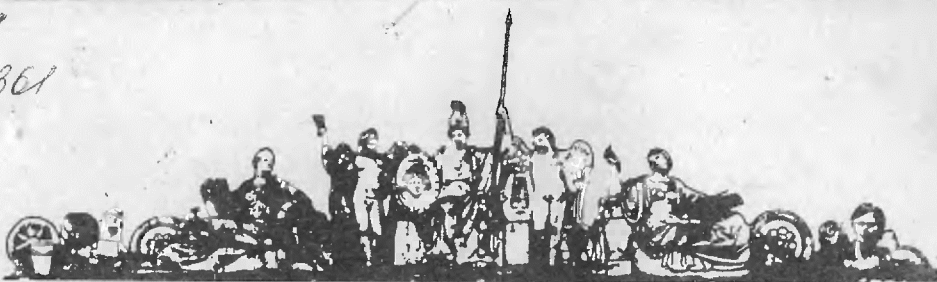


51
Г-361



Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Методические указания

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана



УДК 744.43
ББК 30.11
Г36

Рецензент *С.Г. Андреев*

Геометрические построения: Методические указания / И.А. Никитина-Г36 на, В.М. Марков, В.И. Гусев, М.А. Скороходова; Под ред. В.М. Маркова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 32 с.: ил.

ISBN 5-7038-2556-3

В методических указаниях приведены основные положения стандартов ЕСКД (3-й группы), сформулированы требования к выполнению задания, рекомендована рациональная последовательность работы, даны алгоритмы решения важнейших задач на построение сопряжений и другие методические рекомендации.

Для студентов первого курса всех факультетов и специальностей университета.

Ил. 18. Табл. 3. Прил. 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 744.43
ББК 30.11

Нина Анатольевна Никитина
Владимир Модестович Марков
Виктор Иванович Гусев
Маргарита Алексеевна Скороходова

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Методические указания

Редактор *С.А. Серебрякова*
Корректор *И.Е. Мелетьева*
Компьютерная верстка *В.И. Товстоногов*

Подписано в печать 15.07.2004. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Печ. л. 2,0. Усл. печ. л. 1,86, Уч.-изд. л. 1,61.

Тираж 1500 экз. Изд. № 58. Заказ 167

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.

105005, Москва, 2-я Бауманская, 5.

ISBN 5-7038-2556-3

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004

ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Цель данного задания — помочь студентам в изучении некоторых правил выполнения чертежей и другой конструкторской документации, изложенных в стандартах единой системы конструкторской документации (ЕСКД):

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 графические материалов и правила их нанесения на чертежах.

ГОСТ 2.307–68. Нанесение размеров и предельных отклонений.

Работа по выполнению задания служит также для повторения основ геометрических построений и совершенствования навыков чертежной работы, приобретенных в средней школе. Задание предусматривает (рис. 1):

а) изучение элементов чертежного шрифта, нанесение некоторых надписей и вычерчивание фигуры, содержащей различные типы линий;

б) вычерчивание фигуры (типа «Плоский контур») с построением сопряжений.

Задание на построение сопряжений носит индивидуальный характер, остальное задание — общее для всех студентов.



ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Задание выполняют карандашом на листе чертежной бумаги формата А3 (о форматах см. ниже), строго соблюдая последовательность работы, установленную на кафедре и изложенную в данных методических указаниях. На каждом аудиторном занятии студент обязан представить преподавателю работу для обсуждения и контроля последовательности ее выполнения.

Все надписи и размерные числа должны быть нанесены чертежным шрифтом. Все элементы задания вычерчиваются тонкими линиями с последующей обводкой карандашом. Для обводки чертежа студент должен получить специальное разрешение преподавателя. Переделка листа, как правило, не разрешается.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить перечисленные выше стандарты и проработать настоящие методические указания. Ниже приведены рекомендации по организации графической работы над заданием. Вся работа разбита на ряд этапов. Этап — это объем работы, подлежащий выполнению студентом от одной встречи с преподавателем до другой. Выполнение каждой графической работы (и данной, и всех последующих) по этапам, с одной стороны, позволяет рационально планировать весь объем работы, с другой — оптимально дозировать учебный материал и регулярно контролировать его усвоение.

Работу по каждому из этапов студент должен представлять преподавателю для обсуждения. Приступать к выполнению следующего этапа можно только после соответствующего разрешения преподавателя.

Этап 1. На черновом листе (ватман формата А4) вычертить тонкими линиями пример на сопряжения с выполнением всех построений — определением и указанием центров сопряжения, точек сопря-

жения (касания) и написать шрифтом № 10 по полной сетке заголовки («Линии по ГОСТ 2.303–68», «Контур»), шрифтом № 5 по упрощенной сетке — наименование какой-либо линии, шрифтом № 3, 5 — цифры 0–9, фамилию и индекс группы студента.

На чистовом листе формата А3 тонкими линиями вычертить внешнюю и внутреннюю рамки формата, графы основной надписи, а также основные оси изображений.

Этап 2. На черновом листе обвести построенный пример на сопряжения. На чистовом листе тонкими линиями снова вычертить со всеми построениями примеры сопряжений с нанесением выносных и размерных линий, вычертить тонкими линиями пример изучения типов линий и на всем чертеже выполнить сетку для надписей и размерных чисел.

