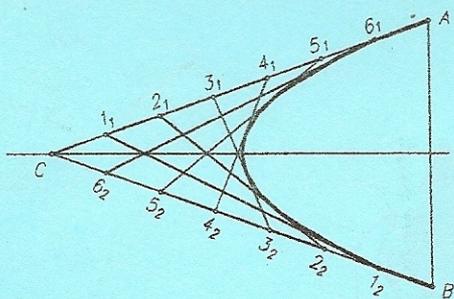
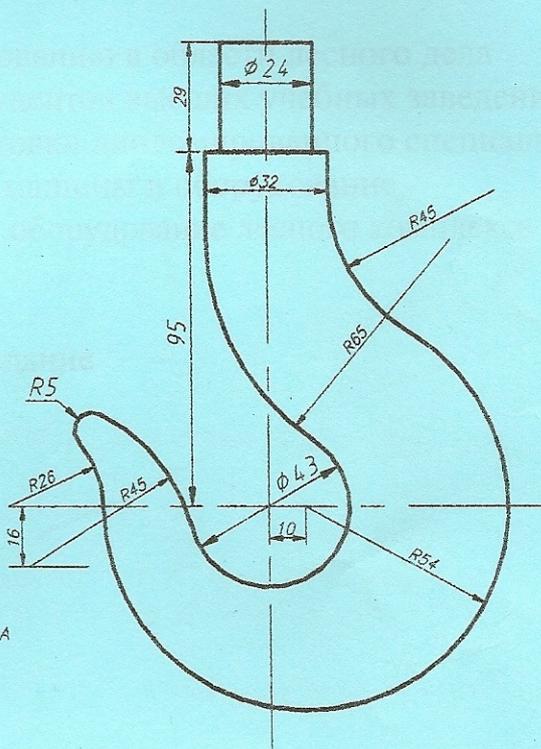
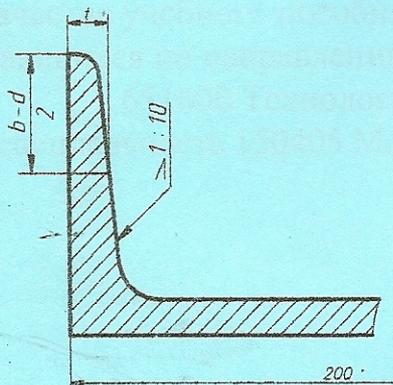


ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие



Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Рекомендовано УМО по образованию в области лесного дела
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста
651600 Технологические машины и оборудование,
специальность 150405 Машины и оборудование лесного комплекса

2-е издание



Москва

Издательство Московского государственного университета леса
2008

УДК 744
К63

Рецензенты: зав. кафедрой инженерной графики, технологии и дизайна
МГУС, проф. И.Э. Пашковский;
зав. кафедрой начертательной геометрии и черчения МГУЛ,
проф. А.П. Чувашев

Авторы: Н. А. Комаров, Т. В. Кузнецова, О. С. Летина, В.А. Тихонов

К63 Геометрическое черчение : учеб. пособие. – 2-е изд. – М. : ГОУ
ВПО МГУЛ, 2008. – 43 с.

УДК 744

© Н. А. Комаров, Т. В. Кузнецова,
О. С. Летина, В.А. Тихонов, 2006
© ГОУ ВПО МГУЛ, 2008

Данное пособие предназначено для студентов всех специальностей, проходящих подготовку по курсу «Инженерная графика».

Пособие содержит как общие сведения по требованиям, предъявляемым к выполнению заданий по курсу, так и подробную информацию по содержанию и порядку выполнения двух первых заданий У0 и У1 («Титульный лист» и «Геометрическое черчение»).

К выполнению заданий по инженерной графике можно приступать только после усвоения теории и ознакомления с методическими указаниями по теме, содержанием и порядком их выполнения.

Все задания предварительно выполняются в тонких линиях. Для обводки и окончательного оформления чертежа необходимо получить разрешение преподавателя.

На каждое занятие студент обязан представить преподавателю выполненную работу с целью проверки правильности выполнения, выявления и устранения ошибок.

Полностью выполненный чертеж предъявляется студентом для окончательной проверки и защиты – опроса преподавателем по теме задания. При отсутствии ошибок и правильных ответах на вопросы чертеж принимается преподавателем – подпись преподавателя в графе «Принял».

Принятый чертеж хранится студентом до конца семестра и сдается вместе со всеми заданиями. Исходные материалы, выданные студенту, сдаются сразу после принятия чертежа.

Студент, не имеющий чертежных принадлежностей или не выполнивший домашнего задания, к занятиям не допускается.

Рекомендуемая литература приведена в конце пособия.

Организация работы

Для выполнения заданий по инженерной графике студент должен иметь:

- бумагу чертежную формата А3 (420x297 мм);
- линейку с миллиметровыми делениями;
- угольники чертежные (один с углами по 45° , другой с углами 30° и 60°);
- карандаши трех твердостей: Т, ТМ и М (В, НВ и Н);
- циркуль;
- инструмент для заточки карандашей;
- резинку стиральную (ластик).

Чертежная бумага должна иметь ровную белую матовую поверхность. Лучшей чертежной бумагой в настоящее время является бумага производства Гознак.

Карандаши рекомендуется приобретать марки Конструктор, а из зарубежных – КОН-I-NOOR.

Линейку и угольники целесообразно использовать деревянные, которые в меньшей степени загрязняют чертеж.

Циркуль должен иметь регулировку усилия перемещения ножек.

При выборе стиральной резинки обращайте внимание на ее мягкость. Цветные ластик не рекомендуются. Лучшими считаются отечественные или чешские ластик белого или серого цвета.

Цель и содержание заданий У0.000.000.000 и У1.000.000.000

Задания У0 и У1 являются первыми заданиями, выполняемыми студентами всех специальностей по курсу «Инженерная графика».

Целью заданий является:

- 1) изучение правил выполнения и оформления чертежей, изложенных в ГОСТах:

- ГОСТ 2.301-68 «Форматы»;
- ГОСТ 2.302-68 «Масштабы»;
- ГОСТ 2.303-68 «Линии»;
- ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные»;
- ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах»;

– ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

2) изучение основ геометрических построений (сопряжения, уклоны, конусности, лекальные кривые).

Задания выполняются карандашом на листах чертежной бумаги формата А3 (420x297 мм).

Содержание заданий

Содержание задания У0.000.000.000 («Титульный лист») и размеры применяемых шрифтов приведены в приложении 1.

Содержание задания У1.000.000.000 («Сопряжение, уклон, конусность, лекальная кривая») определяется индивидуальным заданием, которое студент получает от преподавателя. Пример выполнения задания У1.000.000.000 приведен в приложении 2.

Чертеж У1.000.000.000 должен иметь рамку, основную надпись, располагаемую вдоль длинной стороны листа. Форма, размеры и пример заполнения учебной основной надписи приведены ниже.

Общие правила оформления чертежей

При выполнении чертежей строго обязательным является соблюдение требований стандартов ЕСКД – Единой системы конструкторской документации.

ЕСКД – комплекс государственных стандартов, обеспечивающих единство оформления и обозначения чертежей, определяющих виды изделий, состав конструкторской документации и другие параметры, необходимые для разработки, оформления и обращения конструкторской документации.

Все стандарты ЕСКД распределены на девять классификационных групп (табл. 1).

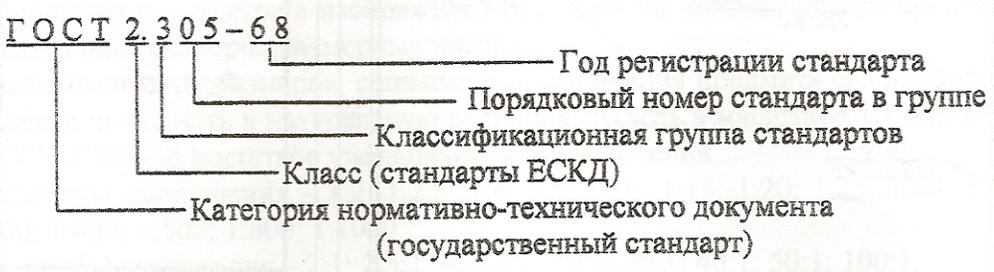
Таблица 1

Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам

Шифр группы	Содержание стандарта	ГОСТы
0	Общие положения	2.001-70...2.034-83
1	Основные положения	2.101-68...2.124-85
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах	2.201-80
3	Общие правила выполнения чертежей	2.301-68...2.321-84
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения	2.401-68...2.430-85
5	Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение, дублирование)	2.501-68...2.506-84
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации	2.601-68...2.609-79
7	Правила выполнения схем	2.701-84...2.797-81
8	Правила выполнения документов	2.801-74...2.857-75
9	Прочие стандарты	

Обозначение стандартов ЕСКД обусловлено классификационным принципом. Номер стандарта (ГОСТа) состоит из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД, точки, трехзначного числа, первая цифра которого является номером классификационной группы, а две последние – порядковым номером стандарта в группе, и двухзначного числа (после тире), указывающего год регистрации стандарта.

Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения – виды, разрезы, сечения»:



Форматы, основная надпись чертежа

Форматы (размеры) листов чертежей и других документов проектно-конструкторской документации установлены ГОСТ 2.301-68.

Форматы подразделяются на основные и дополнительные (табл. 2). Лист размером 1189x841 мм, имеющий площадь 1 м², называется А0. Меньшие форматы образуются делением большей стороны пополам.

Таблица 2

Основные и дополнительные форматы

Основные форматы		Дополнительные форматы	
Обозначение	Размеры сторон, мм	Обозначение	Размеры сторон, мм
А0	841x1189	А0x2	1189x1682
		А0x3	1189x2523
А1	594x841	А1x3	841x1783
		А1x4	841x2378
А2	420x594	А2x3	594x1261
		А2x4	594x1682
		А2x5	594x2102
А3	297x420	А3x3	420x891
		А3x4	420x1189
		А3x5	420x1486
		А3x6	420x1783
А4	210x297	А3x7	420x2080
		А4x3	297x630
		А4x4	297x841
		А4x5	297x1051
		А4x6	297x1261
		А4x7	297x1471
А5	148x210	А4x8	297x1682
		А4x9	297x1892
А5	148x210	—	—

Формат А4 располагается только вертикально. Остальные форматы могут располагаться как вертикально, так и горизонтально.

Все листы обязательно имеют рамку, выполненную сплошной толстой линией (линией обводки). Линии, образующие рамку, отстоят от края листа стандартного размера снизу, сверху и справа на 5 мм, слева – на 20 мм (поле для подшивки) (рис. 1).

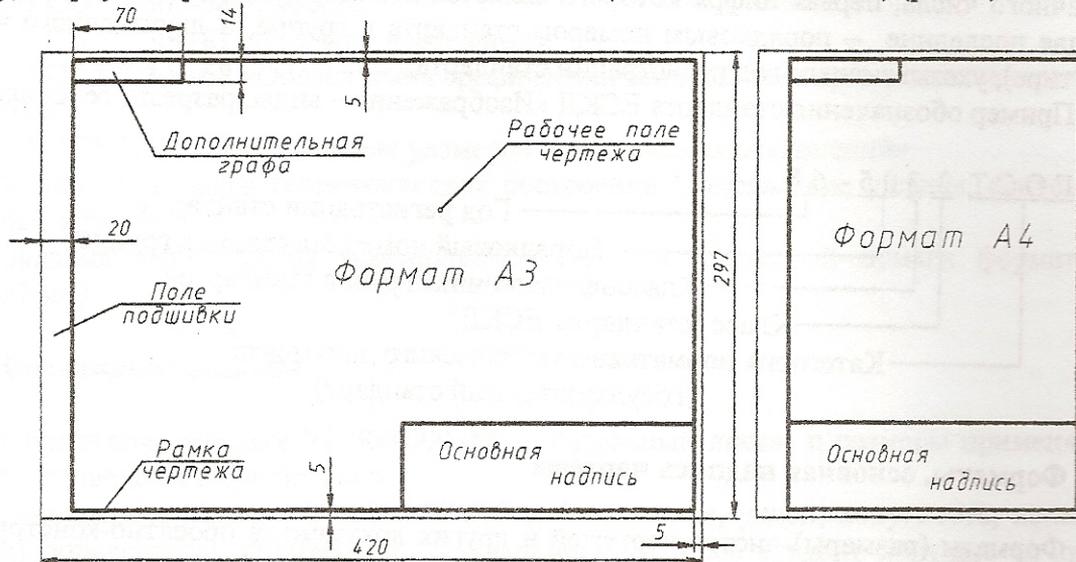


Рис. 1. Форматы

В правом нижнем углу размещается основная надпись. Для формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа.

