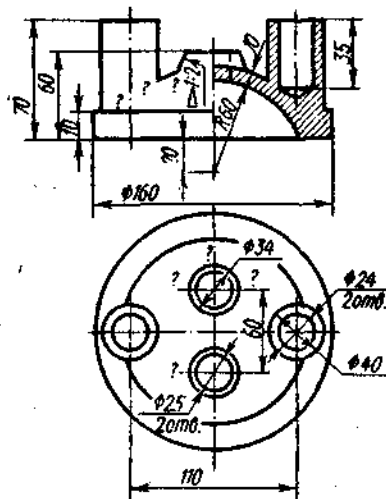


Рис. 21 (продолжение)

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 построения для нахождения линий перехода на чертеже сохранять.

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

кальной. Уклон выражается отношением противоположного катета BC к прилежащему катету AC (рис. 22).

$$\text{Он представляет собой } \operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC}$$

Уклон может быть выражен простой дробью, десятичной или в процентах. Зна-

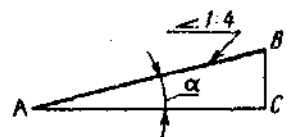


Рис. 22. Обозначение уклона

чение 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.

$$2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{h_1}$$

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

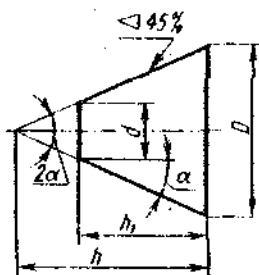


Рис. 23. Обозначение конусности

Согласно ГОСТ 2.307—68, перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак \triangleleft , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (см. рис. 22); перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак \triangleleft , 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, шпильков.

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

Тема 9. Составление эскизов деталей машины.

Тема 10. Выполнение сборочного чертежа машиностроительного изделия.

Общие указания

Если четвертая работа является в известной степени подготовительной, то с пятой работы начинается изучение 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 относятся изделия производства, предназначенные для поставки (реализации), ко вторым — изделия производства, предназначенные для собственных нужд предприятия.

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

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валки 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, дом, лекало).

Сборочной единицей называется 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 называются два специализированных 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 называются два изделия 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 2.101-63 (СТ СЭВ 364-76). Виды изделий.

Виды конструкторских документов. Конструкторские документы (КД) подразделяются 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:

схемы, на которых показываются в виде условных изображений или обозначений составные части изделий и связи между ними (шифр схемы выбирается по ГОСТ 2.701-76);

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

В зависимости от стадии разработки КД подразделяется 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»).

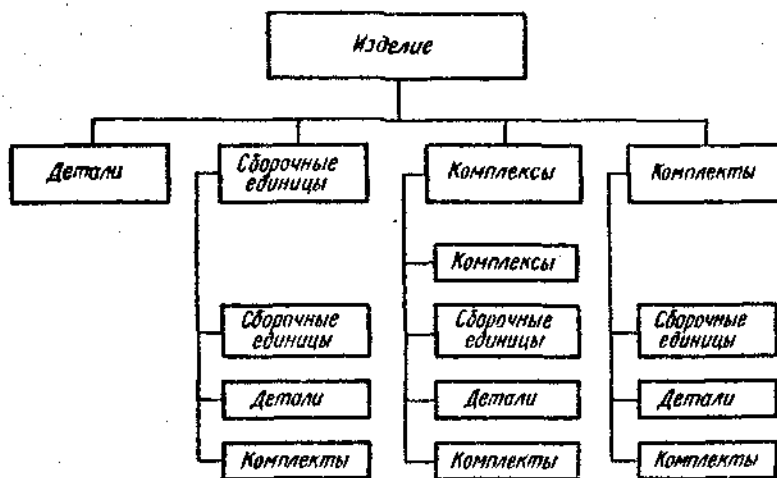


Рис. 24. Схема деления изделия на составные части

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

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

чертеж общего вида (шифр ВО), определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных 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;

Стадии разработки рабочей конструкторской документации:

конструкторская документация опытного образца (документы литер «О», «О₁», «О₂» и т. д.);

конструкторская документация установочной серии (документы литеры «А»); *конструкторская документация установленного производства* (документы литеры «Б»).

Созданию нового изделия, как правило, предшествует большая экспериментальная и исследовательская работа

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

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

для установления технической возможности или экономической целесообразности его осуществления. По результатам этих исследований при положительном решении вопроса составляется «заказчиком» так называемое техническое задание на проектирование. В нем устанавливаются 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 указываются назначение самолета (пассажирский, транспортный, 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, габаритные размеры и т. д.).

На основе одобренного «заказчиком» технического предложения разрабатывается 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 также, 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 черчения 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 черчения КД выполняются с некоторыми отступлениями от требований стандартов и производства. Так, например, размеры наносятся только номинальные*, без указания предельных отклонений; для обозначения шероховатости поверхности ограничиваются только указанием одного из двух параметров — R_a или R_z , хотя ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) содержит шесть параметров шероховатости; не указываются (за некоторыми исключениями) поля допусков в обозначении резьб; не указы-

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

ваются 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) называется сборочной операцией.

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

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

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. Obviously, у однозаходной резьбы ход равен шагу (рис. 26, а), у многозаходной

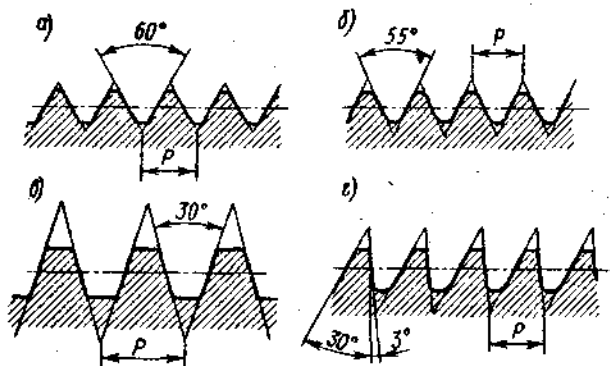


Рис. 25. Профили резьб общего назначения:
а — метрической; б — трубной цилиндрической; в — трапецидальной; г — упорной

Те соединения, которые предназначены для постоянной связи составных частей изделия и которые нельзя разобрать без их повреждения, называются неразъемными (соединения при помощи сварки, пайки, клепки, опрессовки, склеивания и др.). Для разъемного соединения составных частей машин и различных устройств широко применяется соединение при помощи резьбы или крепежных деталей с резьбой. Изучение правил изображения и обозначения таких соединений составляет содержание темы 7.

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

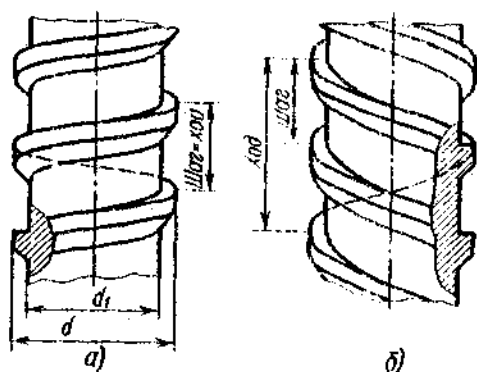


Рис. 26. Однозаходная и многозаходная резьба:
а — правая, б — левая

Резьбу изготавливают или режущим инструментом с удалением слоя материала, или накаткой путем выдавливания. При выводе инструмента из металла 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 упора 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—66 «Резьбы. Основные определения»).

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 $\frac{3}{4}$ окружности и разомкнутую в любом месте. На изображениях резьбы в отверстиях сплошные основные и сплошные тонкие линии как бы меняются местами (рис. 28, б).

Фаски на стержне с резьбой и в отверстиях с резьбой, не имеющие специального

* Размеры сбega и проточек стандартизованы (см. ГОСТ 10549—80 СТ СЭВ 214—75).

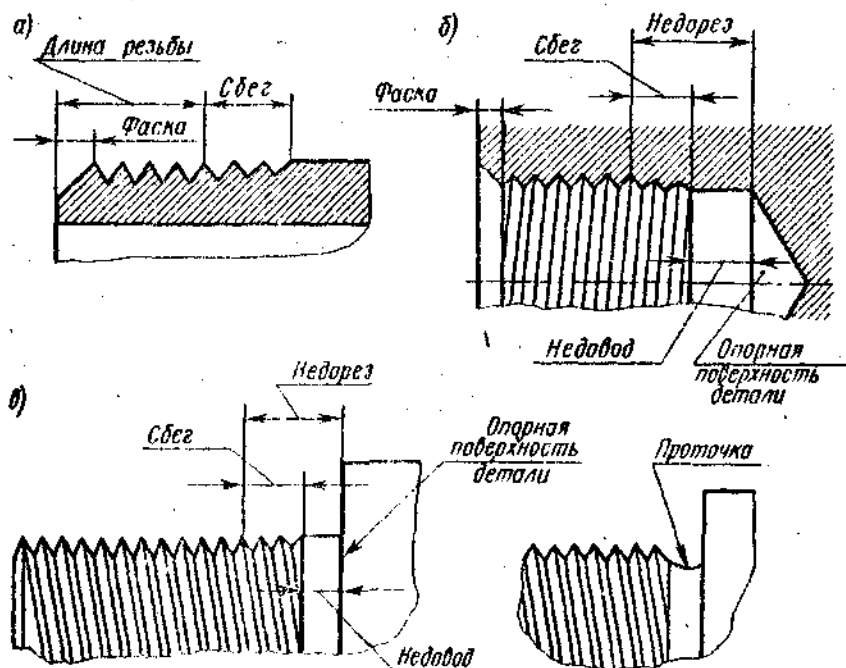


Рис. 27. Элементы резьбы

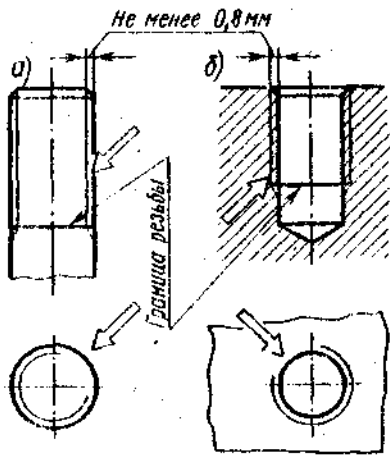


Рис. 28. Изображение резьбы на стержне и в отверстии

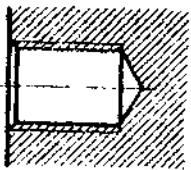


Рис. 29. Упрощенное изображение резьбы в отверстии

конструктивного назначения, 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 больше шага резьбы. Сбег резьбы изображается тонкой линией, проводимой примерно под углом 30° к оси резьбы (рис. 28). Сбег резьбы на производственных чертежах, указываются относительно редко. На учебных чертежах изображать сбег не

нужно, кроме чертежей шпильки, на которых сбег резьбы надо показать (рис. 29).