Этап 3. На чистовом листе тонкими линиями вписать в заготовленную сетку все надписи и размерные числа.

Этап 4. Обвести чистовой лист.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕРТЕЖНОЙ РАБОТЫ

Для выполнения данного и последующих заданий по инженерной графике необходимы следующие чертежные инструменты и принадлежности:

- доска чертежная размером 1000 × 650 × 20 мм;
- чертежный прибор или рейсшина;
- бумага чертежная;
- готовальня;
- линейка чертежная со скошенными краями;
- угольники чертежные: один — с углами 45°, другой — 30 и 60°;
- лекала различной кривизны;
- карандаши различной твердости (от 3Т до М); для заточки карандашей нужны перочинный ножик и тонкая шлифовальная бумага (шкурка);
- мягкий ластик для карандаша;
- кнопки.



Одна сторона чертежной бумаги шероховатая, другая — гладкая. Чертить следует на гладкой стороне.

Во время работы нужно оставлять открытой только ту часть листа, на которой проводятся построения. Остальная часть листа во избежание загрязнения должна быть закрыта чистой бумагой.

ФОРМАТЫ

Согласно ЕСКД (ГОСТ 2.301-68. Форматы) чертежи выполняют с соблюдением стандартных форматов. Форматы чертежей — это размеры листов чертежей и других конструкторских документов, установленные для всех отраслей промышленности и строительства. Стандартизация форматов позволяет унифицировать оборудование для производства чертежной бумаги и других носителей, размеры чертежных столов (приборов) и досок, оборудование для изготовления, размножения и хранения документов.

При образовании основных форматов использованы следующие принципы:

отношение длин сторон форматов — величина постоянная;

каждый последующий формат получают делением предыдущего пополам параллельно его меньшей стороне (рис. 2);

площадь основного формата А0 равна 1 м².

Из первых двух условий нетрудно определить отношение сторон формата:

$$a_i/b_i = b_i/(a_i/2); \rightarrow a_i/b_i = \sqrt{2}.$$

Для определения размеров формата А0 имеем систему уравнений:

$$a_0/b_0 = \sqrt{2};$$

$$a_0b_0 = 1,$$

откуда получаем

$$a_0 = \sqrt[4]{2} \approx 1,118; \quad b_0 = 1/\sqrt[4]{2} \approx 0,841.$$

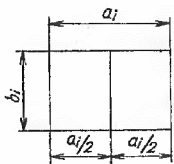


Рис. 2

Форматы листов определяются размерами внешней рамки чертежа.

Обозначения и размеры сторон основных форматов приведены ниже:

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148 × 210 мм. Кроме указанных основных форматов существуют дополнительные форматы (подробнее см. ГОСТ 2.301-68).

Задание на геометрические построения выполняют на листе формата А3. На листе бумаги наносят тонкими линиями внешнюю рамку формата, сплошной толстой линией — внутреннюю рамку, а также вычерчивают графы основной надписи (рис. 3). На формате А3 основную надпись можно располагать двумя способами (рис. 4), на формате А4 — только вдоль короткой стороны (при выполнении данного задания основную надпись располагают по типу рис. 4, а).

МАСШТАБЫ

ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» устанавливает следующие термины:

масштаб: отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре;

масштаб натуральной величины: масштаб с отношением 1:1;

масштаб увеличения: масштаб с отношением, большим, чем 1:1 (2:1 и т. д.);

масштаб уменьшения: масштаб с отношением, меньшим, чем 1:1 (1:2 и т. д.).

Стандарт устанавливает ряд масштабов (ниже соответствующая таблица стандарта приведена не полностью):

Масштабы уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20
Натуральная величина	1:1						
Масштабы увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1



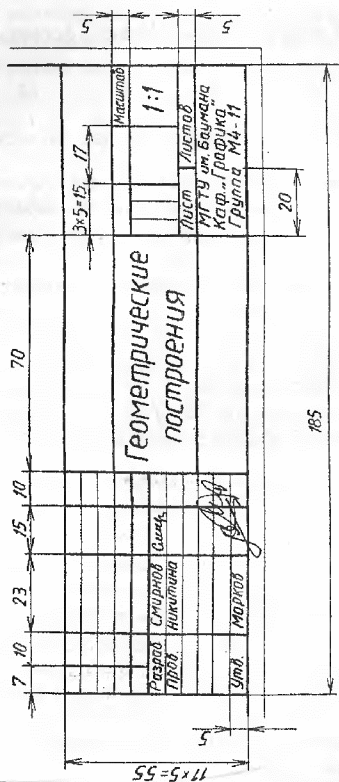
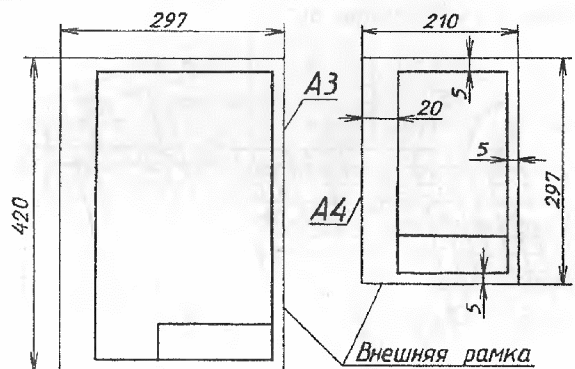


Рис. 3



а)



б)

в)

Рис. 4

Масштаб, указываемый на поле чертежа или в предназначенной для этого графе основной надписи, следует обозначать по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т. д.