ГОСТ 2.104-68 устанавливает формы, размеры и порядок заполнения основной надписи. Установлены две формы основной надписи: форма 1 (рис. 2) – для чертежей и схем; форма 2 – для текстовых документов.

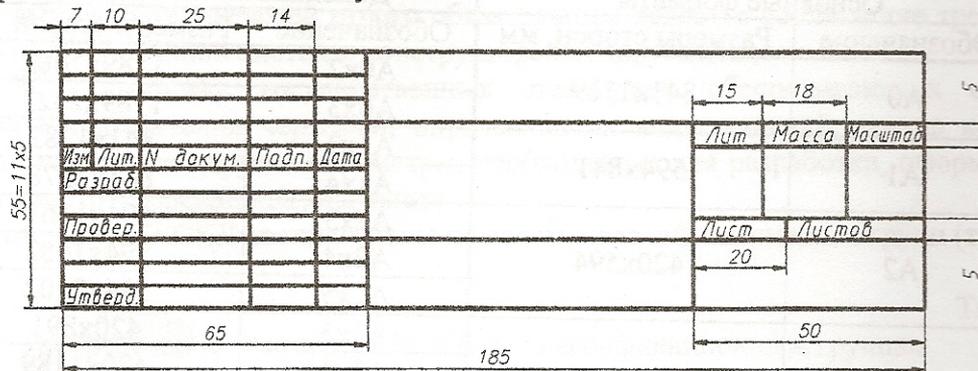


Рис. 2. Форма основной надписи по ГОСТ 2.104-68

Для учебных чертежей заданий У1 и У2 (геометрическое и проекционное черчение) используется упрощенный вариант основной надписи (рис. 3).



Рис. 3. Форма основной надписи для заданий У1 и У2

Масштабы

Масштабом чертежа называется отношение линейных размеров изображаемого предмета на чертеже к линейным размерам этого предмета в натуре.

Например, если линейный размер изображаемого предмета на чертеже равен 80 мм, а его действительный размер, измеренный на самом предмете, равен 20 мм, то масштаб, в котором изображен предмет, равен 4:1 ($80 : 20 = 4 : 1$).

Независимо от масштаба изображения предмета на чертеже всегда проставляются его действительные размеры (размерные числа).

В зависимости от размеров, сложности и назначения предмета его изображение на чертеже можно выполнять в натуральную величину, то есть в масштабе 1:1 или в установленном ГОСТ 2.302-68 масштабе уменьшения или увеличения.

Масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

В необходимых случаях допускается применять масштабы увеличения $(100x):1$, где n – целое число.

Предпочтительным является изображение предмета в натуральную величину (масштаб 1:1), так как чертеж получается полностью сходным с изображаемым предметом.

Масштаб чертежа обозначают в предназначенном для этого поле основной надписи.

Масштаб изображения, не совпадающего с общим масштабом чертежа, указывается на поле чертежа над этим изображением в скобках. Например: А–А (2:1), то есть сечение А–А выполнено в масштабе 2:1, не совпадающим с общим масштабом чертежа.

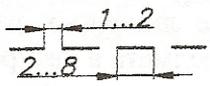
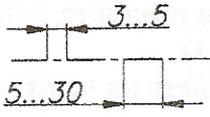
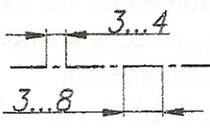
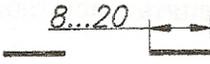
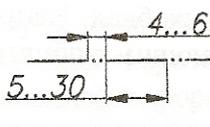
Линии

Основными элементами чертежа являются линии. Согласно ГОСТ 2.303-68 для изображения изделий на чертежах применяют линии различных типов (табл.3), что способствует более легкому прочтению чертежа, то есть выявлению и пониманию формы и особенностей изображаемого предмета.

Таблица 3

Линии чертежа и их назначение

№ п/п	Наименование	Начертание	Толщина линии	Основное назначение
1	2	3	4	5
1	Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).
2	Сплошная тонкая		от S/3 до S/2	Линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии выноски и полки; линии для изображения пограничных деталей («обстановка»); линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах, сечениях; линии плавного перехода.
3	Сплошная волнистая		от S/3 до S/2	Линии обрыва; линии разграничения вида и разреза

1	2	3	4	5
4	Штриховая		от S/3 до S/2	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые.
5	Штрихпунктирная тонкая		от S/3 до S/2	Линии осевые и центровые; линии сечений, являющихся осями симметрии для наложенных и выносных сечений.
6	Штрихпунктирная толстая		от S/2 до 2/3 S	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»); линии, обозначающие поверхности, подлежащие термобработке или покрытию.
7	Разомкнутая		от S до 1,5 S	Линии сечений и разрезов
8	Сплошная тонкая с изломом		от S/3 до S/2	Длинные линии обрыва
9	Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от S/3 до S/2	Линии сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Толщину S сплошной толстой (основной) линии принимают равной $0,5 \dots 1,4$ мм в зависимости от размеров и сложности изображения и формата чертежа. При выполнении чертежей на компьютере толщину основной линии рекомендуется принимать в пределах $0,3 \dots 0,5$ мм. Толщина линий одного и того же типа должна быть на данном чертеже одинаковой для всех изображений, вычерченных в одном и том же масштабе.

На чертеже детали (рис. 4) показаны примеры применения некоторых линий.

Линии видимого контура детали, пересечения поверхностей, а также сечения А-А и местного разреза изображены сплошной толстой (основной) линией; линии штриховки, контура наложенного сечения, плавного перехода, внутреннего диаметра резьбы, размерные и выносные линии изображены сплошной тонкой линией; линии обрыва – сплошной

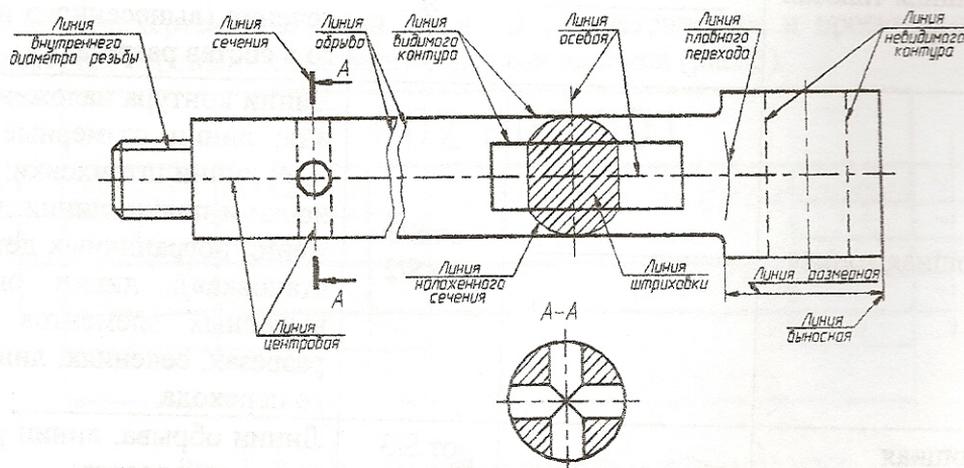


Рис. 4. Примеры нанесения линий различных типов

волнистой; осевые и центровые линии – штрихпунктирной тонкой; линии невидимого контура – штриховой; линии сечения (положение секущей плоскости) – разомкнутой линией.

Стандартом установлена минимальная толщина линий и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа. Для формата А1 и больших наименьшая толщина линий равна 0,3 мм, а наименьшее расстояние между линиями – 1 мм; для форматов, меньших А1, – 0,2 и 0,8 соответственно.

Для каждой линии на всем ее протяжении длины штрихов и промежутков должны оставаться постоянными.

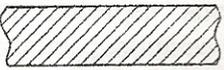
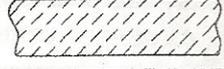
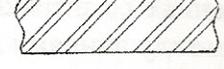
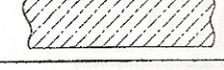
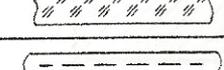
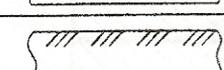
Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями при диаметре окружности менее 12 мм. Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии (линии сечений) соединять штрихпунктирной тонкой линией.

Графические обозначения материалов

Графические обозначения материалов в сечениях (таблица 4), а также правила нанесения их на чертежах приведены в ГОСТ 2.306-68.

Таблица 4

Графические обозначения материалов

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

Графическое обозначение дает общее представление о материалах. Более конкретные данные должны приводиться в графах основной надписи чертежа.

Неоднородные материалы, содержащие металлы и неметаллические материалы, обозначаются как металлы. Графическое обозначение древесины, указанное в таблице 4, следует применять, когда не указывается направление волокон древесины. При необходи-

мости указать направление волокон древесины следует сделать соответствующую запись на чертеже.

Металлы и их сплавы, а также неметаллические материалы штрихуют в разрезах и сечениях сплошными тонкими линиями в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

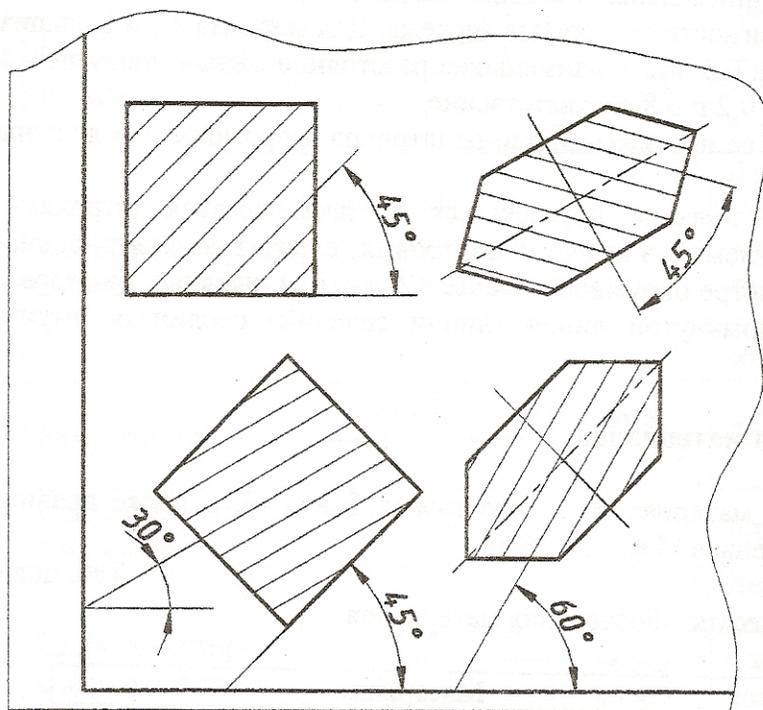


Рис. 5. Направление штриховки при параллельности ее осевым или контурным линиями

Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа (рис. 5).

Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , оказываются параллельными линиям контура или осевым линиям, то угол штриховки следует принять равным 30° или 60° (рис. 5).

Линии штриховки можно наносить с наклоном влево или вправо, но обязательно в одну и ту же сторону, с одинаковой плотностью на всех сечениях и разрезах одной и той же детали, независимо от числа листов чертежа, на которых эти сечения расположены.

Расстояние между параллельными линиями штриховки выбирают в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений других деталей.

Узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения – небольшими участками в нескольких местах. Узкие площади сечений, шириной на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с просветами между смежными сечениями не менее 0,8 мм. В смежных сечениях двух деталей следует применять встречную штриховку, то есть наклон линий штриховки одного сечения вправо, другого – влево (рис. 6а). В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла наклона (рис. 6б).

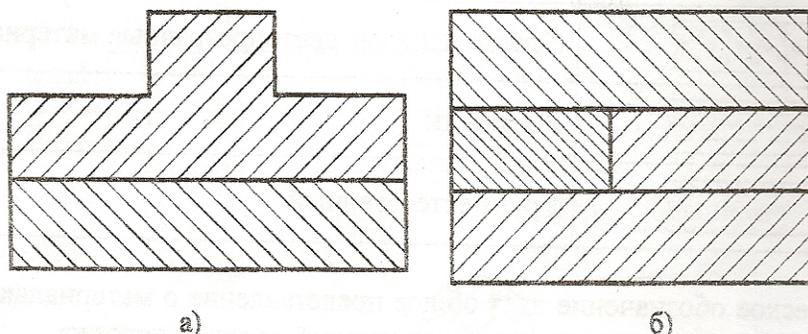


Рис. 6. Выполнение штриховки смежных деталей:
а – при двух смежных деталях; б – при трех и более смежных деталях

Шрифты чертежные

Все надписи на чертеже и других технических документах выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81.