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 подразделяются на резьбы общего назначения и специальные. В свою очередь резьбы общего назначения подразделяются на крепежные (см. рис. 25, а, б) и ходовые (кинематические, см. рис. 25, в, г). К специальным резьбам относятся, например, резьба круглая для цоколей и патронов электроламп, резьба круглая для санитарно-технической арматуры и др. Специальные резьбы в курсе черчения не рассматриваются.

В табл. 17 приведены условные обозначения резьб общего назначения (сокращенные, без указания полей допусков и классов точности изготовления резьбы. Интересующихся отсылаем к ГОСТ 16093-81 «Резьба метрическая. Допуски»). Прямоугольная резьба не стандартизована. При ее применении на чертеже указываются 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 указывается, а мелкий указывается обязательно. Диаметр и шаги метрической резьбы установлены

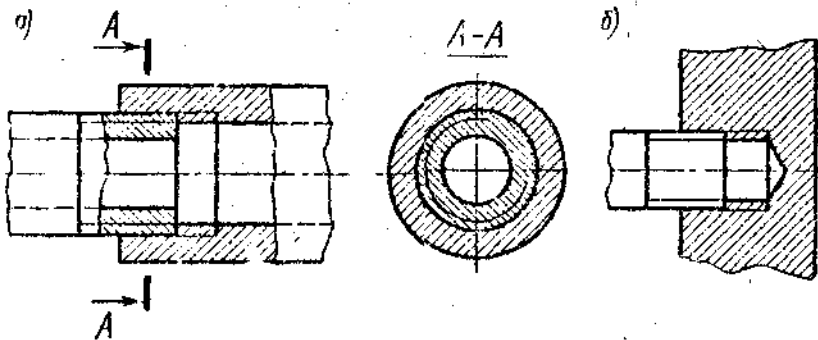


Рис. 30. Резьба на стержне «закрывает» резьбу в отверстии

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 24795--81 — основные размеры То же	Наружный диаметр резьбы	M	M10
Метрическая с мелким шагом	ГОСТ 10177--81	То же и шаг резьбы	M	M36×3
Упорная однозаходная	ГОСТ 10177--81 (СТ СЭВ 1781--79)	---	S	S70×10
Упорная многозаходная	СТ СЭВ 1781--79	Наружный диаметр, ход, обозначение шага и шаг резьбы	S	S80×20(P10)
Трапецедалная однозаходная	ГОСТ 9484--81 (СТ СЭВ 146--78) профиль; ГОСТ 24717--81 (СТ СЭВ 838--78) — основные размеры; ГОСТ 9562--81 (СТ СЭВ 836--78) — допуски; ГОСТ 24738--81 (СТ СЭВ 639--77) — диаметры и шаг	Наружный диаметр и шаг резьбы	Tr	Tr 22×5
Трапецедалная многозаходная	ГОСТ 24739--81 (СТ СЭВ 185--79)	Наружный диаметр, ход, обозначение шага и шаг	Tr	Tr 22×15 (P3)
Трубная цилиндрическая	ГОСТ 6357--73 (СТ СЭВ 1157--78)	Условное обозначение, размеры резьбы в дюймах	G	G3/4"
Трубная коническая	ГОСТ 6211--69 (СТ СЭВ 1159--78)	То же	R	R

Примечание. К обозначению левых резьб добавляется «ЛН».

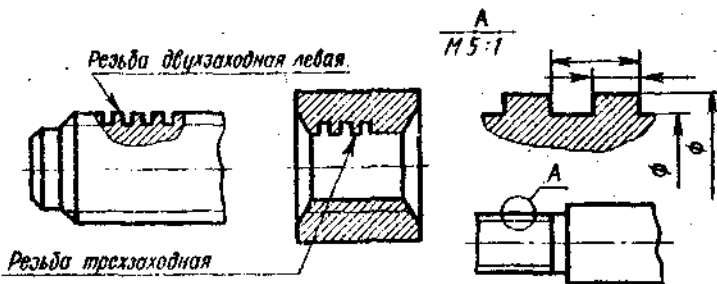


Рис. 31. Изображение резьбы с нестандартным профилем

ГОСТ 8724--81. Его можно найти в любом справочнике по черчению.

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

Если для метрической резьбы обозначение диаметра резьбы соответствует ее наружному диаметру (без учета допусков),

то в трубной резьбе ее диаметр обозначается условно, например $G1''$, что соответствует трубе, имеющей условный проход (внутренний диаметр трубы), равный 25 мм, т. е. $\approx 1''$. 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).

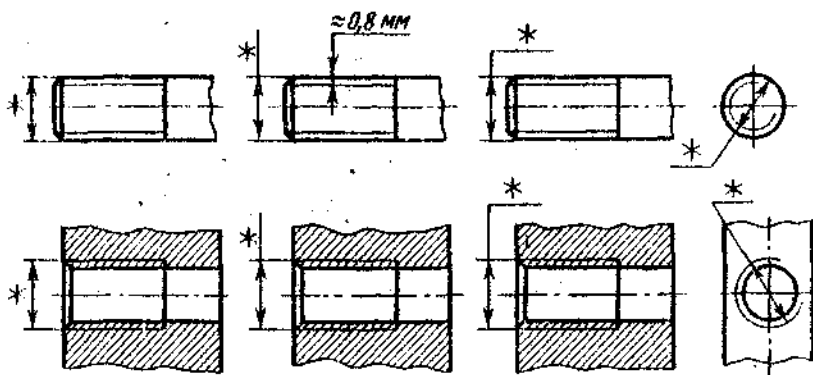


Рис. 32. Допускаемые места нанесения обозначения резьбы

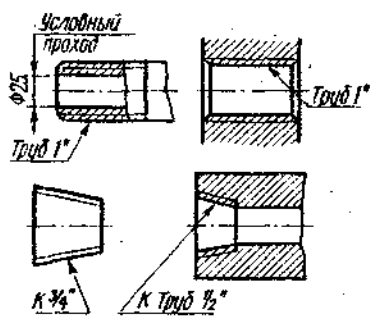


Рис. 33. Указание размеров грубой резьбы

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 оставляются промежутки, равные ширине прописной 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 контролки болта проволокой; ГОСТ 7795-70 предусматривает 5 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 ставится знак умножения по ГОСТ 2.304-81 (а не буква «х») или «икс»); между поз. 4 и 5, если указывается поле допуска, отличное от полей допуска 8g и 7H, ставится по ГОСТ 2.304-81 дефис (черточка); между поз. 5 и 6 (если отсутствуют поз. 4 и 5, то между поз. 3 и 6) ставится знак умножения. У гаек, естественно, параметр 6 отсутствует. Между поз. 6 и 7, 7 и 8, 8 и 9 по середине промежутков ставятся четкие точки.

Поле допуска, устанавливающее величину зазоров между резьбой на стержне (болта, винта, шпильки) и в отверстии (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);

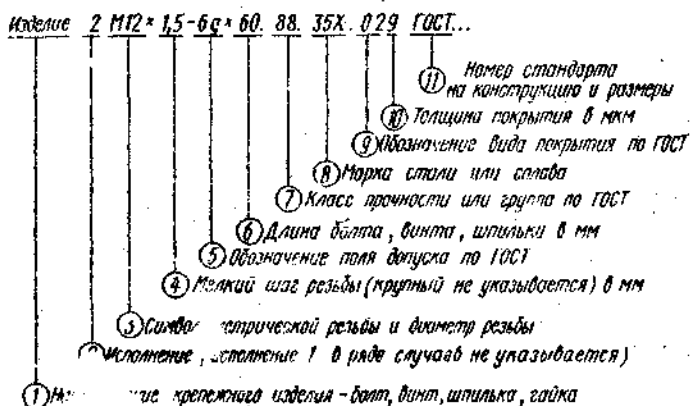


Рис. 34. Структура обозначения стандартных крепежных деталей

для резьбы в отверстие — 4H/5H (бывший класс точности 1), 5H/6H, 6H, 6G (бывшие классы точности 2 и 2a) 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 изготавливается все с меньшей точностью. Студенты могут ограничиться этими сведениями, но обращаясь к установленному стандарту.

Класс прочности для болтов, винтов, шпилек выбирается 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—70, 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 черчения, 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 8g (бывший класс точности 3) для болтов, винтов и шпилек и 7H для гайки и что они не подвергались защитным (антикоррозионным) или декоративным покрытиям.

Следовательно, обозначение болта при этих допущениях принимает вид:

Болт 2M12×2,5×60.58 ГОСТ ...

обозначение гайки:

Гайка 2M12×1,5.5 ГОСТ ...

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

Болт M12×60.58 ГОСТ ...

Гайка M12.5 ГОСТ ...

Аналогичные ограничения допускаются при обозначении шайб и шпилек:

Шайба 2.12.01 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;

Шпилька 5×28 ГОСТ 397—79,

где 5 — условный диаметр шпильки (диаметр отверстия в стержне), 28 — длина шпильки без головки.

Во всех приведенных случаях покрытие не предусмотрено. ГОСТ 18123—72 «Шайбы. Технические требования» объединен со СТ СЭВ 219—75.

Разновидности крепежных изделий. Они весьма разнообразны. Так, болты и винты изготавливаются 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 различаются 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 нормальной, 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 стеснялся с ними в своей практической деятельности, хотя бы просмотреть справочник или учебник, в котором обычно излагаются 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 шпильку, если болт имеет отверстие под шпильку) по их действительным размерам, которые следует взять из соответствующих стандартов; 2) упрощенное изображение этих же деталей в сборе; 3) гнездо под резьбу, гнездо с резьбой, шпильку отдельно и шпильку в сборе с гайкой и шайбой (и шпильком, 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 выполняются карандашом на листе формата А3 (12). Должны быть полностью указаны размеры изображаемых деталей, а на изображениях болтового и шпилькового соединения — только те, ко-