На чертежах наносят действительные размеры изображаемого предмета независимо от применяемого масштаба.

ВЫПОЛНЕНИЕ НАДПИСЕЙ

Все надписи на чертежах выполняют шрифтами, установленными ГОСТ 2.304–81. В стандарте дано начертание букв русского и некоторых других алфавитов, а также цифр и различных знаков на сетке с ячейкой в виде параллелограмма.

Размер шрифта h — величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах. Высота прописных букв измеряется перпендикулярно к основанию строки. Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отростков k) к размеру шрифта h , например, $c = (7/10)h$ (рис. 5).

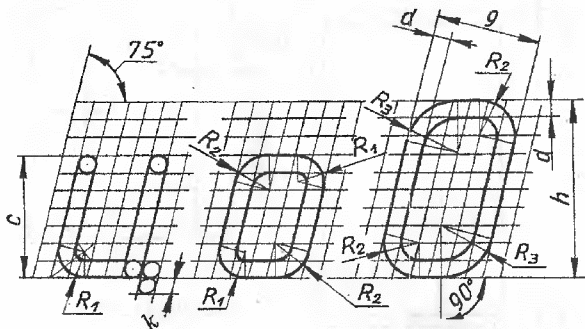


Рис. 5

Ширина буквы g — наибольшая ширина буквы, измеренная в соответствии с рис. 5.

Толщина линий шрифта d — толщина, определенная в зависимости от типа и высоты шрифта.

Вспомогательная сетка — сетка, образованная вспомогательными линиями, в которую вписываются буквы. Шаг вспомогательной сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта d .

Стандарт предусматривает следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Установлено четыре типа шрифтов русского алфавита. Настоящее пособие знакомит с начертанием принятого на кафедре шрифта типа Б с наклоном (параметры шрифта см. в табл. 1).

Таблица 1

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	
Высота строчных букв	c	$(7/10)h$	$7d$
Расстояние между буквами	a	$(2/10)h$	$2d$
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10)h$	$17d$
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10)h$	$6d$

По особенностям начертания прописные и строчные буквы русского алфавита можно разделить на четыре группы:

- 1) буквы, образованные прямолинейными элементами (рис. 6);
- 2) буквы, построенные на базе буквы «и» (рис. 7);
- 3) буквы, образованные сочетанием прямолинейных элементов и элементов букв «О», «о» (рис. 8);
- 4) буквы, построенные на базе букв «О», «о» (рис. 9).

При написании букв дуги окружностей проводят от руки.

Расстояние между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, ГА, ТА), может быть уменьшено на половину, т. е. на толщину d линии шрифта.

Конструкция арабских цифр показана на рис. 10, некоторых символов и математических знаков — на рис. 11.

Надписи, выполняемые шрифтами № 10, 7, 5 и 3,5, можно вписывать в упрощенную сетку, состоящую из параллелограммов, ограничивающих высоту и ширину букв и цифр (см., например, рис. 15).



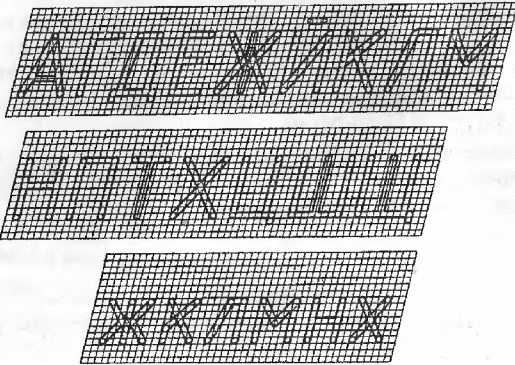


Рис. 6

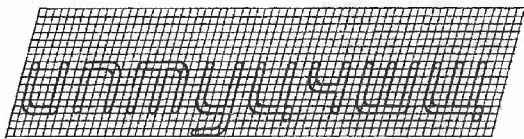


Рис. 7

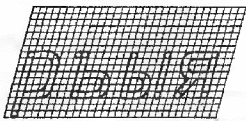
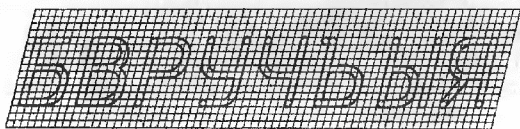


Рис. 8

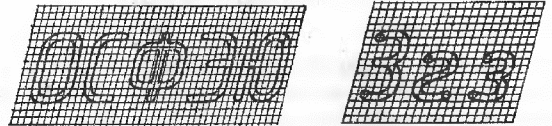


Рис. 9

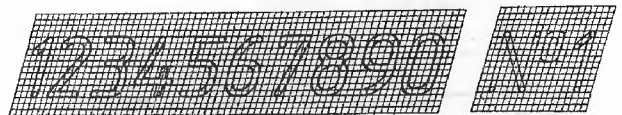
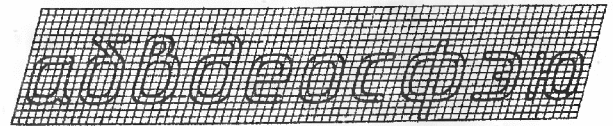


Рис. 10



Рис. 11



ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЛИНИЙ

ГОСТ 2.303-68 устанавливает наименование, начертание и основное назначение линий на чертежах. В табл. 2 показаны линии, наиболее часто встречающиеся при выполнении чертежей в курсе инженерной графики.