Стандартом устанавливается конструкция букв русского, латинского и греческого алфавитов, цифр арабских и римских, различных знаков.

Размер шрифта определяется высотой h прописных (заглавных) букв и цифр в миллиметрах, измеренной перпендикулярно основанию. Высота строчных букв соответствует следующему меньшему размеру шрифта. Установлены следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Применение шрифта 1,8 не рекомендуется.

ГОСТом определены два типа шрифта: тип А без наклона и с наклоном 75° и тип Б без наклона и с наклоном 75° к основанию строки.

Форма прописных и строчных букв русского алфавита, а также арабских цифр, установленная шрифтом типа Б с наклоном, представлена на рис. 7.

Шрифт типа "Б" с наклоном

Прописные буквы

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р

С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

Строчные буквы

а б в г д е ж з и й к л м н о п р

с т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Рис. 7. Форма русских прописных и строчных букв и арабских цифр

Для облегчения правильного написания шрифта выполняется вспомогательная сетка сплошными тонкими линиями (вспомогательная сетка не стирается).

В таблице 5 приведены основные параметры и размеры шрифтов.

Размеры букв и цифр для шрифтов типа Б (мм)

Определяемая величина	Относит. значение размера шрифта	Размер шрифта				
		3,5	5	7	10	14
Толщина линий шрифта	$(1/10)h$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
Прописные буквы и цифры						
Высота букв и цифр	$(10/10)h$	3,5	5	7	10	14
Ширина букв и цифр:						
Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Ь, Э, Я	$(6/10)h$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Ж, Ф, Ш, Щ	$(8/10)h$	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2
А, Д, М, Х, Ы, Ю	$(7/10)h$	2,45	3,5	4,9	7,0	9,8
Е, Г, З, С	$(5/10)h$	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0
2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	$(5/10)h$	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0
4	$(6/10)h$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
1	$(4/10)h$	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6
Строчные буквы						
Высота букв:						
а, г, е, ж, з, и, й, к, л, м, н, о, п, с, т, х, ц, ч, ш, щ, ь, ы, ь, э, ю, я	$(7/10)h$	2,5	3,5	5	7	10
б, в, д, р, у,	$(10/10)h$	3,5	5	7	10	14
ф	$(12/10)h$	4,2	6,0	8,4	12,0	16,8
Ширина букв:						
а, б, в, г, д, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я, е	$(5/10)h$	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0
м, ы, ь, ю	$(6/10)h$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
ж, т, ф, ш, щ	$(7/10)h$	2,45	3,5	4,9	7,0	9,8
с, з	$(4/10)h$	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6
Расстояние между буквами, цифрами и знаками	$(3/10)h$	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2
Расстояние между словами и числами, не менее	$(10/10)h$	3,5	5	7	10	14
Расстояние между основаниями строк, не менее	$(15/10)h$	5,3	7,5	10,5	15	21

Правильное и быстрое написание стандартного шрифта от руки требует определенного навыка, приобретаемого в процессе упражнений. Для освоения конструкции и способа построения букв и цифр студенту следует «поупражняться» в их написании по предварительно вычерченной, например, в рабочей тетради, вспомогательной сетке.

При выполнении надписей на чертежах шрифтом мелкого размера (5 мм и менее)

допускается буквы и цифры вписывать в упрощенную сетку, состоящую из горизонтальных линий, определяющих границы высоты шрифта, и наклонных под углом 75° (для шрифта с наклоном) линий, проведенных через 10-20 мм.

Для успешного закрепления навыка письма чертежным шрифтом нужно не только хорошо изучить конструкцию букв и цифр, но и знать наиболее рациональную последовательность их написания. Обычно вертикальные и наклонные элементы букв и цифр проводят сверху вниз, горизонтальные – слева направо, закругленные – движением вниз и влево или вниз и вправо.

В дальнейшем, по мере приобретения навыков письма стандартным шрифтом, по разрешению преподавателя, буквы и цифры можно писать без предварительного вычерчивания вспомогательной сетки, иметь лишь границы (две горизонтальные линии) высоты шрифта.

Основные правила нанесения размеров

О величине изделия и его элементов судят по размерам, приведенным на чертеже. Размеры наносятся по определенным правилам, изложенным в ГОСТ 2.307-68.

В настоящем учебном пособии рассматриваются только основные правила нанесения размеров, которые необходимо знать при выполнении чертежей общей части курса черчения.

Размеры состоят из выносных и размерных линий, стрелок и размерного числа.

Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе выполнен чертеж (изображение).

Размеры подразделяются на линейные – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса, дуги и на угловые – размеры углов.

Линейные размеры приводятся на чертеже в миллиметрах, единицу измерения (мм) на чертеже не указывают. В пределах одного чертежа размерные числа выполняют цифрами одного шрифта (для задания У1 рекомендуется размер шрифта 5).

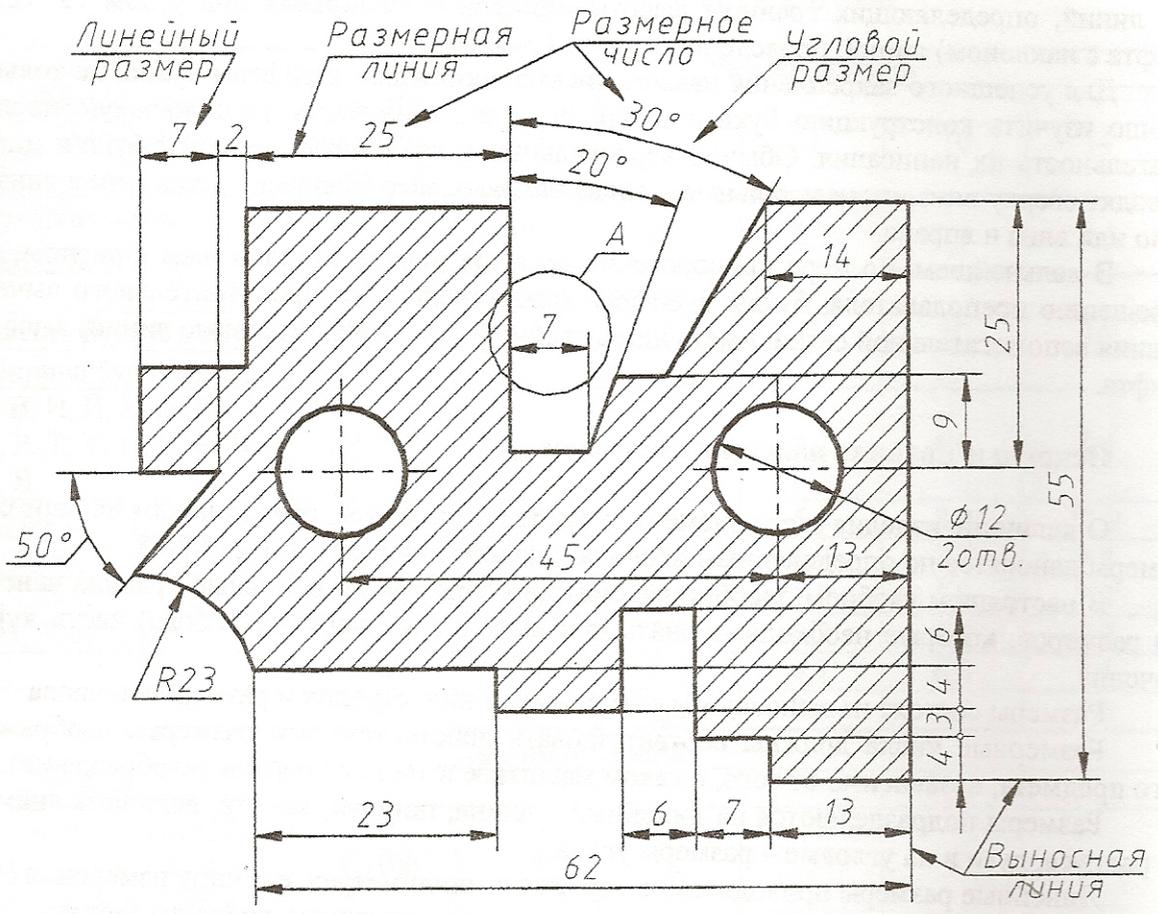
Размерные линии с двух сторон ограничиваются стрелками, которые упираются острием в выносные линии, или осевые линии, или линии контура. Стрелки вычерчивают приблизительно одного размера для всего чертежа. Форма стрелки и её размеры приведены на рис. 8.

Размерные и выносные линии выполняют сплошными тонкими линиями. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1... 5 мм. Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура 10 мм, а между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Линии контура, осевые, центровые и выносные нельзя использовать в качестве размерных.

Если стрелки размерных линий пересекают расположенные близко друг к другу контурные линии, то эти линии рекомендуется прерывать (рис. 9б). При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки (кроме крайних) допускается заменять засечками (длиной 1... 2 мм), наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четкими точками (рис. 8).

Размерные числа наносят над размерными линиями ближе к середине, не касаясь их (обычно от размерной линии до числа оставляют расстояние 1-2 мм).

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.



A (увеличено)

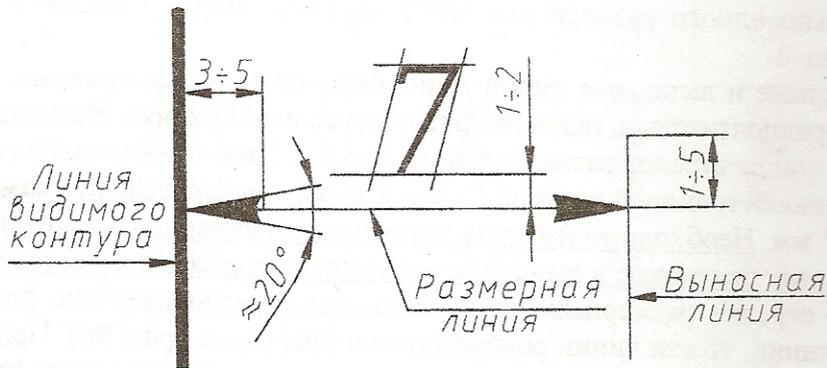


Рис. 8. Пример нанесения линейных, угловых размеров, размеров диаметров и радиусов. Параметры размерных и выносных линий, стрелок и размерного числа

В местах нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают (рис. 8). При указании размера диаметра окружности размерную линию можно проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии, следует делать несколько дальше центра окружности (рис. 9а). При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают и наносят действительный размер (рис. 9г). Размерное число не допускается пересекать или разделять какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа. Также не допускается размерное число размещать в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