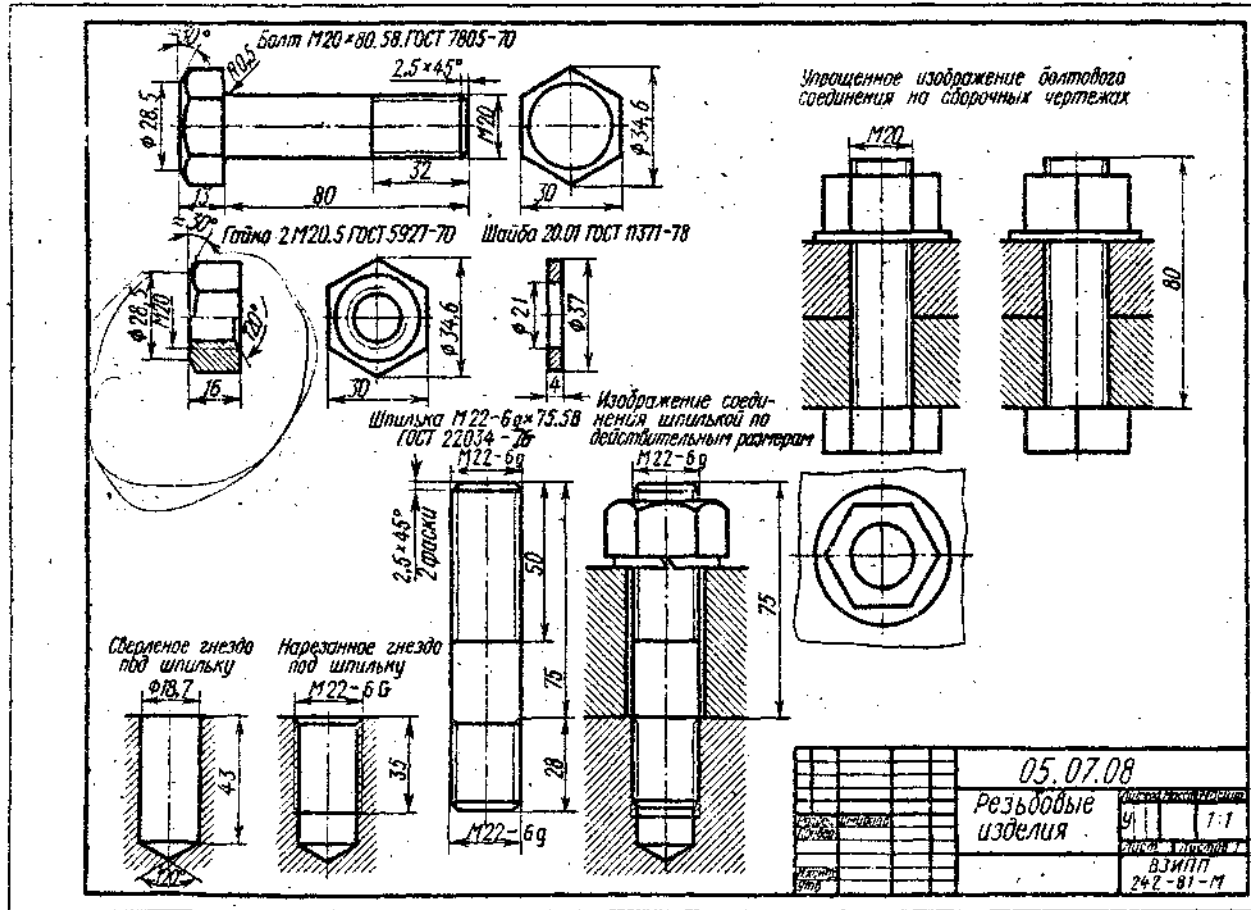


Рис. 35. Пример оформления задания по теме 7

№ варианта	Резьба	Диаметр 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 × 1,5	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	M16 × 1,5	70	2	2	—	7798-70	5918-73	6402-70
5, 15, 23	M18	80	1	1	1	7796-70	15521-70	11371-78
6, 14, 22	M20 × 1,5	90	2	2	—	7805-70	5918-73	6402-70
7, 13, 21	M16	70	1	1	—	7805-70	5927-70	6402-70
8, 12, 20	M18 × 1,5	80	2	2	2	7798-70	5918-73	11371-78
9, 11, 26	M20	90	1	1	2	7796-70	15521-70	11371-78

Примечания: 1. При наличии у болта отверстия под шплинт размеры шплинта подбираются 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.

Таблица 19

№ 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

Примечания: 1. Если в шпильчатом 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 шпильки (диаметр и длина) подбираются по ГОСТ 397-79 (СТ СЭВ 220-75).

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

торые указаны на рис. 35. Над изображениями надписать соответствующие условные обозначения или другие поясняющие надписи, как это сделано на рис. 35.

Диаметр сверленного отверстия (гнезда) под резьбу брать или из ГОСТ 19257-73 (для поля допуска 7H), или принять условно равным приблизительно $0,85d$; глубину гнезда определить как сумму длины резьбы посадочного конца шпильки, величины подреза (сбега, равного двум шагам, неловода, 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 2.315-81.

Размеры фасок, выполняемых на резьбовых концах болта и шпильки, взять из ГОСТ 12414-66 (СТ СЭВ 215-75).

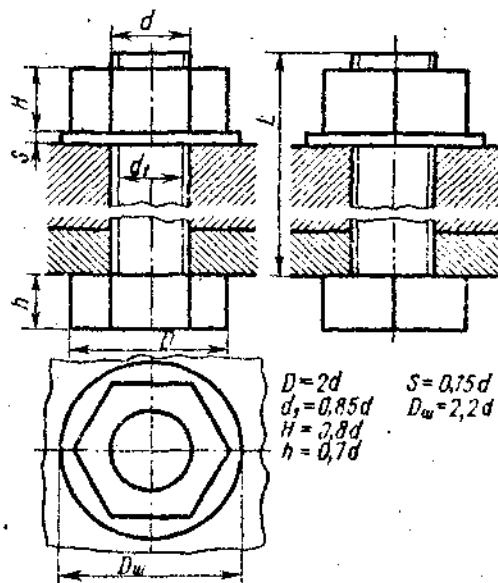


Рис. 36. Упрощенное изображение болтового комплекта на сборочных чертёжах

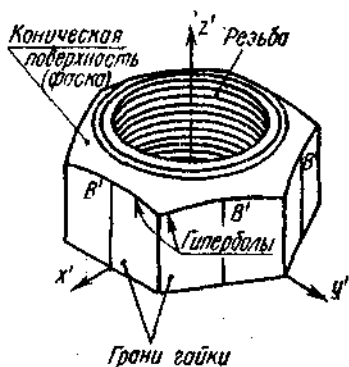


Рис. 37. Аксонометрия гайки

Строя изображения гаек, ясно понять, 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 к теме 7. Любой справочник или учебник по черчению, изданный не ранее 1978 г., или официальные издания упомянутых выше стандартов.

Вопросы для самопроверки

1. Какое изделие называется деталью?
2. Какое изделие называется 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 резьбу 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, обозначаемый символом «S».
13. В чем заключается особенность трубной резьбы?
14. Расшифруйте все составные элементы обозначения резьбового изделия:

Вит 2М12 1,25 - 6g X 50.109.40X.019
ГОСТ 1491-80.

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

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

Сварка. В настоящее время существует чрезвычайно большое число видов сварки и способов их осуществления (интересующихся отсылаем к ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация» и к ГОСТ 2601-74 «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) и тавровое (рис. 38, г),

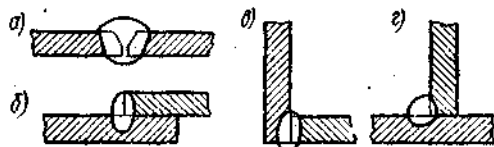


Рис. 38. Типы сварных соединений: а - стыковое; б - нахлесточное; в - угловое; г - тавровое

обозначаемые символами С, Н, У, Т соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены различным 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: С1, С2, С3 и т. д.; У1, У2, У3, ...; Н1, Н2, Н3, ...; Т1, Т2, Т3, ...

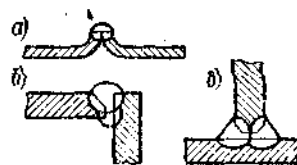


Рис. 39. Подготовка кромок сварных швов: а - с отбортовкой кромок; б - со скосом одной кромки; в - с двумя симметричными скосами одной кромки

Шов может быть односторонним (рис. 38, г) и двусторонним (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

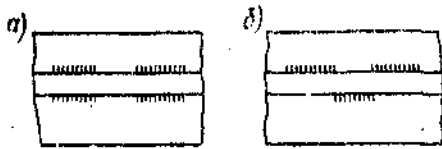


Рис. 40. Типы двусторонних швов:
а — цепной; б — шахматный

(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 соответствующих стандартах. Так, например, правила обозначения швов сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой, изложены в ГОСТ 5264—80; выполняемых сваркой под флюсом — в ГОСТ 8713—79; выполняемой

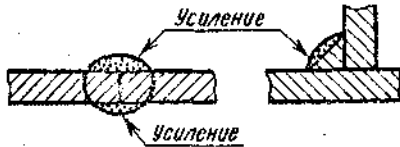


Рис. 41. Усиление сварного шва

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 (С, Н, У, Т), форму подготовки кромок, требуется ли снять усиление, 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

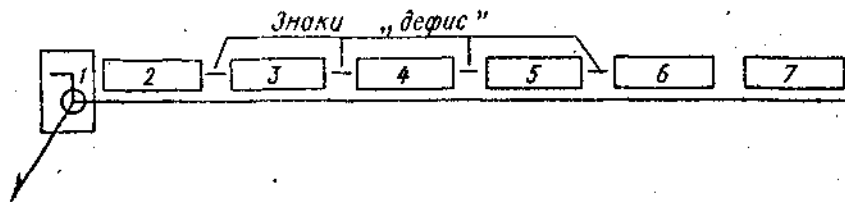


Рис. 42. Структура условного обозначения шва сварного соединения:
1 — вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва; 2 — обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы шва; 3 — буквенно-цифровое обозначение шва; 4 — условное обозначение способа сварки; 5 — знак Δ и размер катета; 6 — характеристика шва или одиночной сварной точки; 7 — вспомогательные знаки, выбираемые из таблицы в ГОСТ 2.312—72 (два знака из них помещаются в 1)

одиночной сварной точки. Однако все швы независимо от способа сварки на чертежах 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 (рис. 43, а), или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 43, б), 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 сим-

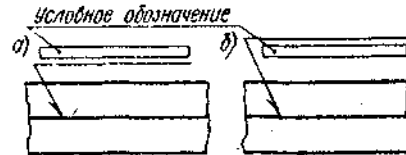


Рис. 43. Нанесение условного обозначения шва:

а — над полкой линии-выноски; б — под полкой линии-выноски

метрично 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, располагаемых 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 «Припой. 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 2.313-68 и СТ СЭВ 138-74 ЕСКД СЭВ «Условное изображение неразъемных соединений». Согласно последнему стандарту, место соединения элементов, начерченных в разрезе и на видах, показываются очень толстой сплошной линией, рис. 44

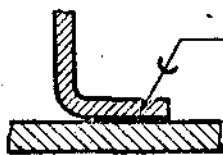


Рис. 44. Изображение и обозначение паяного шва

(по ГОСТ 2.313-68 линией толщиной 2s). От места пайки проводится начинающаяся двусторонней 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 А2 выполнить следующее:

1. Перечертить, увеличив примерно в полтора раза, из приложения 1 к ГОСТ 2.312-72 первый, второй, седьмой и восьмой примеры условных обозначений

стандартных швов сварных соединений. Рекомендуется пользоваться официальным изданием стандарта, но можно пользоваться и справочником [4, разд. V, табл. V.2, примеры 1, 2, 7 и 8-й], также увеличив изображение в два-три раза.

2. Перечертить из стандарта СТ СЭВ 138-74 рис. 5 и 7, увеличив их примерно в полтора раза. На полке указать марку припоя — ПОС-16. При отсутствии стандарта СЭВ перечертить из ГОСТ 2.313-68 чертеж 4, добавив к линии-выноске полку с указанием на ней марки припоя (в справочнике Федоренко и Шошина при изложении содержания ГОСТ 2.313-68 этот чертеж помещен под номером V.13, з).