Таблица 2

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии*
Сплошная толстая основная		$s = 0,5 \dots 1,4 \text{ мм}$ (0,8...1,0)
Сплошная тонкая		(0,3...0,4)
Сплошная волнистая		(0,3...0,4)
Сплошная тонкая с изломом		$(1/3 \dots 1/2)s$ (0,3...0,4)
Штриховая		(0,4...0,5)
Штрихпунктирная тонкая		(0,3...0,4)
Штрихпунктирная утолщенная		$(1/2 \dots 2/3)s$ (0,4...0,5)
Разомкнутая		$(1 \dots 1,5)s$ (1,4)

*В скобках справа указаны параметры и толщина линий, рекомендуемые кафедрой при выполнении чертежей по инженерной графике.

Толщину основной линии s выбирают в зависимости от формата чертежа, величины и сложности изображения. Она должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одинаковом масштабе. Наименьшую толщину линий на чертежах, выполненных карандашом, стандарт устанавливает равной 0,3 мм.

Штрихи в штриховых и штрих-пунктирных линиях следует делать одинаковой длины, промежутки между ними — равными. В штрихпунктирных линиях между длинными штрихами должны проводиться штрихи малой длины (не точки). Штриховые и штрих-пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Разомкнутая линия показывает на чертеже положение секущей плоскости. На начальном и конечном штрихах, которые не должны пересекать контур соответствующего изображения, следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки ставят на расстоянии 2...3 мм от внешнего конца штриха (рис. 12).

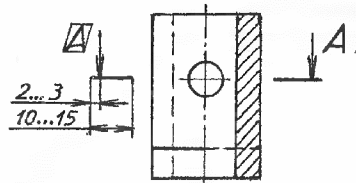
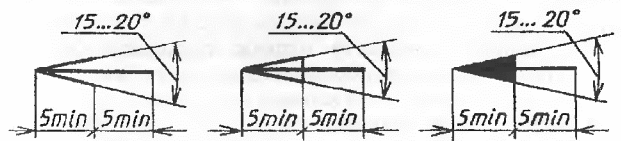


Рис. 12



ВЫПОЛНЕНИЕ ШТРИХОВКИ

При выполнении разрезов и сечений необходимо штриховать фигуры, полученные при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью. Штриховку на чертежах наносят согласно ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах». В чертежах данного задания штриховку необходимо выполнять как указано в стандарте для металла. Наклонные параллельные линии штриховки нужно проводить под углом 45° к линиям контура изображения, его оси или линиям рамки чертежа. Расстояние между линиями штриховки составляет $2 \dots 3$ мм (по стандарту $1 \dots 10$ мм).

ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ

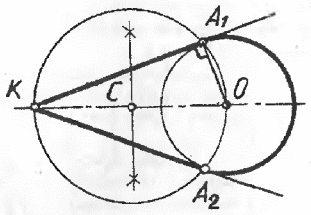
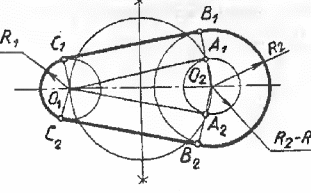
Многие машиностроительные детали представляют собой тела вращения и ограничены поверхностями, плавно переходящими друг в друга. Поэтому при выполнении чертежей подобных деталей часто требуется вычертить контуры, состоящие из отрезков прямых линий и дуг окружностей, плавно переходящих друг в друга. Такие переходы одних линий в другие носят название сопряжений.

В любой задаче на построение сопряжений необходимо различать сопрягаемые элементы и сопрягающие. Построение сопрягаемых элементов однозначно и полностью определено заданными на чертеже размерами. Вычерчивание сопрягающего элемента связано с решением той или иной геометрической задачи на построение и основано на положениях геометрии о множествах точек на плоскости, о прямых, касательных к окружностям, и сопрягающихся окружностях.

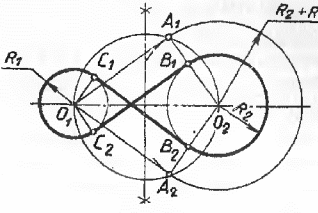
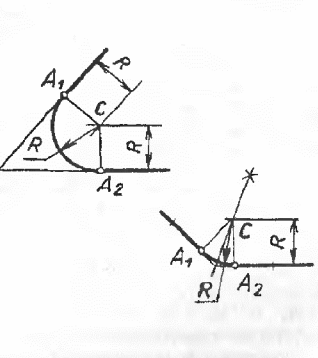
При вычерчивании сопряжений необходимо построить центр сопрягающей дуги и точки сопряжения, т. е. общие точки, в которых осуществляется плавный переход одной линии в другую. Если сопрягаются дуга окружности и прямая линия, то точка сопряжения находится в основании перпендикуляра, опущенного из центра сопрягающей дуги на прямую. Если сопрягаются две дуги окружностей, то точка сопряжения должна находиться на линии центров обеих дуг.