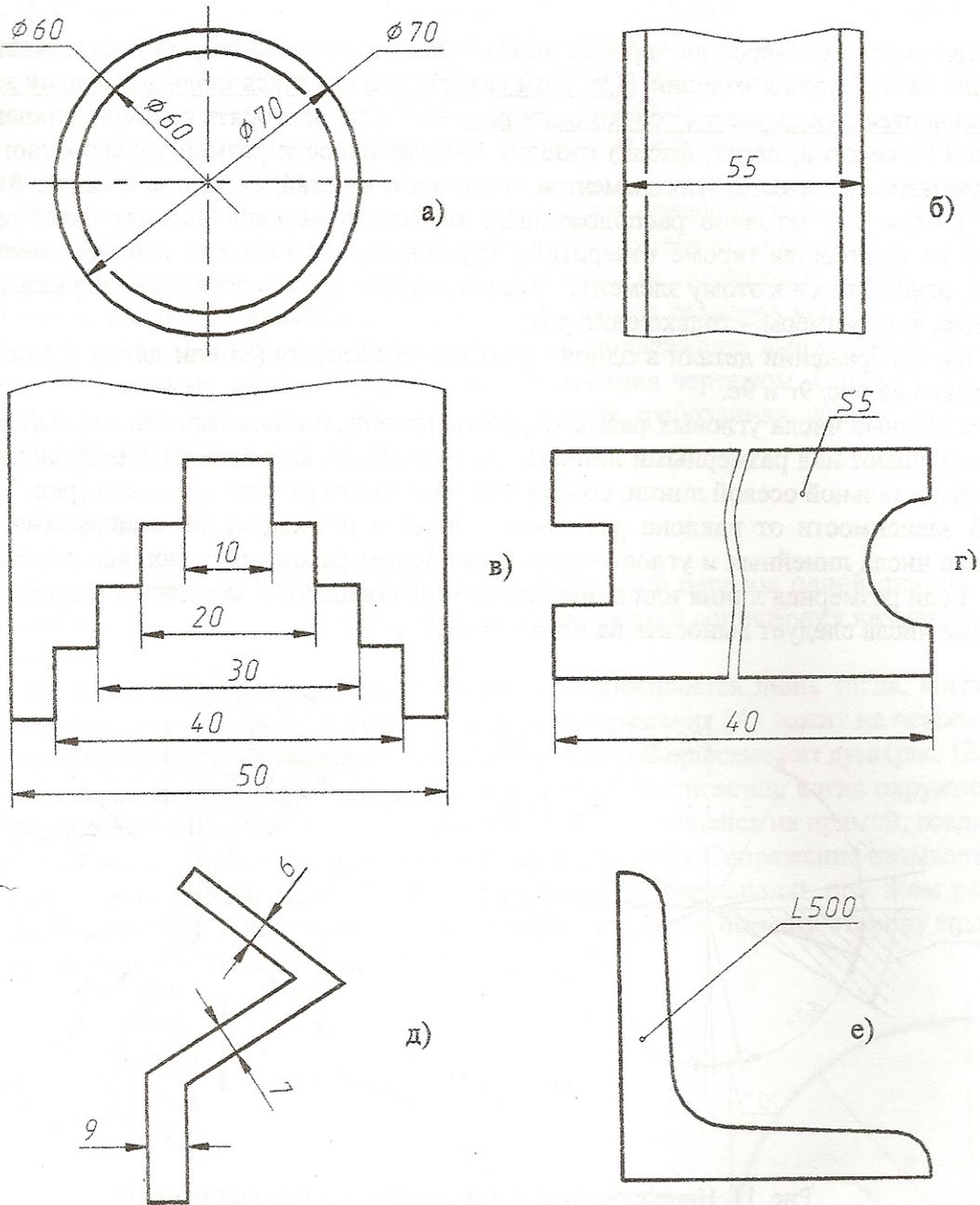


Рис. 9. Нанесение размеров: а – диаметров окружности; б – разрыв контурных линий при нанесении стрелок; в – симметричные размеры; г – нанесение толщины плоской детали; д – нанесение размеров при недостатке места между выносными линиями; е – нанесение длины детали равного сечения

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий на чертеже определяют наибольшим удобством чтения чертежа (со стороны основной надписи). Если для нанесения размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят, например, как показано на рис. 9д.

При указании размеров радиуса, диаметра, конусности, уклона, квадрата, сферы перед размерным числом наносят соответственно знаки (рис.10), при этом высота этих знаков должна быть равна 0,8 от высоты соответствующих им размерных чисел.



Рис.10. Знаки, применяемые при нанесении размеров: радиус, диаметр, уклон, конусность, квадрат, сфера

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. При этом размер, относящийся к одному и тому же элементу, на чертеже указывается только один раз. Чтобы не повторять размеры одинаковых элементов (отверстий, пазов, фасок) изделия следует нанести размер только одного элемента с указанием количества этих элементов, например, отверстий, как показано на рис. 8.

Размеры симметрично расположенных элементов изделия наносят один раз без указания их количества (кроме отверстий), группируя, как правило, в одном месте все размеры, относящиеся к этому элементу. Число одинаковых отверстий всегда указывается полностью, а их размеры – только один раз.

При изображении детали в одной проекции её толщину (S) или длину (L) наносят, как показано на рис. 9г и 9е.

Размерные числа угловых размеров, расположенные выше горизонтальной осевой линии, помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости, а расположенные ниже горизонтальной осевой линии, со стороны вогнутости размерных линий (рис. 11а).

В зависимости от наклона размерных линий и расположения измеряемых углов размерные числа линейных и угловых размеров следует располагать так, как показано на рис. 11). Если размерная линия или измеряемый угол попадают в заштрихованную зону, то размерные числа следует выносить на полку (рис. 11а).

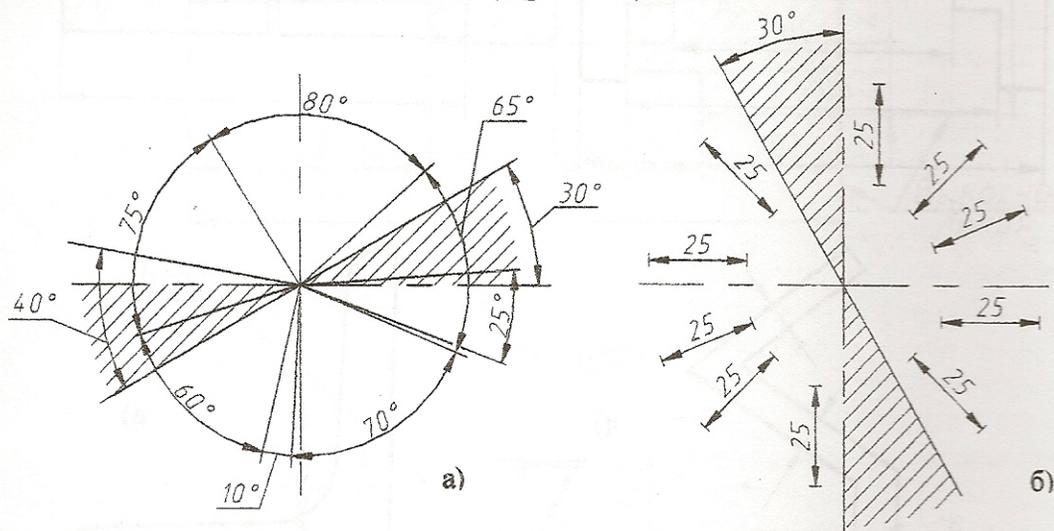


Рис. 11. Нанесение наклонных линейных и угловых размеров

Простановка размеров производится от определенных поверхностей или линий детали, которые называются базами. От баз в процессе изготовления и контроля производится обмер детали.

В зависимости от выбора измерительных баз применяется три способа нанесения размеров элементов деталей: цепочкой, от базы и комбинированный:

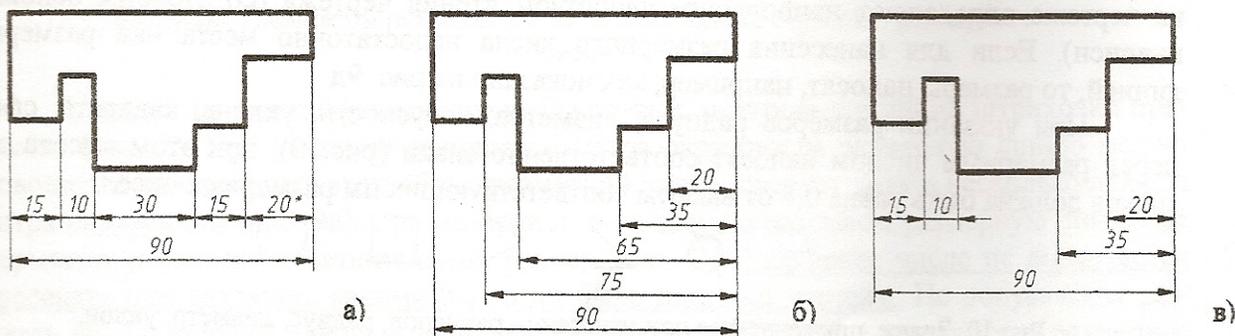


Рис. 12. Способы нанесения размеров: а – цепочкой; б – от базы; в – комбинированный

1. Способ цепочкой (рис. 12а). Размеры отдельных элементов детали наносят последовательно, как звенья одной цепи. Этот способ применяется редко.
2. Способ от базы (рис. 12б). Размеры являются координатами, характеризующими положение элементов детали относительно выбранной базы.
3. Комбинированный способ (рис. 12в) представляет собой сочетание способов нанесения размеров цепочкой и от базы.

Комбинированный способ нанесения размеров предпочтителен, как обеспечивающий достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей.

На машиностроительных чертежах размеры не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный (рис. 11а). Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и наносимые только для удобства пользования чертежом. Справочные размеры на чертеже обозначают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* – размеры для справок»

Сопряжения

Сопряжением называется геометрически плавный переход одной линии в другую, выполненный с помощью дуги. Общая точка линии и дуги сопряжения называется точкой сопряжения.

Плавный переход прямой линии в дугу обеспечивается лишь тогда, когда прямая является касательной к дуге, то есть когда точка сопряжения (А) лежит на перпендикуляре, опущенном на линию (m) из центра окружности (О), которой принадлежит дуга (рис. 13а).

Плавный переход одной окружности в другую достигается, когда окружности имеют общую касательную (t) в точке сопряжения (А), находящейся на прямой, соединяющей центры окружностей, которым принадлежат дуги (рис. 13б). Сопряжение называется внешним, если центра О и О₁ лежат по разные стороны от касательной, при этом расстояние $OO_1 = R + R_1$ (рис. 13б), и внутренним, если центры находятся по одну сторону от касательной, при этом расстояние $OO_1 = R - R_1$ (рис. 13в).

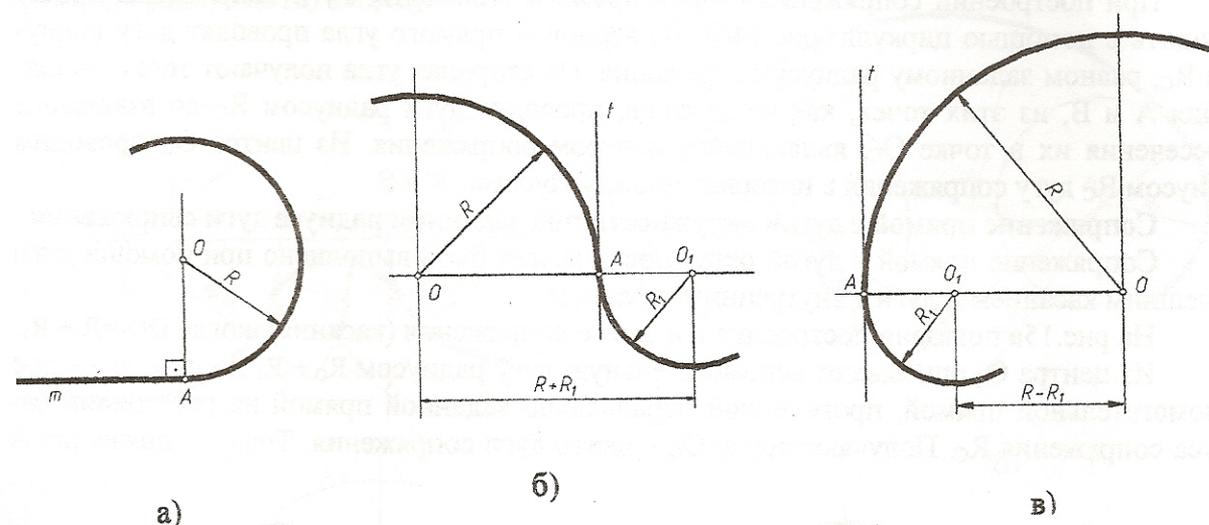


Рис. 13. Сопряжения: а – переход прямой линии в дугу; б – внешнее касание двух дуг; в – внутреннее касание двух дуг

В общем случае построение сопряжения двух линий при заданном радиусе сопряжения состоит из следующих этапов:

- 1) построение множества точек, находящихся на расстоянии радиуса сопряжения от первой из сопрягаемых линий, затем то же самое от второй линии;
- 2) определение центра дуги сопряжения как точки пересечения построенных множеств;

3) определение точки сопряжения на первой из сопрягаемых линий, затем то же самое на второй линии;

4) проведение дуги сопряжения в интервале между точками сопряжения.

Сопряжение двух сторон угла дугой заданного радиуса

Сопряжение двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса R выполняется следующим образом (рис. 14а).

Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R_c , проводят две вспомогательные прямые (а и б). Точка пересечения этих прямых (точка O_c) будет центром дуги сопряжения заданного радиуса R_c . Из полученного центра O опускают перпендикуляры на заданные прямые и получают точки сопряжения А и В. Дугу сопряжения радиусом R_c с центром в точке O_c проводят в интервале между точками сопряжения А и В.

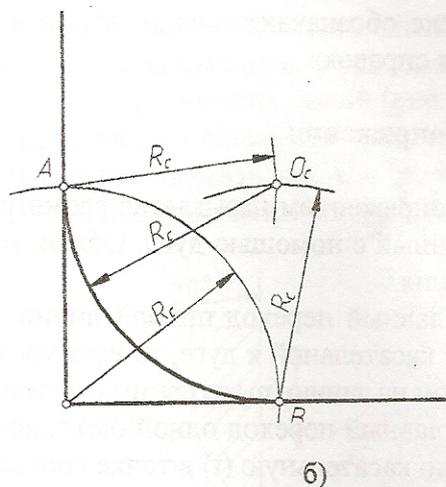
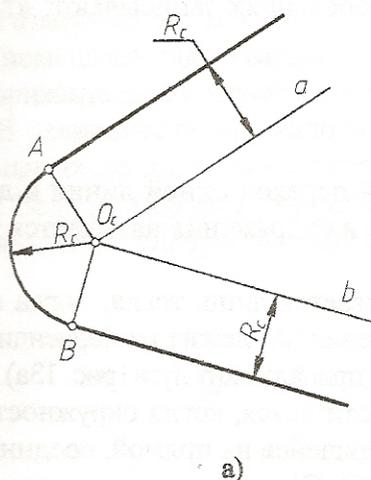


Рис. 14. Сопряжение двух прямых линий: а – произвольный угол между линиями; б – прямой угол

При построении сопряжения сторон прямого угла центр дуги сопряжения проще находить с помощью циркуля (рис. 14б). Из вершины прямого угла проводят дугу радиусом R_c , равном заданному радиусу сопряжения. На сторонах угла получают точки сопряжения А и В, из этих точек, как из центров, проводят дуги радиусом R_c до взаимного пересечения их в точке O_c , являющейся центром сопряжения. Из центра O_c проводим радиусом R_c дугу сопряжения в интервале между точками А и В.

Сопряжение прямой с дугой окружности при заданном радиусе дуги сопряжения

Сопряжение прямой с дугой окружности может быть выполнено при помощи дуги с внешним касанием и дуги с внутренним касанием.

На рис. 15а показано построение внешнего сопряжения (касания), когда $OO_1 = R + R_1$.

Из центра O_1 описывают вспомогательную дугу радиусом $R_c + R_1$ до пересечения с вспомогательной прямой, проведенной параллельно заданной прямой на расстоянии радиуса сопряжения R_c . Получают точку O_c – центр дуги сопряжения. Точку сопряжения А

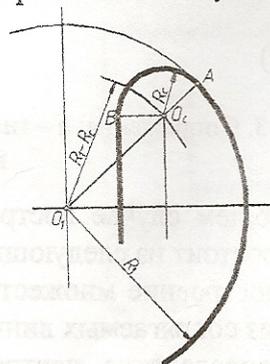
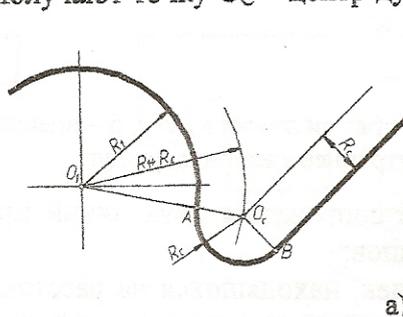


Рис. 15. Сопряжение прямой и дуги дугой заданного радиуса: а – внешнее; б – внутреннее

получают в пересечении прямой, соединяющей центры O_C и O_1 , с заданной дугой. Опустив перпендикуляр из точки O_C на прямую, получаем вторую точку сопряжения B . Из точки O_C как из центра проводят радиусом R дугу сопряжения в интервале между точками A и B .

На рис. 15б показано построение внутреннего сопряжения (касания), когда $OO_1 = R_1 - R_C$. Из центра O_1 описывают вспомогательную дугу радиусом $R_1 - R_C$ до пересечения с вспомогательной прямой, проведенной параллельно заданной прямой на расстоянии радиуса сопряжения R_C . Полученную точку O_C – центр дуги сопряжения – соединяют с центром O_1 прямой. В пересечении её с заданной дугой находится точка сопряжения A . Опустив перпендикуляр из точки O_C на прямую, получаем вторую точку сопряжения B . Из точки O_C , как из центра, проводим радиусом R_C дугу сопряжения в интервале между точками A и B .

Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса

.В этом случае сопряжение может быть внешним, внутренним и смешанным.

При внешнем сопряжении центры сопрягаемых дуг находятся вне сопрягающей дуги. При внутреннем сопряжении центры сопрягаемых дуг находятся внутри сопрягающей дуги. При смешанном сопряжении центр одной из сопрягаемых дуг лежит внутри сопрягающей дуги, а центр другой дуги вне её.

На рис. 16а показано построение внешнего сопряжения двух дуг радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R_C . Из центра O_1 радиусом $R_1 + R_C$ и из центра O_2 радиусом $R_2 + R_C$ проводят дуги до пересечения их в точке O_C – центре дуги сопряжения. Точку O_C соединяют с точками O_1 и O_2 вспомогательными прямыми, в пересечении которых с заданными дугами находятся точки сопряжения A и B . Из точки O_C как из центра проводят дугу сопряжения радиусом R_C в интервале между точками A и B .

На рис. 16б показано построение внутреннего сопряжения двух дуг окружностей радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R_C . Из центра O_1 проводят дугу радиусом $R_C - R_1$, а из центра O_2 – дугу радиусом $R_C - R_2$. В пересечении этих дуг получают точку O_C – центр дуги сопряжения. Точки сопряжения A и B лежат на прямых, соединяющих точку O_C с центрами заданных дуг O_1 и O_2 . Из точки O_C , как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом R_C в интервале между точками A и B .

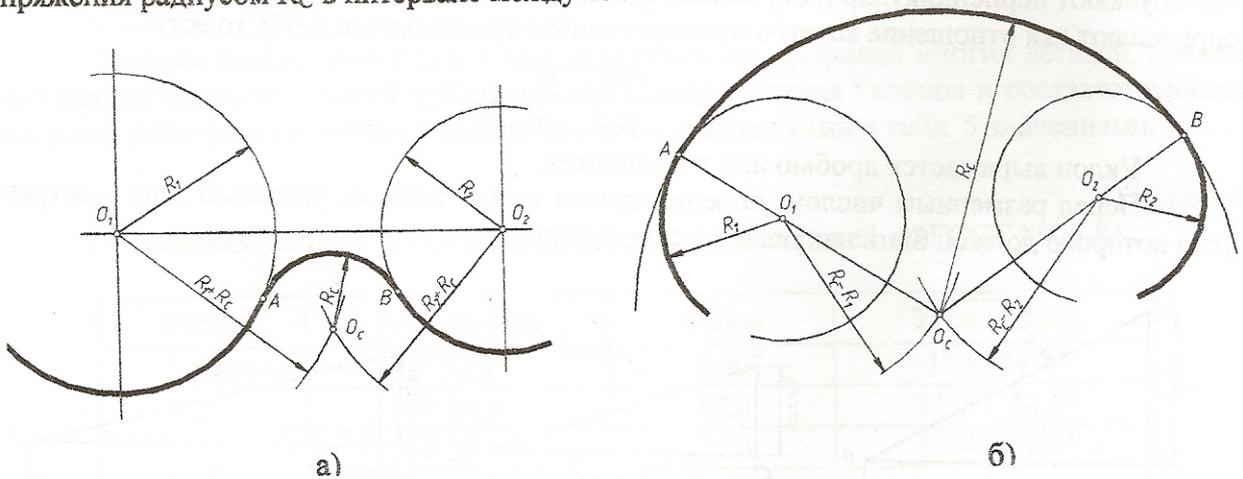
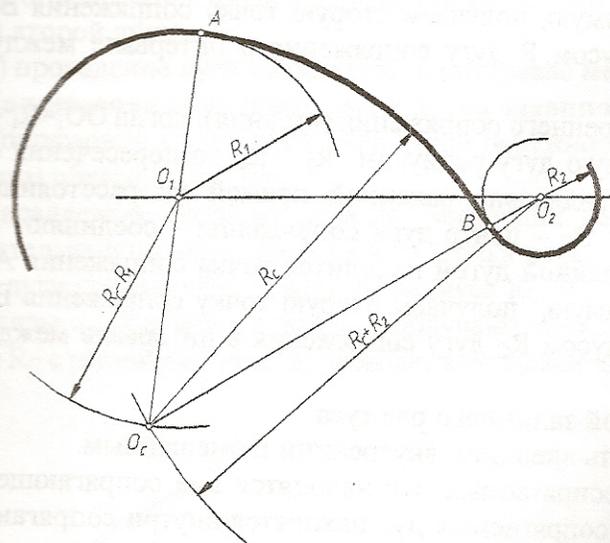


Рис. 16. Сопряжение двух дуг дугой заданного радиуса: а – внешнее; б – внутреннее

На рис. 17 показано построение смешанного сопряжения двух дуг радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R_C . Смешанное сопряжение двух данных дуг третьей дугой характеризуется тем, что одна сопрягаемая дуга находится с внешней стороны дуги сопряжения, а другая – с внутренней её стороны. Из центра O_1 проводят дугу радиусом, равным $R_1 + R_C$, а из центра O_2 – дугу радиусом $R_C - R_2$. Пересечение проведенных дуг определяет центр дуги сопряжения – точку O_C . Точки сопряжения A и B находят в пере-



сечении заданных дуг окружностей с прямыми O_cO_1 и O_cO_2 . Дуга сопряжения, проведенная из точки O_c радиусом R_c , имеет с дугой радиуса R_1 внутреннее сопряжение, а с дугой радиуса R_2 – внешнее.

Рис. 17. Смешанное сопряжение двух дуг дугой заданного радиуса

Условиями возможного решения задач на построение сопряжения двух дуг окружностей радиусов R_1 и R_2 дугой заданного радиуса R_c являются:

$$\text{для внешнего сопряжения } R_c > \frac{O_1O_2 - (R_1 + R_2)}{2};$$

$$\text{для внутреннего сопряжения } R_c > \frac{R_1 + R_2 + O_1O_2}{2};$$

$$\text{для смешанного сопряжения } R_c > \frac{O_1O_2 + R_1 - R_2}{2}.$$

Уклон

Уклоном называется величина, характеризующая наклон одной прямой линии к другой.

Для определения уклона i прямой m (рис. 18а), проведенной под углом β к горизонтальной прямой n , выбирают на этой прямой произвольную точку, например B , и из нее опускают перпендикуляр (AB) на прямую n . Уклон i прямой m относительно прямой n определяют как отношение катетов прямоугольного треугольника ABO , то есть

$$i = \frac{AB}{AO} = \frac{b}{a} = \operatorname{tg} \beta.$$

Уклон выражается дробью или в процентах.

Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят условный знак – острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона.

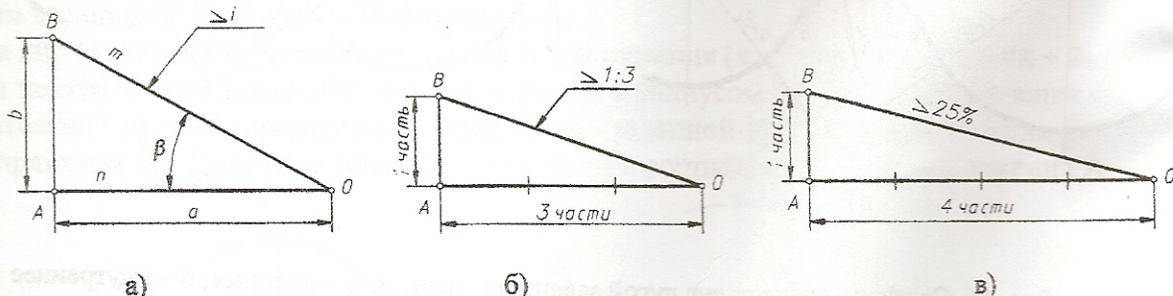


Рис. 18. Построение уклона: а – определение уклона; б – построение уклона 1:3; в – построение уклона 25%

Уклон (размерное число с условным знаком) наносят над наклонной линией (поверхностью) или на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой, которая касается наклонной линии. Полка линии-выноски должна быть параллельна прямой, относительно которой определяется уклон.