Примечание. Во всех примерах устаревшее обозначение шероховатости поверхности заменить новым согласно табл. 20 настоящего пособия. В графе 1 основной надписи (содержание чертежа) написать: Условное изображение и обозначение сварки и пайки; в графе 2 (номер чертежа) написать: 05.08.00.

Таблица 20

Высота выноски	Среднее арифметическое отклонение Ra, мкм, не более			Высота шероховатостей Rz, мкм, не более			Базовая длина L, мм
	а	б	в	а	б	в	
1	80	—	—	320	—	—	8
2	40	—	—	160	—	—	
3	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	
10	0,16	0,125	0,10	0,8	0,63	0,50	0,25
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	0,032	0,08

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 эскизами подразумеваются конструкторские документы, выполняемые: 1) от руки, т. е. без

применения чертежных инструментов; 2) в глазомерном масштабе, т. е. без соблюдения масштаба и 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(12), каждый (допускается склеивание листов, вырванных из тетради; при склеивании следить за совпадением линий сетки) чертеж выполнить на чертежной бумаге формата А3 (12). В графе 1 основной надписи написать наименование детали. Эскизы и чертеж с аксонометрией нумеровать, как показано на рис. 49, 50 и 52.

Задание на эскизирование выдается на УКП, 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 придерживаться (это в значительной мере предотвратит совершение ошибок).

1. Подготовить три листа писчей бумаги в клетку формата А3 (12), нанести рамку поля чертежа (рис. 45) и рамку основной надписи (если на УКП не

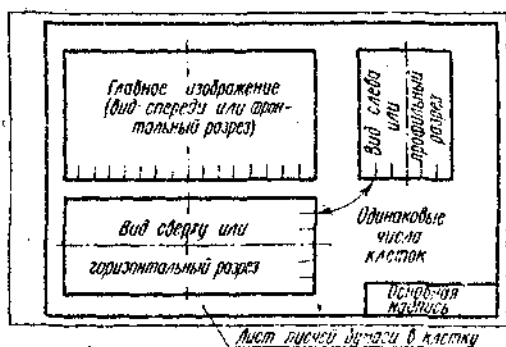


Рис. 45. Схема компоновки эскиза

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. Целью упрощать конструкцию детали и опускать лишние 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

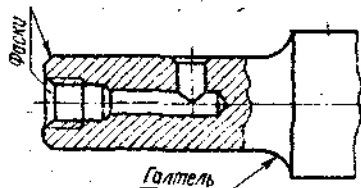


Рис. 46. Элементы детали

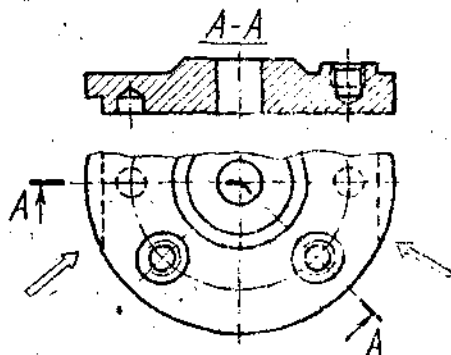


Рис. 47. Применение линии невидимого контура

линии невидимого контура, по возможности избежать построения дополнительного вида (рис. 47). Оси проекций и линии связи не проводить. Все линии по возможности проводить (обязательно от руки!) 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 от руки.

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! Помнить, что минимальное расстояние между параллельными размерными линиями и между размерной линией и параллельной ей линией контура не должно быть менее 6 мм. Лучше делать их равными 10 мм (рис. 48).

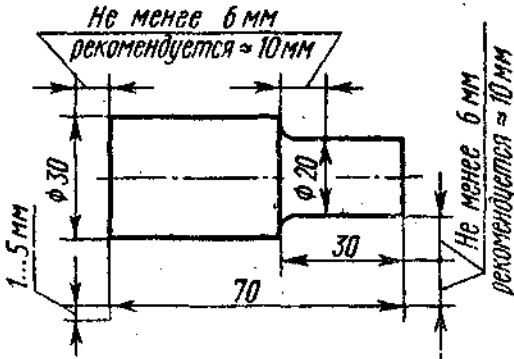


Рис. 48. Нанесение размерных и выносных линий

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

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 (СТ СЭВ 214–75). О приемах обмера деталей прочитать в любом учебнике по черчению.

9. Заполнить основную надпись (наименование детали, обозначение 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 неходимости 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.

* Эта операция выполняется только для студентов механико-строительных специальностей.

Примерный бывший класс чистоты поверхности	Типичные поверхности деталей, соответствующие данному классу чистоты
—	Поверхности, к которым не предъявляются особых требований в отношении шероховатости поверхности
1	Грубо обработанные поверхности, полученные после черновых операций, чернового строгания, сверления, растачивания
2	
3	
4	Свободные поверхности валов, стоек, грубых ручек, корпусов, кронштейнов. Поверхности отверстий из-под сверла
5	Поверхности корпусов, кронштейнов, втулок, крышек и других деталей, прилегающих к другим поверхностям, но не являющихся посадочными. Наружные несоприкасающиеся поверхности зубчатых колес и т. д.
6	Поверхности зуба зубчатых колес. Соприкасающиеся плоскости неподвижных соединений; торцовые поверхности деталей, прилегающие к другим деталям, и т. п. Наружная поверхность зубчатого венца. Внутренние поверхности корпусов под подшипники качения
7	Посадочные поверхности зубчатых колес, червяков, втулок. Отверстия подшипников скользящего трения
8	Рабочие шейки колчатых и распределительных валов. Рабочие поверхности ходовых винтов. Поверхность вала под подшипники качения
9	Посадочные поверхности точных осей и валов малого диаметра
10	Поверхности, работающие в условиях трения, от устойчивости которых зависит точность работы механизмов. Рабочие поверхности колчатых и распределительных валов быстроходных двигателей
11	Поверхности шариков и роликов подшипников качения. Наружная поверхность поршневого пальца. Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков
12	Рабочие поверхности деталей измерительных приборов в подвижных соединениях средней точности
13	Мерительные поверхности приборов и калибров 1, 2 и 3-го классов. Рабочие поверхности деталей в подвижных соединениях измерительных приборов высокой чистоты
14	Мерительные поверхности мерных плиток. Мерительные поверхности измерительных приборов весьма высокой точности

Примечание. На чертеже указываются соответствующие числовые значения параметра Ra (для классов 6–12) или Rz (для классов 1–5 и 13–14). См. табл. 20.

Пояснение к эскизу шестерни (зубчатого колеса). Как указывалось выше, объектом для третьего эскиза служит цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми некорригированными зубьями. Правила выпол-