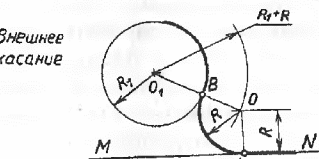
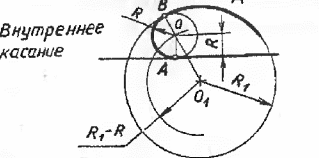
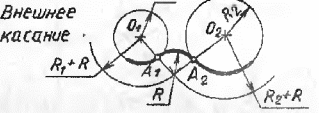
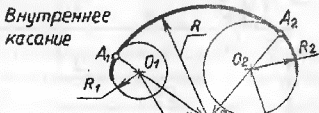

В табл. 3 даны примеры построения сопряжений, встречающихся при выполнении домашнего задания.

Таблица 3

Условия задачи и пояснения	Построения
<p>1. Построение касательной из точки K к окружности с центром в точке O.</p> <p>Отрезок KO разделить пополам. Из точки C как из центра провести вспомогательную окружность радиуса $R = KO/2$, которая пересечет заданную окружность в точках A_1 и A_2. Прямые KA_1 и KA_2 — касательные к заданной окружности (углы $KA_1O = KA_2O = 90^\circ$ как углы, вписанные в окружность и опирающиеся на ее диаметр).</p>	
<p>2. Построение внешней касательной к двум окружностям с центрами O_1 и O_2 ($R_1 < R_2$)</p> <p>Из центра O_2 провести вспомогательную окружность радиуса $R_3 = R_2 - R_1$. Из центра O_1 к ней провести касательную (см. задачу № 1) и определить вспомогательные точки касания A_1 и A_2. Провести прямые O_2A_1 и O_2A_2 до пересечения с заданной окружностью радиуса R_2; точки B_1 и B_2 — искомые точки касания. Из точки O_1 провести прямые, параллельные прямым O_2A_1 и O_2A_2, до пересечения с окружностью радиуса R_1; точки касания C_1 и C_2 — искомые. Прямые C_1B_1 и C_2B_2 — искомые касательные.</p>	



Условия задачи и пояснения	Построения
<p>3. <i>Построение внутренней касательной к двум окружностям с центрами в точках O_1 и O_2.</i> Точки касания B_1, B_2 и C_1, C_2 находят аналогично предыдущему примеру, с той разницей, что следует провести вспомогательную окружность радиуса $R_3 = R_2 + R_1$.</p>	
<p>4. <i>Сопряжение двух пересекающихся прямых дугой окружности радиуса R.</i> Провести две прямые, параллельные заданным и удаленные от них на расстояние R. Точка C пересечения этих прямых есть центр сопряжения. Из центра C опустить перпендикуляры на заданные прямые; точки A_1 и A_2 — точки сопряжения. Провести сопрягающую дугу A_1A_2. Если угол между сопрягающимися лучами более 150°, то для нахождения центра сопряжения целесообразно использовать биссектрису угла.</p>	

Условия задачи и пояснения	Построения
<p>5. <i>Сопряжение прямой MN и окружности радиуса R_1 дугой окружности радиуса R.</i> Из центра окружности O_1 провести вспомогательную дугу радиуса $R_3 = R_1 + R$. Провести прямую, параллельную MN и удаленную от нее на расстояние R. Точка O пересечения вспомогательной дуги и прямой — центр дуги сопряжения. Из центра O опустить перпендикуляр на заданную прямую; точка A — одна из точек сопряжения. Провести линию центров OO_1, на ее пересечении с заданной окружностью находится вторая точка сопряжения B. Провести сопрягающую дугу AB.</p>	<p><i>Внешнее касание</i></p>  <p><i>Внутреннее касание</i></p> 
<p>6. <i>Сопряжение двух окружностей радиусами R_1 и R_2 с центрами в точках O_1 и O_2 дугой окружности радиуса R.</i> Из центров O_1 и O_2 провести вспомогательные дуги (радиусы этих дуг указаны на соответствующих чертежах). Точка O пересечения этих дуг — центр сопряжения. Провести линии центров OO_1 и OO_2, на их пересечении с заданными окружностями находятся искомые точки сопряжения A_1, A_2.</p>	<p><i>Внешнее касание</i></p>  <p><i>Внутреннее касание</i></p>  <p><i>Смешанное касание</i></p> 



Задание на сопряжения выполняют на листе формата А3 справа (предварительно его выполняют на черновике — листе ватмана формата А4). Оно включает в себя вычерчивание заданной фигуры в масштабе 1:1 с обязательным построением центров сопрягающих дуг и точек сопряжения.

Чтобы успешно выполнить задание, нужно, во-первых, знать различные способы построения сопряжений прямых линий и дуг окружностей (см. табл. 3) и, во-вторых, уметь расчленив построение заданной фигуры на элементарные геометрические задачи и определить рациональную последовательность их решения.

В качестве примера рассмотрим порядок построения фигуры, изображенной на рис. 13.