Для проведения прямой под заданным уклоном к горизонтальной прямой, например 1:3 (рис.18б) на горизонтальной прямой из произвольной точки, например О, откладывают три единицы длины (единица длины любая, например, 5 мм, 10 мм ...). В полученной точке А восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем одну единицу длины, полученную точку В соединяют прямой с точкой О. Уклон проведенной прямой ОВ относительно прямой ОА в этом случае равен 1:3.

Уклон иногда определяют в процентах. На рис.18в построен прямоугольный треугольник, гипотенуза которого ОВ проведена под уклоном 25% к горизонтальному катету, длина которого пропорциональна 100% (4 части или 100 единиц длины). Длина вертикального катета пропорциональна 25%, что соответствует одной части или 25 единицам длины. В этом случае отношение вертикального катета АВ к горизонтальному катету ОА равно 1:4.

Для проведения прямой, направление которой задано уклоном, необходимо, чтобы на чертеже была задана точка К (рис.19), определяющая положение прямой. Такой точкой в задании У1 является точка с координатами $(b-d)/2$ и t для швеллера и $(b-d)/4$ и t для двутавра. Обычно линию заданного уклона наносят на чертеже в стороне от профиля, а затем через точку К проводят линию параллельно построенной.

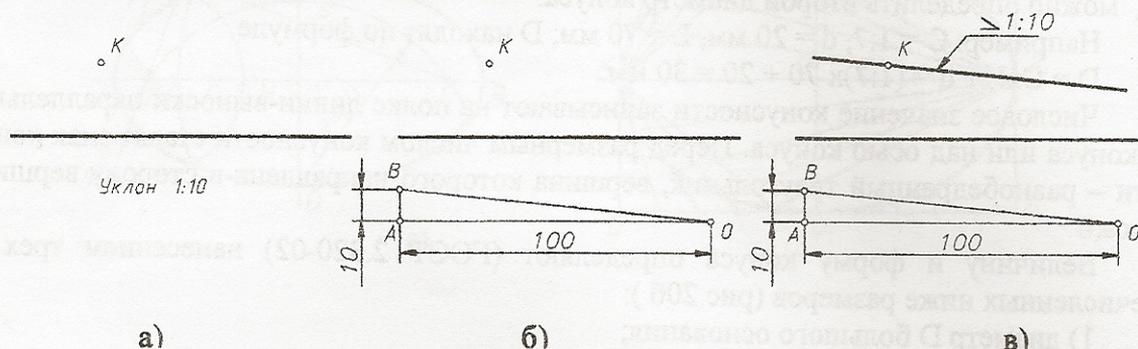


Рис. 19. Последовательность построения уклона: а – исходные данные; б – построение вспомогательной линии; в – построение уклона через точку К

Уклоны необходимо строить при вычерчивании профилей многих деталей, причем для призматических деталей (рельсы, балки и т.п.) значения уклонов и соответствующих им углов должны назначаться в соответствии с приведенными в табл. 5 значениями.

Таблица 5

Значения уклонов и углов для призматических деталей по ГОСТ 8908-81

Уклон	Угол уклона	Уклон	Угол уклона
1:500	6' 52,5"	1:50	1° 8' 44,7"
1:200	17' 11,3"	1:20	2° 51' 44,7"
1:100	34' 22,6"	1:10	5° 42' 38,1"

Конусность

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к его высоте; конусность выражается дробью, например 1 : 7.

Если конус усеченный (рис.20а) с диаметрами оснований D и d и длиной L , то конусность (C) определяется по формуле:

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

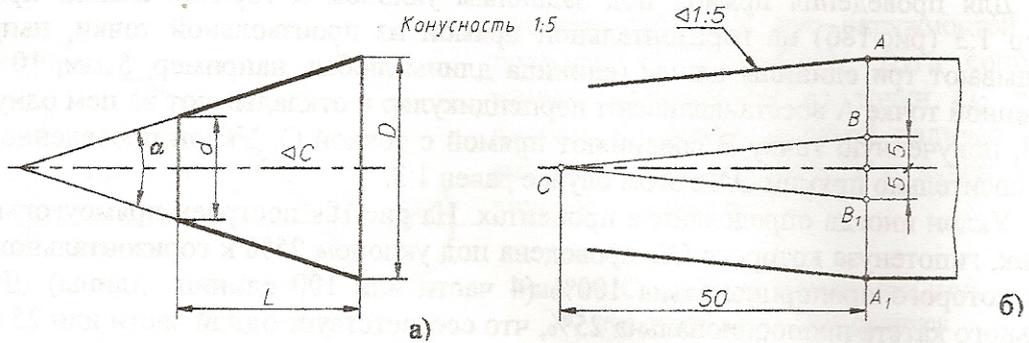


Рис. 20. Конусность: а – определение конусности; б – построение чертежа конуса с заданной конусностью (1:5)

Конусность является двойной величиной уклона. Они связаны между собой соотношением $C = 2i$.

Если известны конусность C , диаметр одного из оснований конуса d и длина конуса L , можно определить второй диаметр конуса.

Например: $C = 1:7$, $d = 20$ мм, $L = 70$ мм; D находят по формуле

$$D = C \times L + d = (1:7) \times 70 + 20 = 30 \text{ мм.}$$

Числовое значение конусности записывают на полке линии-выноски параллельной оси конуса или над осью конуса. Перед размерным числом конусности ставят знак конусности – равнобедренный треугольник, вершина которого направлена в сторону вершины конуса.

Величину и форму конуса определяют (ГОСТ 2.320-02) нанесением трех из перечисленных ниже размеров (рис.20б):

- 1) диаметр D большого основания;
- 2) диаметр d малого основания;
- 3) длина конуса L ;
- 4) угол α конуса;
- 5) конусность C .

При выполнении чертежей деталей с коническими поверхностями конусности должны назначаться в соответствии с приведенными в таблице 6 значениями.

Таблица 6

Нормальные конусности и углы конусов по ГОСТ 0593-81

Конусность	Угол конуса	Конусность	Угол конуса
1:500	6' 52,5"	1:12	4° 46' 18,8"
1:200	17' 11,3"	1:10	5° 43' 29,3"
1:100	34' 22,6"	1:8	7° 9' 9,6"
1:50	1° 8' 45,2"	1:7	8° 10' 16,4"
1:30	1° 54' 34,9"	1:6	9° 31' 38,2"
1:20	2° 51' 51,1"	1:5	11° 25' 16,3"
1:15	3° 49' 5,9"	1:4	14° 15' 0,1"
		1:3	18° 55' 28,7"

Лекальные кривые

Лекальные кривые – это нециркульные кривые линии, вычерчиваемые по точкам с помощью лекал. Такие кривые строят обычно по ряду принадлежащих им точек, которые затем соединяют плавной линией, сначала от руки карандашом, а затем обводят при помощи лекал.

Чтобы начертить плавную лекальную кривую, необходимо иметь набор из нескольких лекал. Выбрав подходящее лекало, надо подогнать кромку части лекала к возможно большему количеству заданных точек кривой. Кривая вычерчивается в процессе последо-

вательного соединения отдельных участков кривой, при этом лекало должно касаться уже обведенной части кривой.

Эллипс – замкнутая плоская кривая, состоящая из множества точек, сумма расстояний от каждой из которых до двух данных точек (фокусов), лежащих на большой оси, есть величина постоянная и равная длине большой оси эллипса.

В пособии приводятся три способа построения эллипса по двум его осям АВ (большая) и CD (малая), пересекающимся в точке О – центре эллипса.

Первый способ (рис. 21а). Из точки D, как из центра, радиусом R, равным половине большой оси, проводят дугу окружности и в пересечении её с большой осью определяют фокусы эллипса – точки F и F₁. Затем между точками F и O выбирают произвольно точки, например, E, G, H..., каждая из которых дает возможность построить четыре точки эллипса. Приняв за центры фокусы F и F₁, делают засечки радиусами R₁ и R₂, равными расстояниям от точки A до произвольной точки (например G) и от точки B до той же точки. Соединяя построенные точки плавной кривой с помощью лекал, получают эллипс.

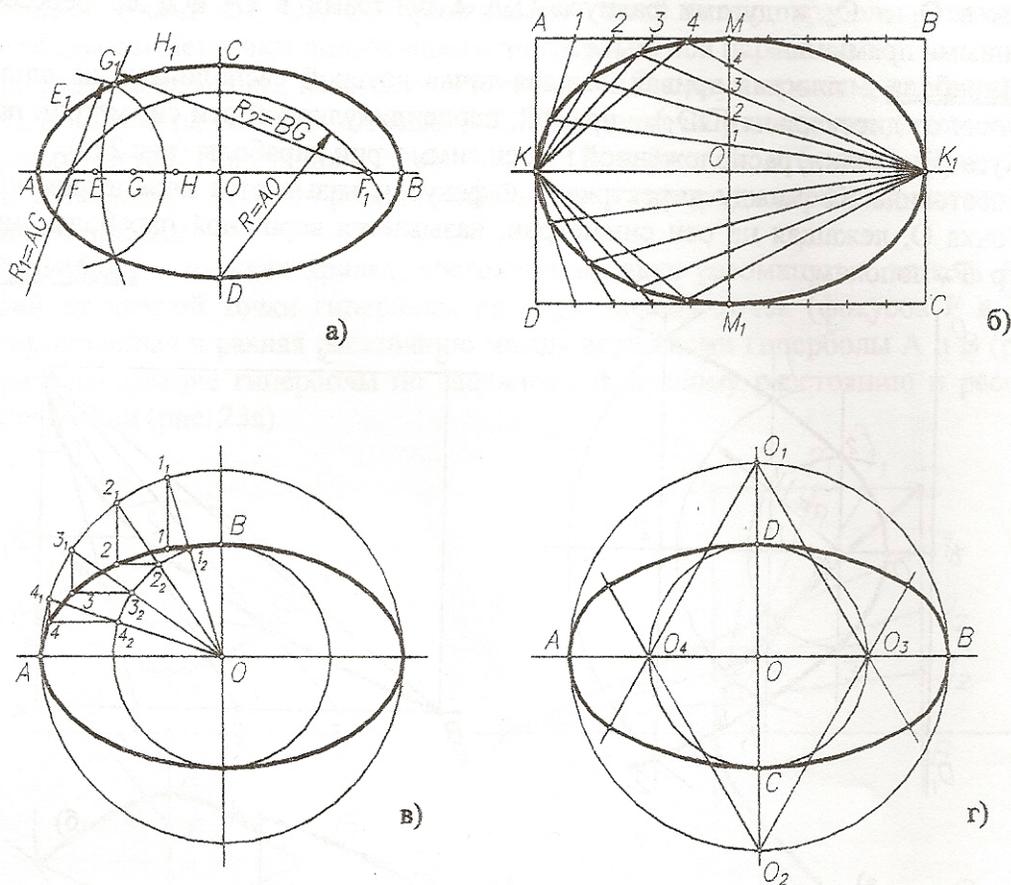


Рис. 21. Построение эллипса и овала по осям:

а – первый способ; б – второй способ; в – третий способ; г – построение овала

Второй способ (рис. 21б). Строят прямоугольник ABCD, стороны которого равны осям эллипса. Отмечают середины сторон (точки M, M₁, K и K₁). Строят оси эллипса (MM₁ и KK₁). Отрезки AM и OM делят на равное количество равных частей, например, 5. Точки деления нумеруют от точки A (отрезок AM) и от точки O (отрезок OM). Через точку K₁ и точки деления отрезка OM проводят прямые до пересечения с прямыми, соединяющими точку K с точками деления отрезка AM. Точки пересечения прямых, проходящих через одноименные точки деления, принадлежат эллипсу.

Третий способ (рис. 21в). Из центра эллипса (O) проводят две окружности, радиусы которых равны большой (OA) и малой (OB) полуосям эллипса. Из точки O проводят

пучок лучей до пересечения с построенными окружностями в точках $1_1, 2_1, 3_1, 4_1 \dots$ и $1_2, 2_2, 3_2, 4_2 \dots$. Из точек $1_1, 2_1, 3_1, 4_1 \dots$ проводят прямые, параллельные малой оси эллипса, а из точек $1_2, 2_2, 3_2, 4_2 \dots$ – прямые, параллельные большой оси. Пересечения соответствующих пар этих прямых определяют ряд точек $(1, 2, 3, 4 \dots)$, соединяя которые плавной кривой, получают эллипс.