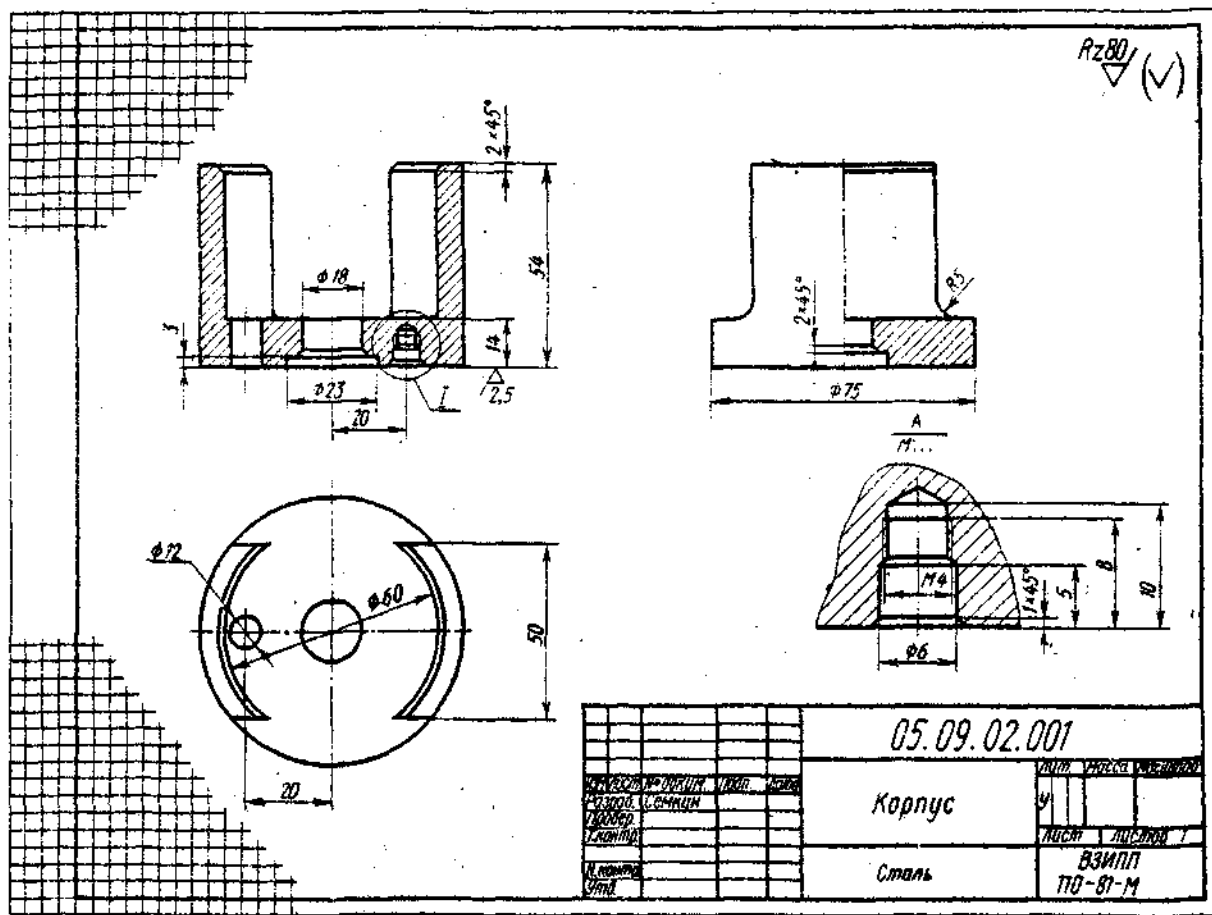


Рис. 49. Пример выполнения эскиза детали

20

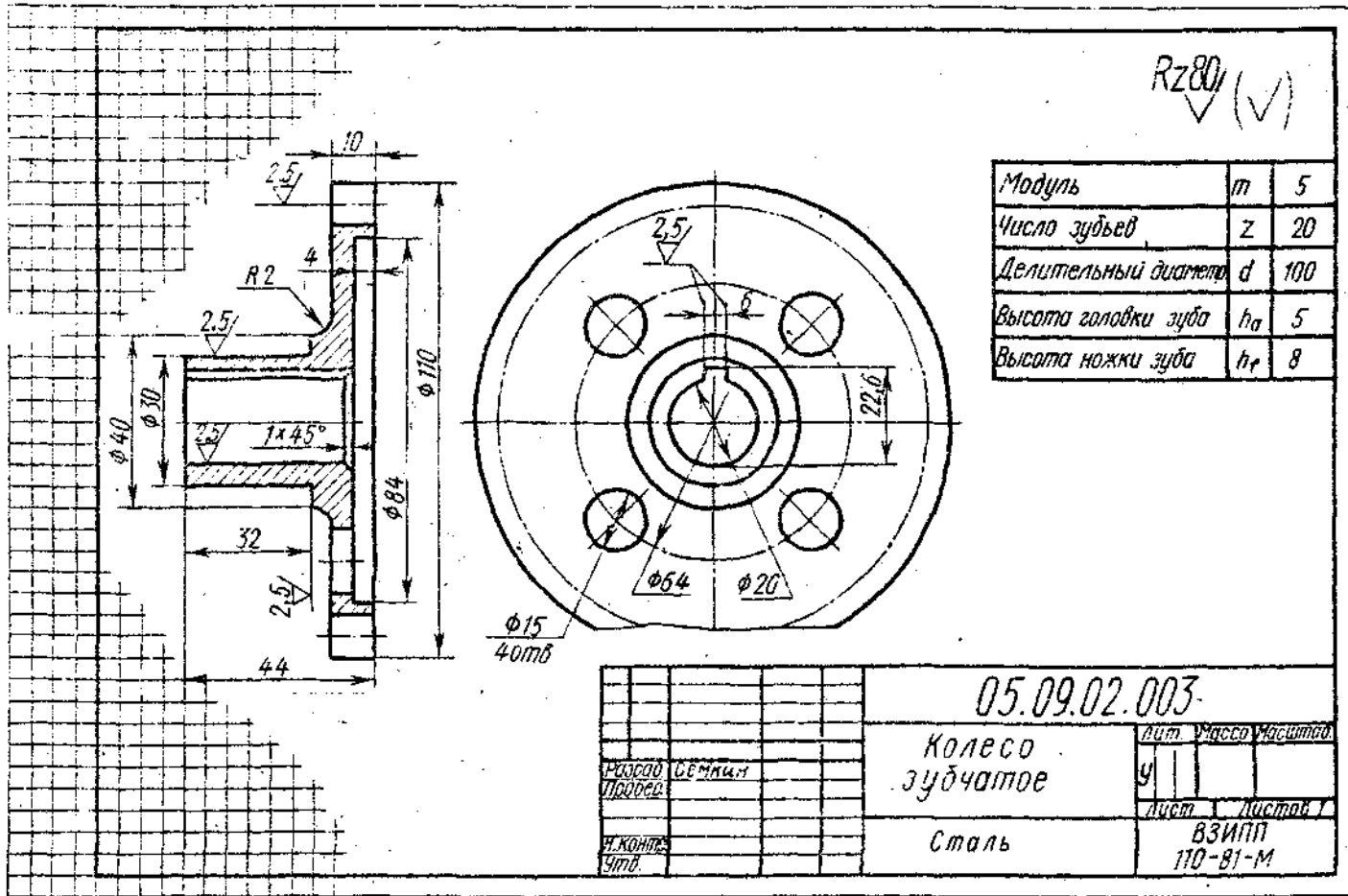


Рис 50. Пример эскиза зубчатого колеса

нения 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 черчения 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 окружность, 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. Выполняя 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.

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

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

Вывод этой формулы весьма прост (вывод надо знать твердо). Из рис. 5) легко видеть, что

$$\pi d = P, z,$$

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

$$d = \frac{P}{\pi} z. \quad (2)$$

Обозначая величину P/π через m , получим формулу (1). Так как z — всегда целое число, то P — число несоизмеримое. Принимая P 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

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

При снятии эскиза следует измерить наружный диаметр шестерни d и, подсчитав число зубьев z , определить модуль:

$$m = \frac{d_a}{z + 2}, \text{ мм.}$$

При составлении эскиза шестерни возможно, что полученное значение модуля будет несколько отличаться от стандартного (см. ГОСТ 9563-60, его можно найти в любом справочнике или учебнике по черчению)*. Тогда следует принять ближайшее значение стандартного модуля и сделать перерасчет, уточнив замеренные величины.

Высота h , ножки зуба обычно берется равной $1,25 m$. 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).

* С 1 июля 1979 г. в этот ГОСТ включен СТ СЭВ 310-76 «Колеса зубчатые. Модуль».

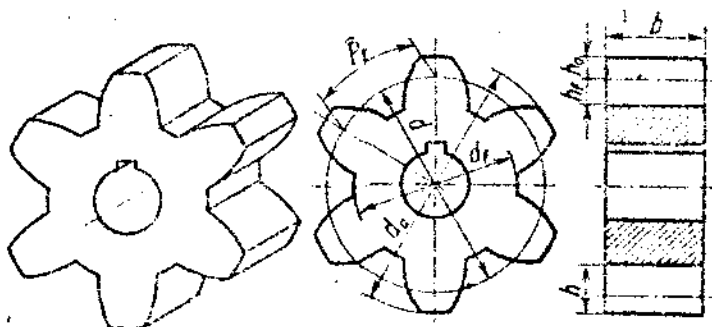


Рис. 51. Основные параметры зубчатого колеса

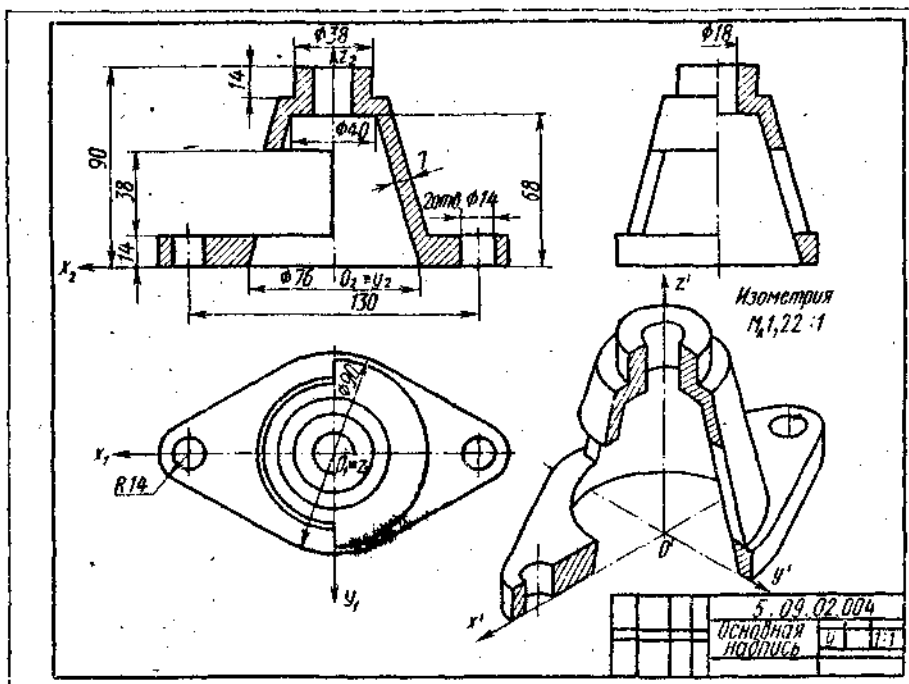


Рис. 52. Пример выполнения чертежа детали с аксонометрией

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. М 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 микронеровности, 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 черчения 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

$$Rz = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_9) - (h_2 + h_3 + \dots + h_{10})}{5}, \text{ мкм.}$$

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

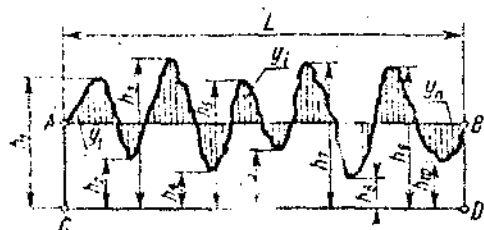


Рис. 53. Профильграмма

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

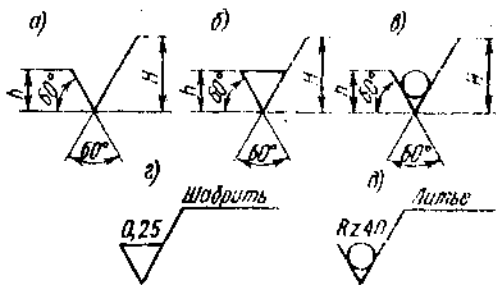


Рис. 54. Знаки и обозначение шероховатости поверхности;

a — обозначение поверхности, способ образования которой конструктором не устанавливается, *b* — обозначение шероховатости поверхности, образованной путем снятия слоя материала (точением, сверлением, шлифованием и т. д.); *в* — способ образования поверхности без снятия слоя материала (литье, прокатка, ковка и т. д.); *z* — указание требования шлифовки поверхности; *h* — указание о том, что поверхности, ограничивающие изделие, подлежат изготовлению литьем

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 $H = (1,5-3) h$. Толщина линий знаков $s/2$,

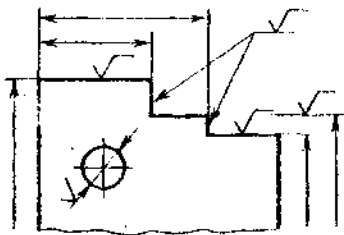


Рис. 55. Нанесение знака шероховатости

При необходимости к удлиненному штриху добавляется полка, на которой помещают дополнительные сведения о способе образования поверхности.

Обозначения располагают на линиях

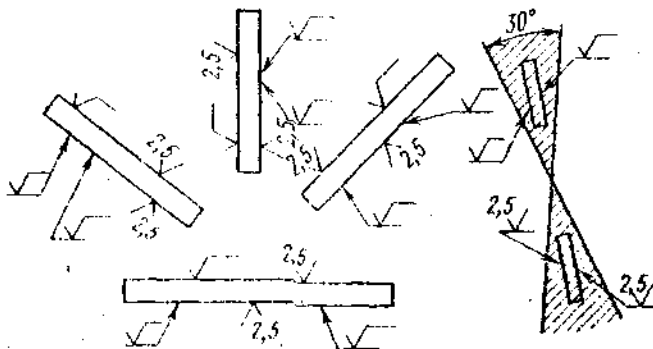


Рис. 56. Ориентировка знаков шероховатости относительно основной надписи чертежа

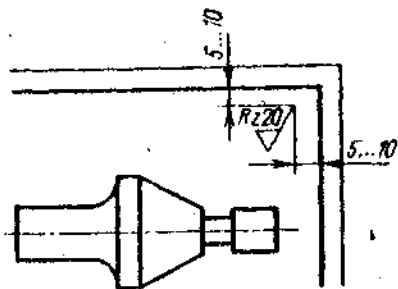


Рис. 57. Указание о том, что все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость

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 наносит только на полке линии-выноски.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис. 57). Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должны 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 (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.