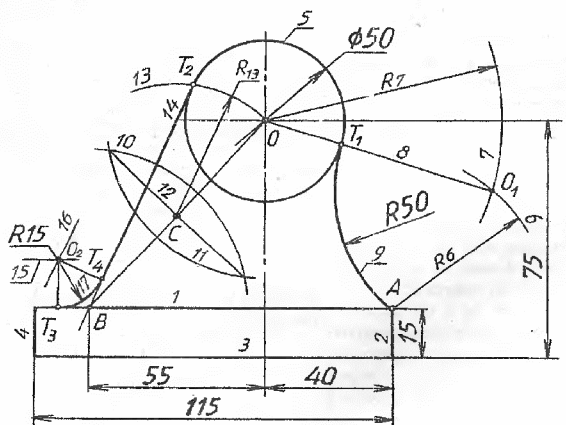


Рис. 13

В первую очередь следует вычертить все сопрягаемые элементы: отрезки прямых линий 1, 2, 3, 4, окружность 5 диаметром 50 мм. Очевидно, сопрягаемые элементы однозначно и полностью заданы имеющимися на чертеже размерами.

Затем можно построить дугу окружности $R50$ (справа), проходящую через точку A и сопрягающуюся с окружностью $\varnothing 50$. Для определения центра сопряжения O_1 нужно провести дугу окружности 6 радиусом $R_6 = 50$ мм с центром в точке A , дугу окружности 7 радиуса $R_7 = (25 + 50)$ мм. Проведя линию центров OO_1 (линия 8), получим точку сопряжения T_1 . Из центра O_1 проводим сопрягающую дугу AT_1 радиусом 50 мм (линия 9).

Чтобы выполнить сопряжение двух пересекающихся прямых дугой $R15$ (слева), нужно сначала построить прямую, проходящую через заданную точку B и касательную к окружности $\varnothing 50$. Для этого (см. табл. 5) соединяем точки B и O , делим отрезок OB пополам (дуги 10, 11, прямая 12), из середины отрезка (точка C) проводим вспомогательную окружность 13 радиуса $R_{13} = OB/2$ до пересечения с окружностью $\varnothing 50$ — получаем точку касания T_2 . Соединяя точки B и T_2 , строим искомую касательную (линия 14).

Наконец, можно выполнить и сопряжение линий 1 и 14 дугой $R15$; для определения центра сопряжения (точки O_2) проводим прямые 15 и 16, соответственно параллельные сопрягаемым линиям 1 и 14 и удаленные от них на расстояние 15 мм. Из точки O_2 опустим перпендикуляры на прямые 1 и 14, получим точки сопряжения T_3 и T_4 . Соединяем их дугой $R15$ (линия 17).

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Размерные числа служат основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов. При нанесении размеров следует соблюдать требования ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единиц измерения. Размерную линию ограничивают стрелками. Стрелки вычерчивают приблизительно одинакового размера на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 14. Для выполняемого задания (при толщине основной линии $z = 0,8 \dots 1$ мм, длина стрелок $l = 4 \dots 5$ мм. В месте нанесения стрелок линии прерываются.



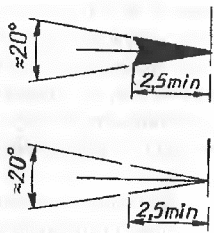


Рис. 14

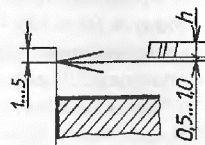


Рис. 15

Размерные числа следует наносить над размерной линией или ее продолжением, предпочтительно вне контура изображения (рис. 15). Выносные линии должны выходить за концы стрелок на 1...5 мм. Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны составлять 7 мм, между размерной линией и линией контура — 10 мм и быть выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Линии контура, осевые, центровые и выносные не допускается использовать в качестве размерных. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются.

При указании размеров радиуса или диаметра перед размерным числом наносят знаки R или \varnothing (рис. 16).

Если места для нанесения размерного числа или стрелок недостаточно, способы указания размеров определяются наибольшим удобством чтения чертежа (рис. 17).

Размерные числа на выполняемом чертеже наносят шрифтом размера 3,5; цифры вписывают в упрощенную сетку, как показано на рис. 15.

При вычерчивании некоторых фигур, например профилей прокатной стали, необходимо проводить прямые линии, направление которых задается с помощью уклона. Уклон — это мера наклона одной линии к другой. Он определяет тангенс угла между этими линиями и может быть задан отношением единицы к некоторому целому числу (например, 1:10, 1:100), а также в виде процентов (например, 10%) или другими способами. Для проведения прямой, направление которой задано уклоном, необходимо, чтобы на чертеже было указано