Овал (рис. 21г). При соотношении длин осей эллипса, равно $\sqrt{3}$, например, при построении изометрической проекции окружности, эллипс может быть заменен овалом, который является циркульной кривой. Большая ось равна $1,22D$, а малая – $0,71D$, где D – диаметр окружности, изображаемой в изометрии.

Из центра овала (точка O) проводят окружность радиусом OA , равно большой полуоси, до пересечения с продолжением малой оси в точках O_1 и O_2 и окружность радиусом OD , равно малой полуоси, до пересечения с большой осью в точках O_3 и O_4 . Проводят прямые O_1O_4, O_2O_4, O_1O_3 и O_2O_3 . Овал обрисовывается дугами радиуса O_2C с центрами в O_1 и O_2 и дугами радиуса O_4A с центрами в O_3 и O_4 до пересечения с построенными прямыми.

Парабола – плоская кривая, каждая точка которой расположена на одинаковых расстояниях от директрисы (DD_1) – прямой, перпендикулярной оси симметрии параболы и от фокуса (F) – точки, расположенной на оси симметрии параболы (рис 22а).

Расстояние KF между директрисой и фокусом называется параметром « P » параболы. Точка O , лежащая на оси симметрии, называется вершиной параболы, она делит параметр « P » пополам.

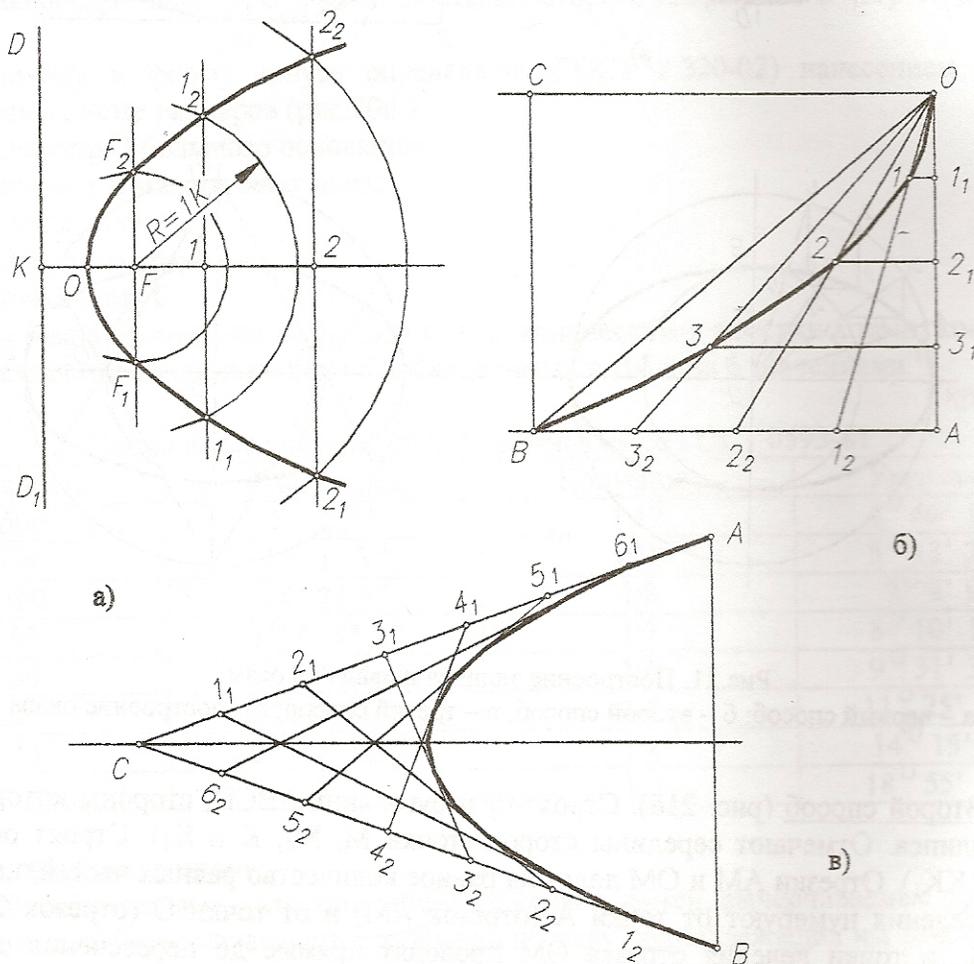


Рис. 22. Построение параболы: а – по заданному параметру P ; б – по вершине, оси и точке; в – касательной к двум прямым

Для построения параболы по заданной величине параметра « P » (рис. 22а) проводят ось симметрии параболы и откладывают отрезок $KF = P$. Через точку K перпендикулярно

оси симметрии проводят директрису DD_1 . Отрезок KF делят пополам и получают вершину параболы точку O . От вершины O вниз на оси симметрии намечают ряд произвольных точек, например, $1, 2, \dots$, с постоянно увеличивающимся расстоянием между ними. Через эти точки проводят вспомогательные прямые, перпендикулярные оси симметрии параболы. На вспомогательных прямых из фокуса F делают засечки радиусом, равным расстоянию от вспомогательной прямой до директрисы. Например, из точки F как из центра делают засечку дугой $R_1 = FK$ на вспомогательной прямой, проходящей через точку 1 . Полученные точки 1_1 и 1_2 принадлежат параболе.

Если требуется построить параболу по заданной вершине O , оси OC и точке B , принадлежащей параболе, то строят вспомогательный прямоугольник $ABCO$ (рис. 22б). Стороны прямоугольника AB и AO делят на равные части и точки деления нумеруют. Горизонтальный ряд делений соединяют лучами с вершиной O , а через точки делений, расположенные на вертикальном отрезке AO , проводят прямые линии, параллельные оси параболы OC . Точки E, F, M пересечения горизонтальных прямых $1_1, 2_1, 3_1 \dots$ с соответствующими лучами $O1, O2, O3$ принадлежат одной ветви параболы. Точки другой ветви параболы симметричны полученным относительно оси параболы.

Построение параболы, касательной в точке A и B к двум прямым, пересекающимся в точке C , показано на рис. 22в. Отрезки AC и BC делят на одинаковое число (например семь) равных частей. Полученные точки 1_1 и $1_2, 2_1$ и $2_2, \dots 6_1$ и 6_2 соединяют прямыми линиями. С помощью лекала проводят огибающую кривую – параболу, касательную к проведенным прямым.

Гипербола – плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых ветвей. Разность расстояний от каждой точки гиперболы до двух данных точек (фокусов F и F_1) есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами гиперболы A и B (рис. 23а). Рассмотрим построение гиперболы по заданному фокусному расстоянию и расстоянию между вершинами (рис. 23а).

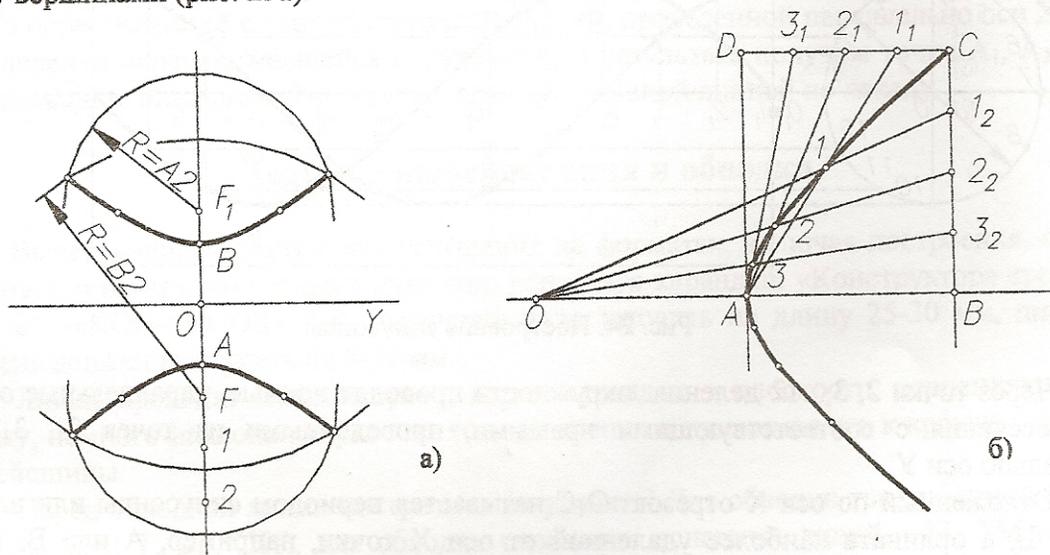


Рис. 23. Построение гиперболы: а – по заданному фокусному расстоянию; б – по положению вершины и одной из точек

Проводим действительную ось гиперболы – прямую линию. На оси отмечаем точки F и F_1 – фокусы гиперболы, расстояние между ними равно заданному.

Разделив фокусное расстояние FF_1 пополам, получаем точку O – центр гиперболы, от которой в обе стороны на оси откладываем по половине заданного расстояния между вершинами – находим положение точек A и B (вершины гиперболы).

Вниз от фокуса F намечаем ряд произвольных точек, например, $1, 2, 3 \dots$ с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Из фокуса описывают дугу вспомогательной окружности радиусом R , равным, например, расстоянию от вершин

гиперболы В до точки 2. Из фокуса F_1 проводят вторую дугу вспомогательной окружности радиусом r , равным расстоянию от вершины А до точки 2. На пересечении этих дуг находят точки, принадлежащие гиперболе.

Таким же способом находят остальные точки гиперболы.

Вторую ветвь гиперболы строят аналогичным образом.

Обе ветви гиперболы расположены симметрично относительно мнимой оси OY , что может быть использовано при вычерчивании второй её ветви, когда одна из ветвей уже построена по точкам.

Если задана вершина А и точка С, принадлежащая одной из ветвей гиперболы, то в этом случае построение выполняется следующим образом (рис.236).

Из точки С опускают перпендикуляр на направление действительной оси АВ гиперболы и строят прямоугольник ABCD. Стороны CD и CB прямоугольника делят на одинаковое количество (например, четыре) равных частей. Откладывают на оси гиперболы отрезок $OA = AB$ и проводят два пучка лучей: из точки А к точкам деления $1_1, 2_1, 3_1$ и из точки О – к точкам $1_2, 2_2, 3_2$. Пересечением одноименных лучей пучков получают точки 1, 2, 3, принадлежащие гиперболе.

Синусоида – плоская кривая, изображающая изменение синуса в зависимости от изменения его аргумента – угла α .

Построение синусоиды по заданному диаметру d производящей окружности показано на рис. 24.

Из произвольной точки О описывают окружность заданного диаметра d и наносят оси координат: ось Х проводят через центр окружности, а ось Y располагают в стороне от нее. По оси Х вправо от точки О откладывают отрезок (O_1C) равный длине окружности πd . Затем окружность и отрезок O_1C делят на одинаковое количество равных частей, например, 12.

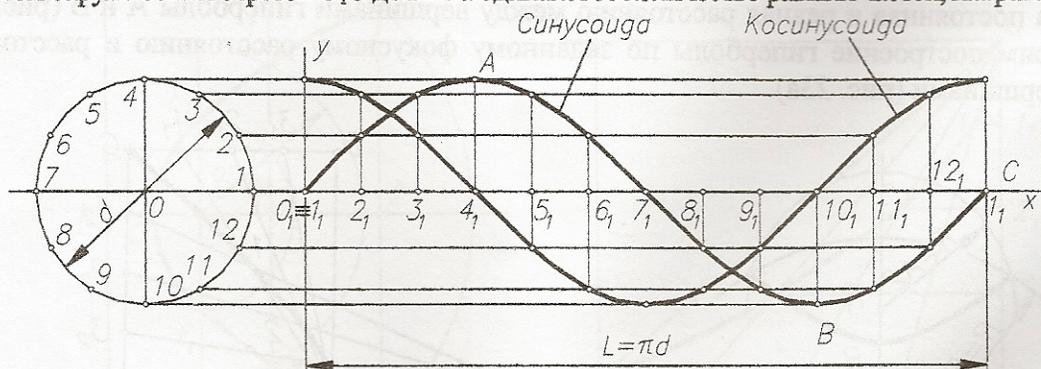


Рис. 24. Построение синусоиды

Через точки 2, 3,...12 деления окружности проводят прямые, параллельные оси Х, до пересечения с соответствующими прямыми, проведенными из точек $2_1, 3_1, \dots, 12_1$ параллельно оси Y.