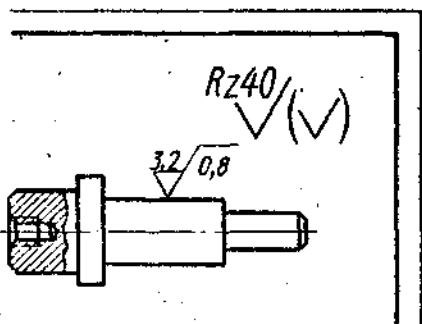


Рис. 58. Применение знака «Остальное»

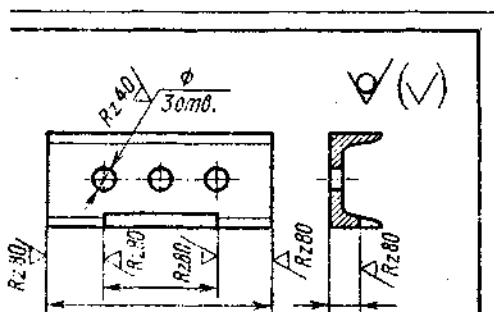


Рис. 59. Применение знака «В состоянии поставки»

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 рабочих 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 по-

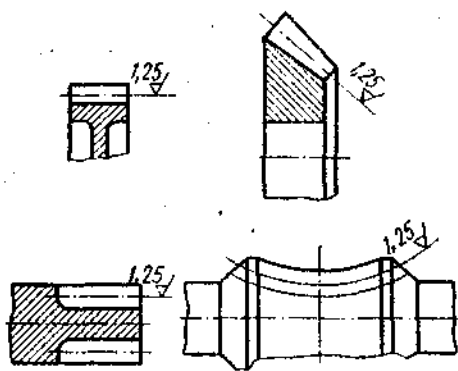


Рис. 60. Нанесение обозначения шероховатости поверхностей зубьев и шлицев

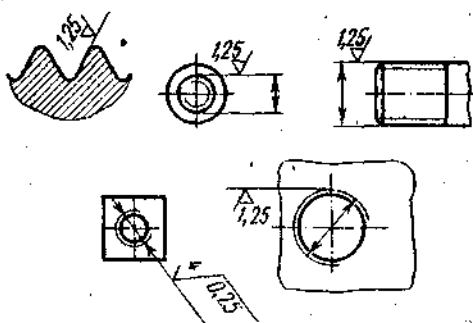


Рис. 61. Нанесение обозначений шероховатости поверхностей резьбы

верхности 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.

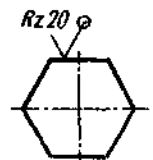


Рис. 62. Нанесение обозначения шероховатости поверхностей контура

Обозначать шероховатость поверхностей заданных деталей следует только после внимательного их осмотра и выяснения 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 полезные сведения по этому вопросу содержатся также в «Методических указаниях по внедрению ГОСТ 2789-73» (М., Стандартгиз, 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 поверхностей), из которых складывается геометрическая форма детали.

2. Размеры относительные (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 габаритные размеры. 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, а-д).

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 вал, 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, а оси цилиндров скрепляются, и для изготовления детали требуется задать восемь размеров (четыре геометрических и четыре относительных, устанавливающих положение цилиндров

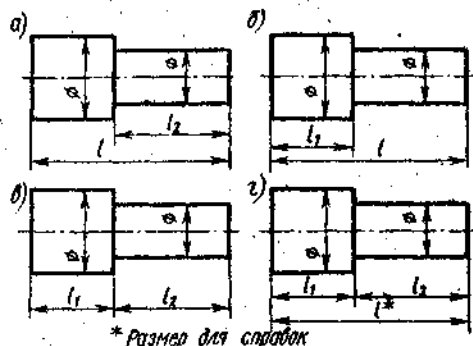


Рис. 63. Варианты нанесения размеров валика

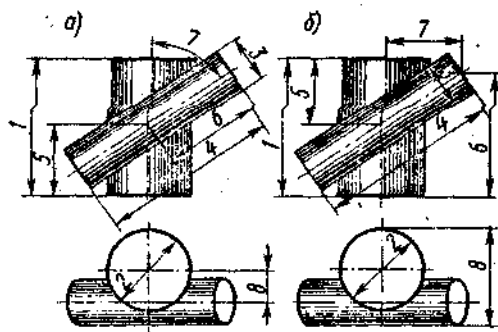


Рис. 64. Варианты нанесения размеров детали

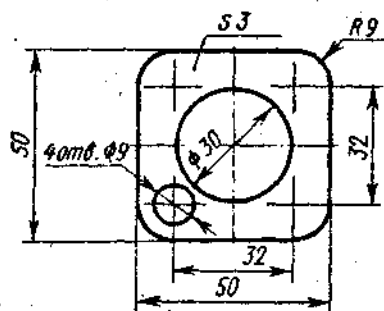


Рис. 65. Размеры прокладки

относительно друг друга). Как и в предыдущих случаях, размеры можно задать различным образом, например, и так, как на рис. 64, б, но при любой их комбинации мы получим восемь размеров.

Итак, для данной детали сумма геометрических и относительных размеров есть величина постоянная. Однако практика выработала ряд условий, 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 отклоне-

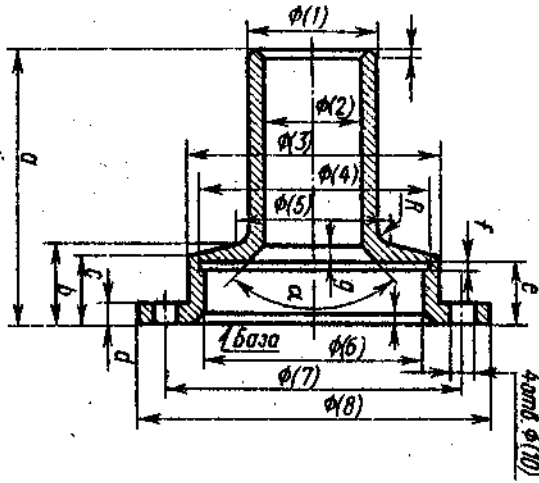


Рис. 66. Нанесение размеров от базы

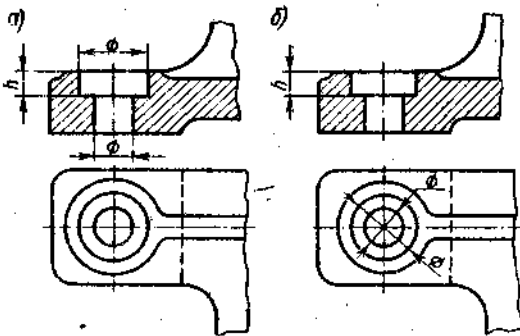


Рис. 67. Концентрация размеров

ния 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 называются 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, e, 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, а 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, б.

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 В и С и укрепляться на ней двумя болтами. Относительно этих привалочных плоскостей В и С,

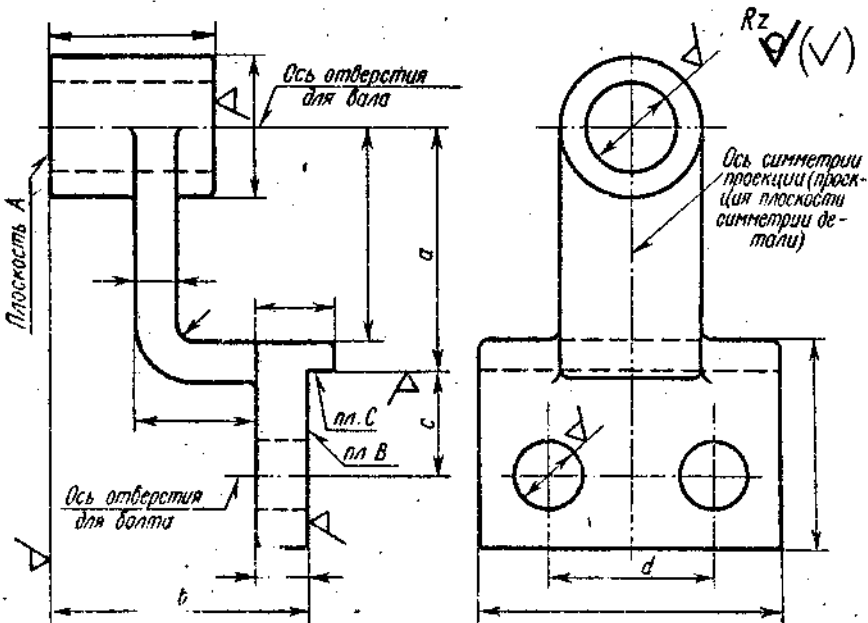


Рис. 68. Чертеж кронштейна

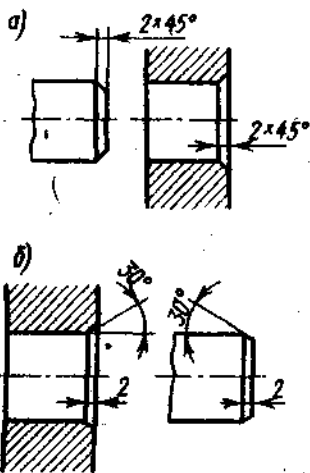


Рис. 69. Указание размеров фасок:
а — с углом 45°; б — с углом, отлич-
ным от 45°

являющихся в данном случае сборочными базами, должны быть указаны: 1) расстояние a между осью отверстия для вала и параллельной ей привалочной плоскостью C ; 2) расстояние b между параллельными плоскостями A и B (это расстояние характеризует так называемый вылет кронштейна); 3) расстояние между осями отверстий для болтов и параллельной им плоскостью C ; 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 применяются при указании величины шероховатости? **Примечание:** вопросы 4 и 5 только для студентов механико-машиностроительных специальностей. 6. Какие размеры называются справочными? Когда они применяются?

Тема 10. Выполните сборочного чертежа машиностроительного изделия

Задание по теме 10. Требуется: 1) составить схему деления изделия (сборочной единицы) на составные части; 2) состав-

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

Схему и спецификацию выполнять на отдельных листах формата А4 (11) 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 (11) или А3 (12) в зависимости от сложности детали; сборочный чертеж — на листе чертежной бумаги формата А1(24), 23 или А2 (22) 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 брошюруются 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.