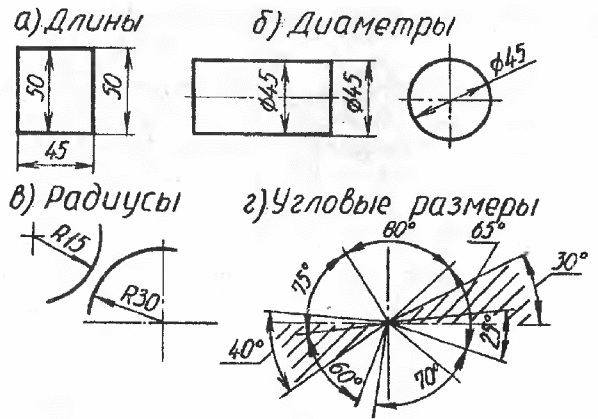


Рис. 16

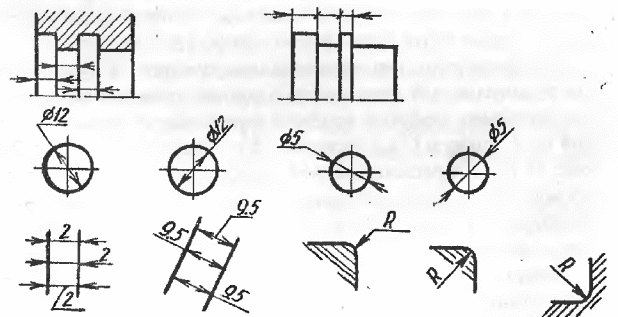


Рис. 17



ТЕХНИКА ВЫЧЕРЧИВАНИЯ И ОБВОДКИ

Вычерчивать задание на листе, включая все построения, следует тонкими, но четкими линиями, используя карандаш Т или 2Т. Для обводки тонких линий необходимы карандаши Т или 2Т, для обводки основных линий — Т или ТМ. Циркуль при обводке основных линий должен быть заправлен пишущим стержнем от карандаша, мягче выбранного для обводки прямых линий. Для обводки надписей следует применять карандаши М или ТМ.

Порядок обводки чертежа¹

1. Обвести все осевые и центровые линии.
2. Обвести все выносные и размерные линии и выполнить штриховку.
3. Начертить стрелки и обвести от руки дуги малых радиусов (до 1 мм).
4. Вписать в упрощенную сетку размерные числа.
5. Обвести надписи. Сетку под надписи обводить или стирать перед обводкой не следует. Буквы надписей, выполненных шрифтом No 10, можно обвести по контуру сплошной тонкой линией, внутри контура линии не затушевывать. Остальные надписи обводить одной сплошной линией соответствующей толщины.
6. Обвести контуры фигур. Сначала последовательно обводят окружности и дуги окружностей, затем обводят горизонтальные, вертикальные и наклонные линии.
7. Обвести рамки и основную надпись. Внешнюю рамку обводят толщиной $s/2$, внутреннюю — толщиной s .

¹Предложенный порядок обводки чертежа — один из возможных вариантов.

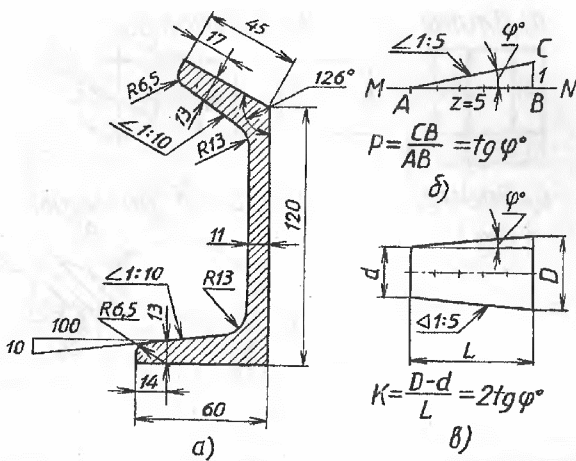


Рис. 18

положение какой-либо точки, принадлежащей этой прямой, а также была изображена линия, относительно которой задан уклон. На рис. 18, а такая точка задана размерами 14, 13.

Для проведения прямой по заданному уклону 1:К нужно построить прямоугольный треугольник с тем же отношением длин катетов. Например, требуется провести через точку А, лежащую на прямой MN, прямую СА с уклоном 1:5 по отношению к прямой MN (рис. 18, б). Для решения данной задачи на линии MN от точки А откладываем отрезок АВ длиной пять каких-либо единиц, на перпендикуляре к отрезку, проведенному из точки В, откладываем одну такую же единицу. Гипотенуза АС является искомой прямой.

Обозначают уклон специальным знаком «∠», причем пологую линии-выноски проводят параллельно той прямой, относительно которой задан уклон (см. рис. 18, а).

В чертежах иногда указывают значение конусности. Конусность s определяется как отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (рис. 18, в).

ПРИМЕРЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

1. Деление отрезка прямой пополам (рис. П1, а). Из концов отрезка AB как из центров проводим дуги окружностей одинакового радиуса ($R \approx 0,7AB$). Прямая, проходящая через точки пересечения этих дуг, перпендикулярна отрезку AB и делит его пополам.

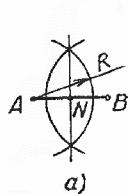


Рис. П1

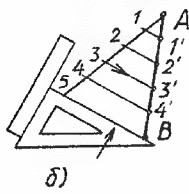
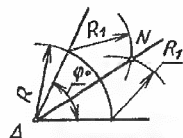


Рис. П2



2. Деление отрезка прямой на произвольное число частей (рис. П1, б). Через один из концов отрезка, например, через точку A проводим луч, составляющий с отрезком AB угол $40 \dots 70^\circ$. На этом луче от точки A откладываем равные отрезки произвольной длины столько раз, на сколько частей нужно разделить заданный отрезок AB . Последнюю точку (на рис. П1, б это точка 5) соединяем с точкой B . Через точки 4, 3, 2, 1 проводим прямые, параллельные прямой $5B$, они пересекут отрезок AB на соответствующее количество равных частей.

3. Построение биссектрисы угла (рис. П2). Из вершины угла проводим дугу произвольного радиуса R . Из точек пересечения дуги со сторонами угла проводим две дуги одинакового радиуса R_1 (величина этого радиуса выбирается с таким расчетом, чтобы дуги пересеклись примерно под прямым углом). Луч AN — искомая биссектриса.