Отложенный по оси Х отрезок O_1C называется периодом синусоиды или длиной волны L , а ордината наиболее удаленной от оси Х точки, например, А или В, носит название амплитуды синусоиды.

Если длина волны $L > \pi d$, то синусоида называется вытянутой или удлиненной, если $L < \pi d$ – укороченной.

Косинусоида имеет тот же вид, что и синусоида, но сдвинута относительно её на четвертую часть периода, то есть на $\pi/2$ (рис. 24).

Циклоида. Если на окружности, катящейся без скольжения по прямой, отметить точку А, то эта точка будет перемещаться по кривой, называемой циклоидой.

На рис. 25 показано построение циклоиды по заданному диаметру d производящей окружности. Из центра О проводят окружность заданным диаметром d , затем делят её на несколько равных частей, например восемь. Откладывают вправо от точки А по оси Х

отрезок AA_7 , равный длине окружности πd и делят отложенный отрезок также на восемь равных частей (точки $1_1, 2_1, \dots, 8_1$). Из точек деления отрезка AA_7 проводят линии, параллельные оси Y , а из точек деления окружности $1, 2, \dots, 5$ — линии параллельные оси X .

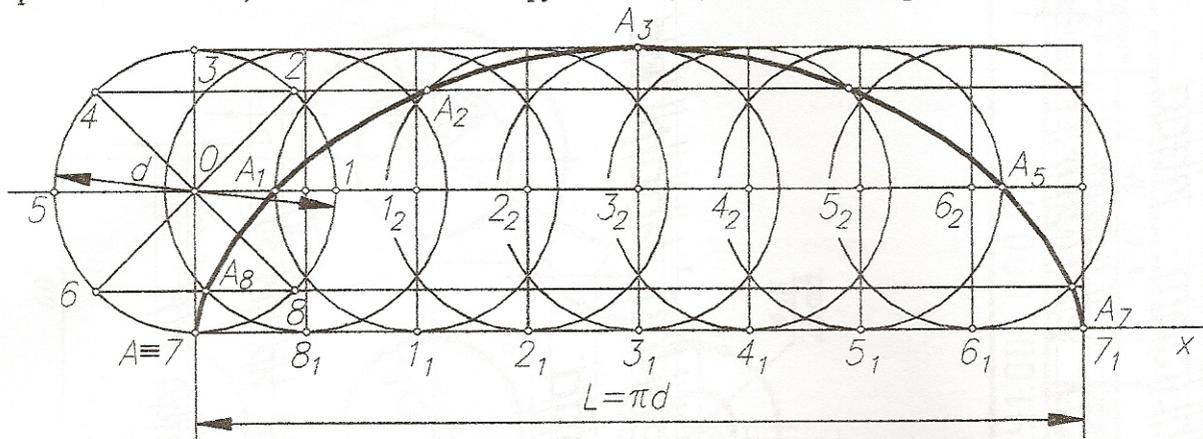


Рис. 25. Построение циклоиды

До начала перекачивания производящей окружности по прямой AA_7 точка A находится непосредственно под центром окружности. После того, как окружность перекатится вправо на одно деление, её центр переместится из точки O в точку 1_2 и окажется над точкой 1_1 , а исходная точка A , перекатившись на $1/8$ часть окружности, поднимется на одно деление вверх и займет положение, отмеченное точкой A_1 . После того, как окружность перекатится на два деления, её центр разместится в точке 2_2 над точкой 2_1 , а точка A займет положение, отмеченное точкой A_2 и т.д.

Таким образом, для построения циклоиды из каждого нового положения центра перемещающейся окружности, то есть точек $1_2, 2_2, \dots, 8_2$ следует описывать дугу радиуса $R = d/2$ до пересечения её с соответствующей линией, проведенной параллельно оси X через точки деления перекачиваемой окружности. В результате получим точки A_1, A_2, \dots, A_8 , принадлежащие циклоиде. Эти точки соединяют плавной линией по лекалу.

Техника вычерчивания и обводка

Вычерчивание всех элементов задания на форматах, включая построения, следует выполнять тонкими, но четкими линиями, используя карандаш «Конструктор» твердости Т или 2Т («КОН-1-НООР» ЗН). Карандаш надо заточить на длину 25-30 мм, пишущий стержень должен выступать на 8-10 мм.

Линии проводят слева направо, держа карандаш в плоскости, перпендикулярной чертежу, немного наклоняя вправо по ходу движения и прижимая его к кромке угольника или рейшины.

Перед обводкой линии построения не удалять! Для обводки тонких линий необходим карандаш Т, 2Т, (2Н), для обводки сплошных основных линий — М, ТМ (В, НВ). Циркуль при обводке сплошных основных линий должен быть заправлен пишущим стержнем, на номер мягче, выбранного для обводки прямых линий. Для обводки надписей рекомендуется применять карандаши М или ТМ (В, НВ), заточенные на конус.

Порядок обводки чертежа.

1. Обвести все осевые и центровые линии.
2. Обвести контуры фигур. Сначала обводят окружности, дуги окружностей и лекальные кривые, затем проводят горизонтальные, вертикальные и наклонные линии.
3. Обвести все выносные и размерные линии и выполнить штриховку.
4. Начертить стрелки и обвести от руки дуги очень маленьких радиусов (до 2 мм).
5. Обвести цифры и надписи. Сетка не стирается и не обводится.
6. Обвести рамку сплошной основной линией (S).

Московский государственный университет леса

Кафедра начертательной геометрии и графики

РАБОТЫ

по начертательной геометрии и инженерной графике

за I семестр 2006-2007 учебного года

Преподаватель

Иванов К.П.

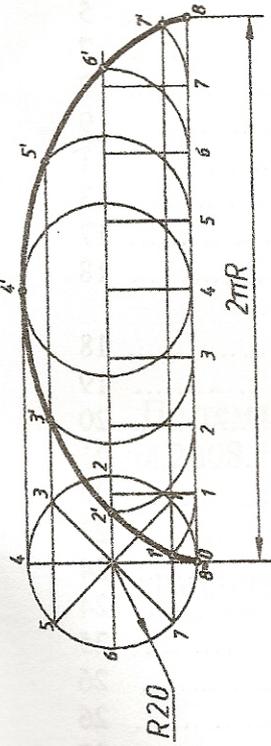
Студент гр ДМ-11

Петров М.Н.

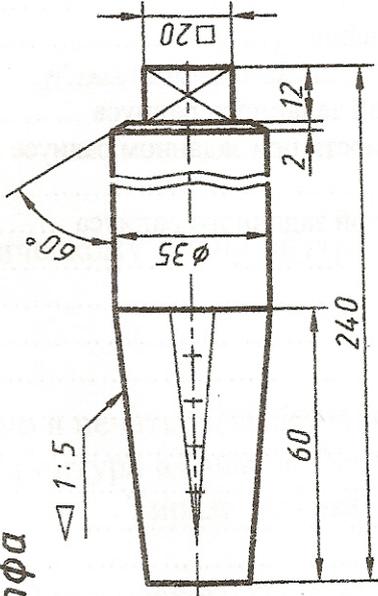
Иванов

У1.006.000.001

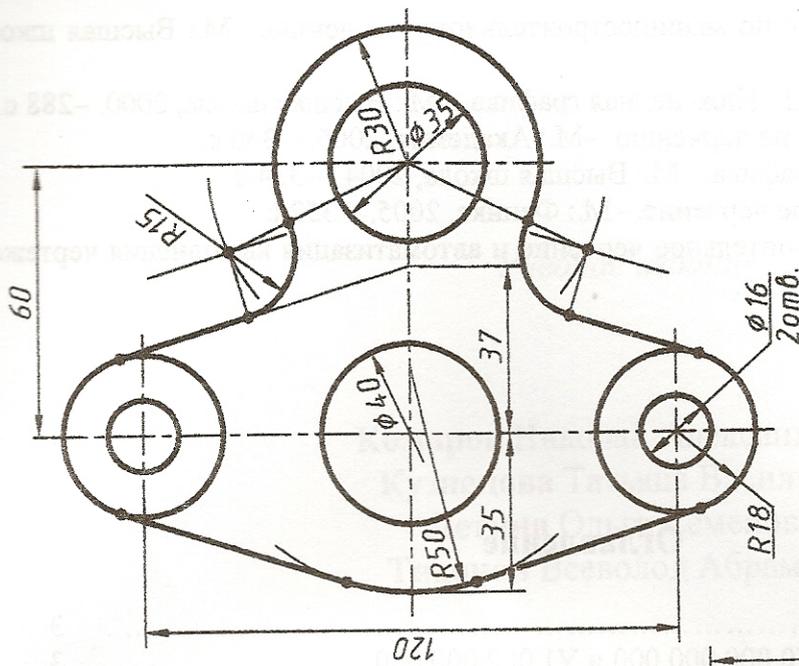
Циклоида



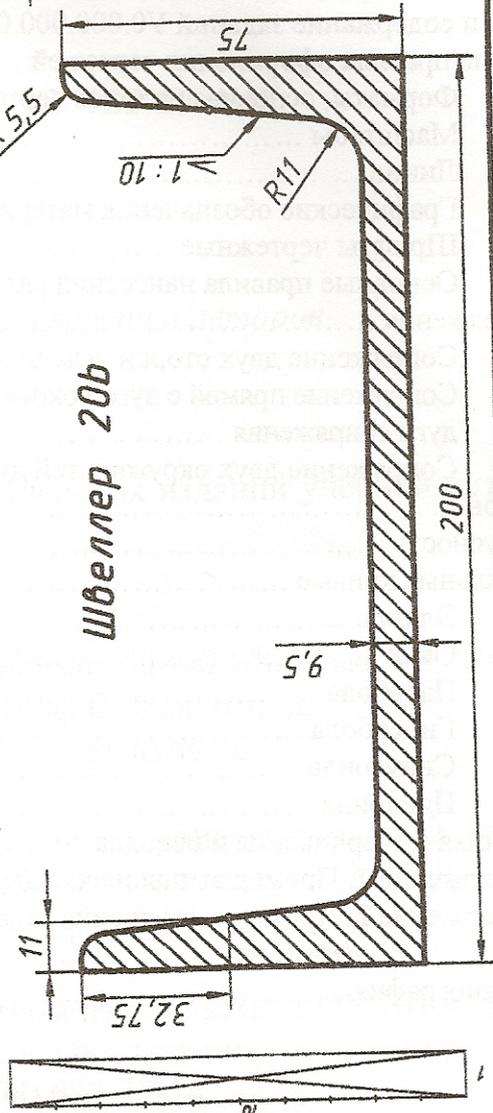
Цапфа



Планка



Швеллер 20б



У1.006.000.001

Чертил	Иванов А.Б.	Геометрическое черчение	Масштаб	1:1
Проверил	Петров В.Г.		Лист	1
Принят		МУЛ ДМ-11		

Библиография

1. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. –М.: Высшая школа, 2003. – 493 с.
2. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Инженерная графика. –М.: Высшая школа, 2000. –288 с.
3. Чекмарев А.А. Справочник по черчению. –М.: Академия, 2005. – 336 с.
4. Лагерь А.И. Инженерная графика. –М.: Высшая школа, 2004. – 334 с.
5. Чумаченко Г.В. Техническое черчение. –М.: Феникс, 2005. – 352 с.
6. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. –М.: Высшая школа, 2006. – 435 с.

Оглавление

Организация работы	3
Цель и содержание заданий У0.000.000.000 и У1.000.000.000	3
Общие правила оформления чертежей	4
Форматы, основная надпись чертежа	5
Масштабы	7
Линии	7
Графические обозначения материалов	9
Шрифты чертежные	11
Основные правила нанесения размеров	13
Сопряжения	17
Сопряжение двух сторон угла дугой заданного радиуса	18
Сопряжение прямой с дугой окружности при заданном радиусе дуги соприжения	18
Сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса	19
Уклон	20
Конусность	21
Лекальные кривые	22
Эллипс	23
Овал	24
Парабола	24
Гипербола	25
Синусоида	26
Циклоида	26
Техника вычерчивания и обводка	27
Приложение 1. Пример выполнения задания У0.000.000.000 «Титульный лист»..	28
Приложение 2. Пример выполнения задания У1.000.000.000 «Геометрическое черчение»	29
Библиография	30