При обозначении составных частей изделия руководствоваться рис. 11, добавив к обозначению через точку: три нуля

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

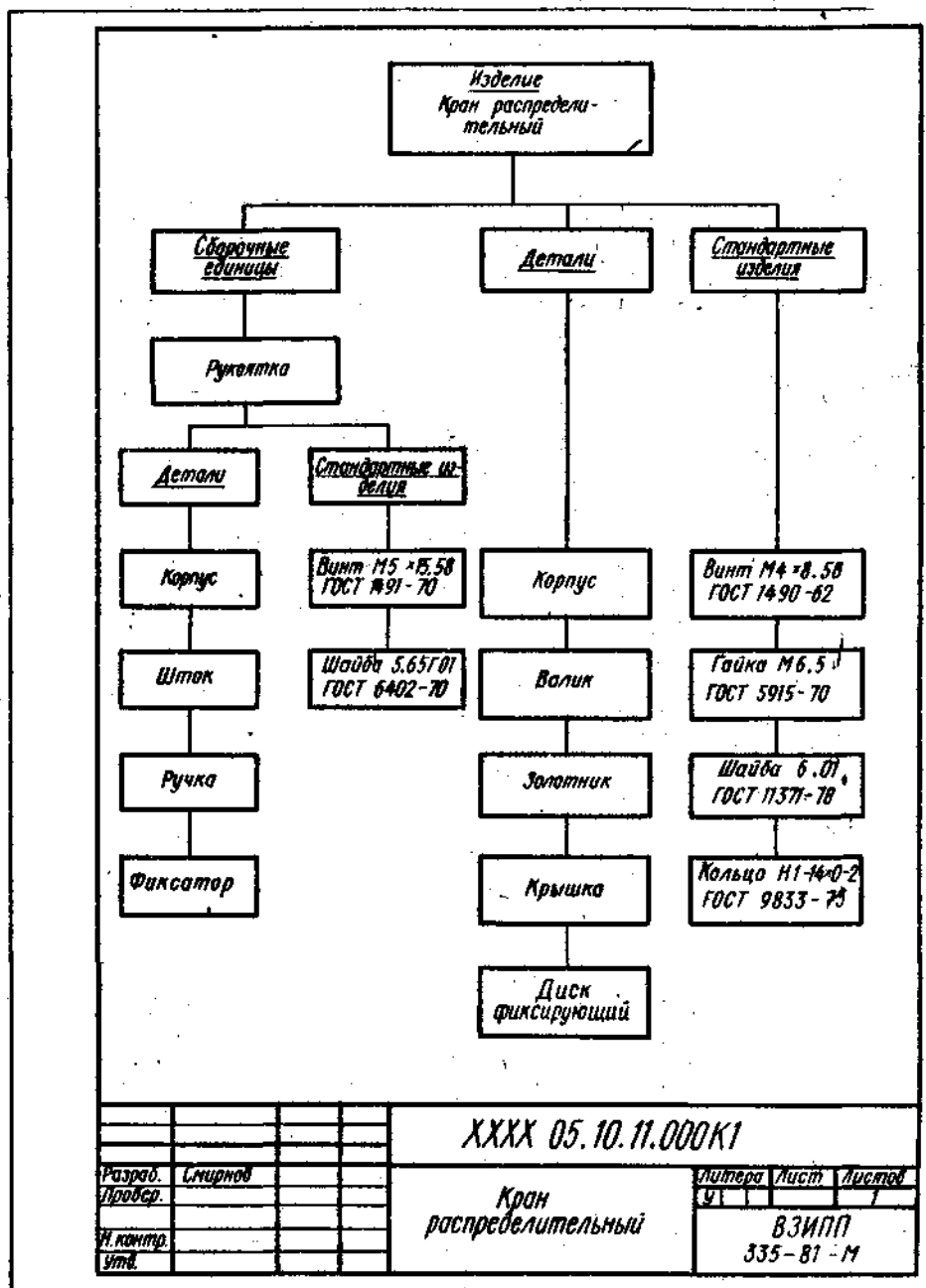


Рис. 70. Пример структурной схемы сборочной единицы

и цифр *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 обо-

Итого			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
6	6	8				
			70	63	10	22
<u>Документация</u>						
22			XXXX 05.10.11.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
11			XXXX 05.10.11.000 К1	Схема структурная	1	
<u>Сборочные единицы</u>						
11	1		XXXX 05.10.11.100	Рукоятка	1	
<u>Детали</u>						
12	2		XXXX 05.10.11.001	Корпус	1	
11	3		XXXX 05.10.11.002	Валик	1	
11	4		XXXX 05.10.11.003	Золотник	1	
11	5		XXXX 05.10.11.004	Крышка	1	
11	6		XXXX 05.10.11.005	Диск фиксирующий	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	7			Винт М4×8.58 ГОСТ 1490-62	3	
	8			Гайка М6.5 ГОСТ 5915-70	1	
	9			Шайба 6.01 ГОСТ 11371-78	1	
	10			Кольцо Н1-14×0-2 ГОСТ 9833-73	1	
XXXX 05.10.11.000						
Итого			Кран распределительный		Листов	
Пробер					Лист	
Итого					Листов	
					ВЗПП 35-81-М	

Рис. 71. Пример спецификации сборочного чертежа

значенных XXXX, дает указания кафедра. Если таких указаний нет, то их можно не наносить.

Для стандартных изделий установить их параметры и обозначить их в соответствии с ГОСТом на этот вид изделия, *лит. 11.10.80*:

Гайка М6.5 ГОСТ 5915-70;

Шайба 2.12.01 ГОСТ 11371-78;

Прокладка Р30 × 38 × 1,5 МН 3138-62.

В обозначении: А1 — прокладка из алюминия, М — из меди, Л — из паронита, К — из картона, Ф — из фибры, Р — из резины. Далее указываются размеры диаметра внутреннего отверстия, диаметра наружного и толщины; МН1 — обозначение нормалей машиностроения, все они постепенно заменяются ГОСТами или ОСТами (отраслевыми стандартами). Повторно прочитать параграф «Обозначение крепежных изделий» настоящего пособия.

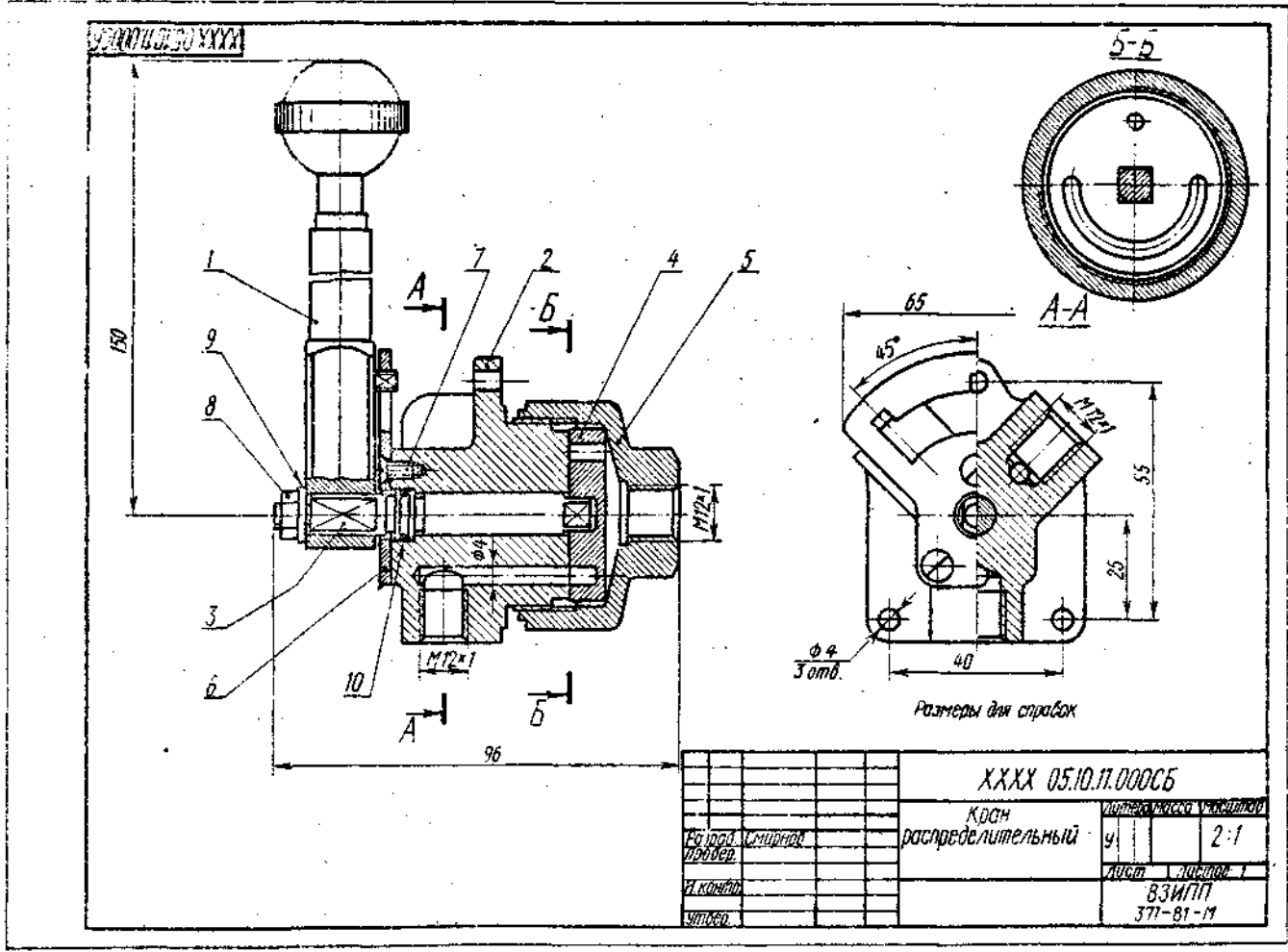


Рис. 72. Пример выполнения сборочного чертежа

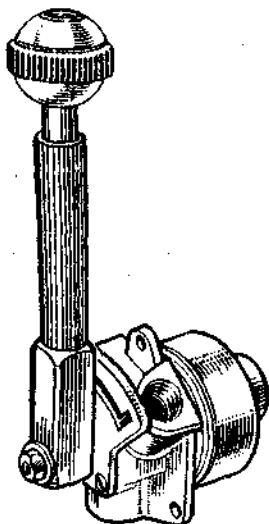


Рис. 73. Изделие

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 подчеркивать 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 (12) и более; эскизы простых деталей — на листах формата А4 (11). Эскиз каждой детали должен иметь рамку и основную надпись по рис. 10.

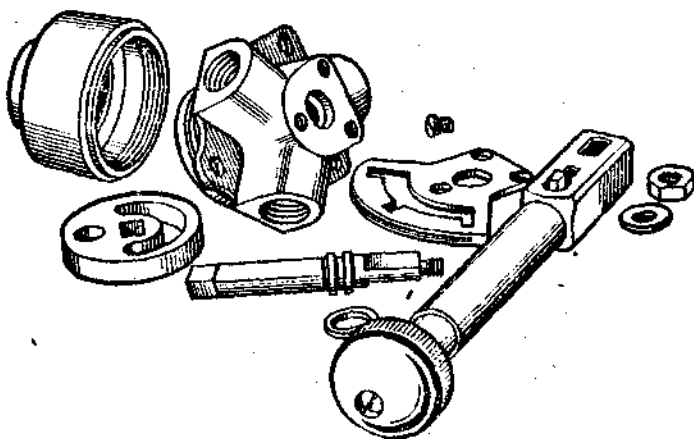


Рис. 74. Составные части изделия

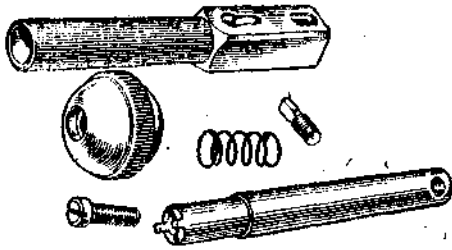


Рис. 75. Детали сборочной единицы, входящей в состав изделия

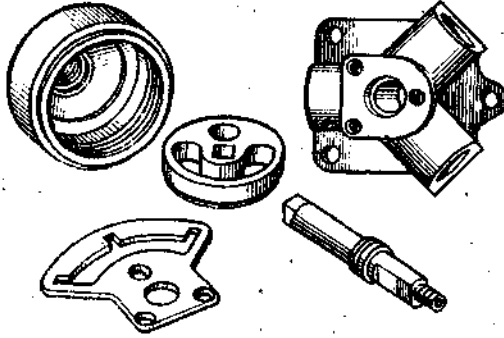


Рис. 76. Детали, непосредственно входящие в состав изделия

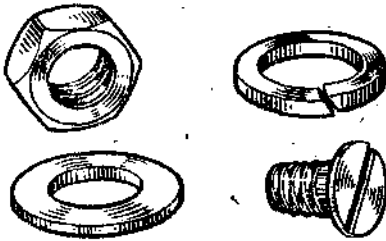


Рис. 77. Стандартные детали

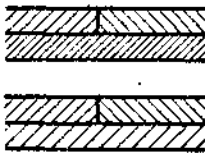


Рис. 78. Штриховка смежных площадей

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 или после того обнаружится на эскизе та или иная не правильность, 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 прямоугольников), 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 вдоль 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, пункт 3.1:11, подпункт а, чертеж 32).

Изображения деталей на сборочном чертеже строятся на основе выполненных эскизов. Первой вычерчивается основная, базовая деталь, обычно корпус. Не следует забывать, что 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.

7. Заполнить основную надпись и выполнить надписи, расположенные 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 строку 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, принятого для размерных чисел на том же чертеже (рекомендуется шрифт размера 7).

6. Линии-выноски от составных частей изделия проводят тонкой сплошной линией и заканчивают точкой, которую наносят на изображение данной составной части. У зачерченных 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 штрихованному полю) и не пересекать по возможности размерные линии и изображения составных частей, к которым не относится данная линия-выноска.

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

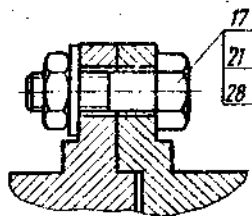


Рис. 79. Общая линия-выноска

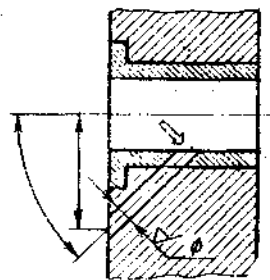


Рис. 80. Рабочие размеры на сборочном чертеже

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 M12 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 заливки 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.

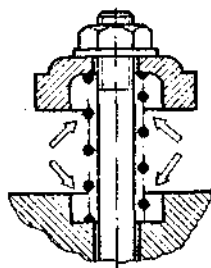


Рис. 81. Изображение пружины на сборочном чертеже

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 изображении 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 герметичность 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 граничных (соседних) изделий (обеталовки) с соответствующими размерами.

3. Допускается 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 (рис. 79 и 80).

4. Пружина, изображенная лишь сечениями винтов, считается закрывающей 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 сборочного 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. Детализирование 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 детализацию и чтение чертежа общего вида выслаивается институтом вместе с прорезинированной 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 детализации; уяснить назначение изображенного на нем изделия, взаимодействие 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. Наметьте 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);

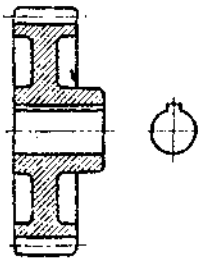


Рис. 82. Изображение отверстия

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», изучившийся в предыдущей контрольной работе, а также сделать наброски деталей, подлежащих вычерчиванию. Наметьте масштабы.

3. Подготовить лист чертежной бумаги формата А1 (24) и подразделить его на меньшие форматы, А3 (12) или А4 (11), согласно сделанным наброскам (рис. 85). Чертить на листе формата А1 (24) удобнее — хороший обзор, удобство увязки размеров сопрягаемых поверхностей и проч. Но по окончании работы для удобства пересылки его следует разрезать на отдельные форматы, приведя все путем сгиба к формату А4 (11).

4. Выполнить (тонкими линиями!) требуемые чертежи. Не забывать, что главное изображение (на фронтальной плоскости

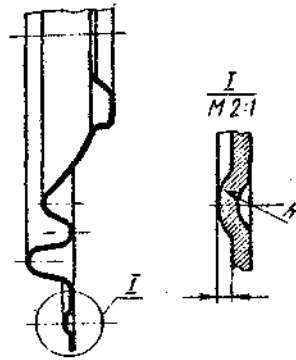


Рис. 83. Выносной элемент

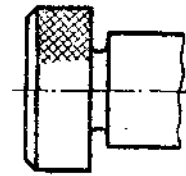


Рис. 84. Изображение рифления

проекций) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах изображенного предмета.

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

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

7. Нанести размерные числа (номинальные) путем обмера изображений (разумется, 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) «Нормальные линейные размеры» делая соответствующие округления с наибольшим приближением к рекомендуемым стандартом числам. Особое внимание уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей (рис. 86). Отн

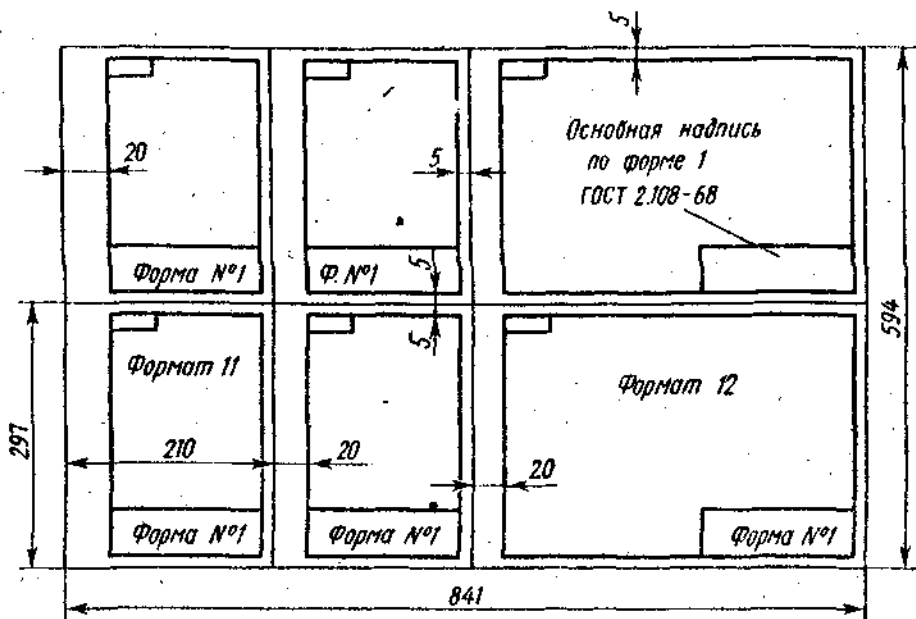


Рис. 85. Примерная схема деления формата А1(24) на меньшие

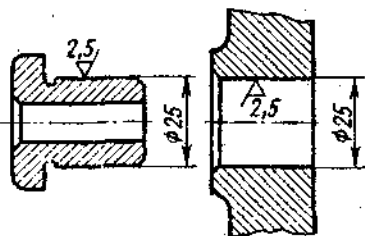


Рис. 86. Согласование сопрягаемых размеров

размеры на чертежах деталей подчеркнуть красной линией.

8. Внимательно просмотреть выполненные чертежи и аккуратно обвести все линии (толщина линии контура видимых $\approx 0,8-1,0$ 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: 12.09.81. Указать материалы; нанести обозначения чертежей детали, руководствуясь рис. 49, 50 и 72.

10. Выполнить аксонометрическое изображение данной детали (дается преподавателем) на отдельном листе формата А3 (12). Вид аксонометрии и масштаб чертёжник выбирает самостоятельно.

Последнее к теме 12

Эта работа отличается от предыдущей тем, что выполняется не чертежи, а только правила выполнения см. на

с. 66). Такие должны быть подчеркнуты красными линиями сопрягаемые размеры. Эскизы выполнять на писчей бумаге в клетку на листах формата А4(11) или А3(12), 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 небесполезным 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 указа-

тель 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.

Внимание студентов-заочников!

В настоящее время осуществляется объединение стандартов Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ) с государственными стандартами СССР (ГОСТ). Значение этой работы для дальнейшего развития народного хозяйства социалистических стран огромно!

Такие объединенные стандарты или получают двойное обозначение — сначала указывается обозначение ГОСТа, затем, в скобках, обозначение СТ СЭВ, или в ГОСТах делаются соответствующие ссылки на стандарты СЭВ.

Ниже приведен перечень части объединенных стандартов ЕСКД ГОСТ со стандартами ЕСКД СЭВ и некоторых других, которые в дальнейшем, по мере выхода их из печати, следует руководствоваться студентам-заочникам не только при выполнении им учебных заданий, но и в их производственной деятельности.

Однако, учитывая состояние учебной литературы по черчению, в пособии содержится в основном ссылки на ГОСТы по состоянию на 01.01.81, т. е. до их объединения со стандартами СЭВ. Это не должно смущать заочников, так как упоминаемые в пособии пункты ряда ГОСТов вошли в объединенные стандарты без изменений.

* Упоминаемые в пособии стандарты даны по состоянию на 01.01.81.

Для справки приводим новые обозначения стандартов по состоянию на 01.07.81.

ГОСТ 2.101—68 (СТ СЭВ 364—76). Виды изделий;

ГОСТ 2.103—68 (СТ СЭВ 208—75). Стадии разработки (этот стандарт в настоящее время пересматривается);

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 и СТ СЭВ 855—78). Шрифты чертежные;

ГОСТ 2.305—... объединяется со СТ СЭВ 362—76 и СТ СЭВ 363—76.

Изображения. Виды, разрезы, сечения;

ГОСТ 2.306—68 (СТ СЭВ 860—78). Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах;

ГОСТ 2.307—... объединяется со 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—... объединяется со 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.

Некоторые дополнительные сведения о стандартах СЭВ и вносимых ими изменениях в правила оформления чертежей даны в соответствующих местах настоящего пособия. В текст и чертежи пособия, по возможности, вписаны соответствующие поправки, за исключением образцов шрифтов, которые теперь должны выполняться с более тонкими линиями обводки, а именно толщиной, равной $\frac{1}{10}$ или $\frac{1}{12}$ размера шрифта. Соответствующая поправка в текст внесена.

СОДЕРЖАНИЕ

Начертательная геометрия	
Методические указания к изучению курса начертательной геометрии	3
Литература	5
Рабочая программа по начертательной геометрии	5
Контрольные работы	9
Черчение	
Методические указания к изучению курса черчения	29
Литература	30
Рабочая программа по черчению	31
Контрольные работы	32

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Учебно-методическое управление по высшему
образованию

Утверждено
Учебно-методическим управлением
по высшему образованию
10 мая 1977 г.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ
ЗАДАНИЯ

для студентов-заочников инженерно-технических
специальностей вузов