4. Построение угла, равновеликого заданному (рис. П3). Допустим, что у искомого угла задана вершина B_1 и сторона B_1N_1 . Из вершин обоих углов проводим дуги окружностей одинакового радиуса

R (его выбирают произвольно). На искомом угле (справа) проводим дугу радиуса $R_1 = MN$ с центром в точке N_1 .

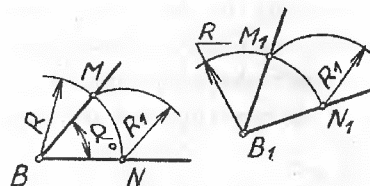


Рис. П3

5. Деление окружности на равные части (рис. П4). Деление окружности на 2, 3, 4, 6 и 8 частей элементарно и не требует дополнительных пояснений. Построения, позволяющие весьма точно разделить окружность на 5, 7 и 10 частей, приведены на рис. П4 (R_N — длина хорды, с помощью которой можно разделить окружность на N равных частей).

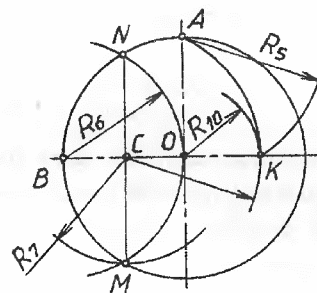


Рис. П4

6. Построение эллипса по заданным осям (рис. П5). Из центра эллипса O проводим две вспомогательные окружности, радиусы которых равны соответственно большой и малой полуосям эллипса. Точ-



ки A, B, C, D — вершины эллипса. Для построения промежуточной точки эллипса проводим через центр эллипса произвольный луч, например, OI ; через точку I проводим прямую, перпендикулярную большой оси эллипса, через точку I_0 — прямую, перпендикулярную малой оси. На их пересечении получим точку K , принадлежащую эллипсу (на рис. П5 окружности разделены на 12 равных частей).

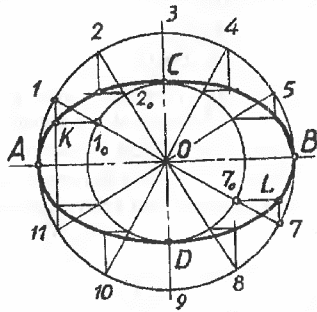


Рис. П5

7. Построение четырехцентрового овала (двойной симметрии) по заданным осям (рис. П6). Из точки O проведем дугу AA_1 радиуса $R = OA$. На отрезке CB отложим отрезок $CF = CA_1$. Через середину отрезка FB проведем перпендикуляр к нему. Точки пересечения этого перпендикуляра с продолжением малой оси овала (I) и с большой осью (2) — центры дуг T_2CT_1 (радиусом $R_1 = 1C$) и T_1BT_4 (радиусом $R_2 = 2B$), образующих овал. Точки T_i — точки сопряжения ($i = 1, \dots, 4$). Другую часть овала строим из условия его симметрии.

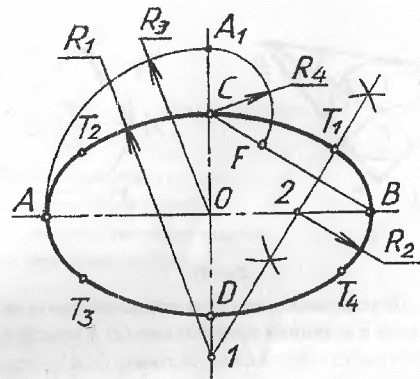


Рис. П6

8. Построение четырехцентрового овала по малой оси и двум радиусам (рис. П7).

Через точки A и B проводим дуги окружностей большего радиуса R_1 . Сопрягаем их дугами окружностей радиусом R_2 . Величина большой оси b овала — размер для справок.

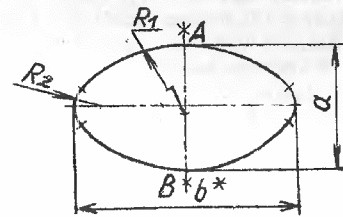


Рис. П7



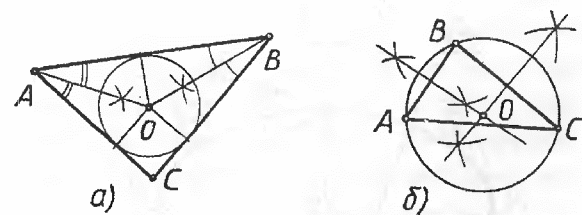


Рис. 18

9. На рис. 18 показаны примеры построения центров окружностей, вписанной в заданный треугольник (а) и описанной вокруг него (б). Их центры находятся на пересечении биссектрис и серединных перпендикуляров соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 2001.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. М.: Высш. шк., 2003.
3. Машиностроительное черчение / А.Н. Андреева, А.К. Болтухин, Г.П. Вяткин; Под ред. Г.П. Вяткина, М.: Машиностроение, 1985.
4. Фролов С.А., Воинов А.В., Феоктистова Е.Д. Машиностроительное черчение. М.: Машиностроение, 1981.
5. Никитина Н.А., Иванова Т.М., Тумашев Р.З. Геометрические построения. М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1986.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и содержание задания	3
Требования к выполнению задания	6
Последовательность выполнения задания	6
Организация чертежной работы	7
Форматы	8
Масштабы	9
Выполнение надписей	12
Вычерчивание линий	16
Выполнение штриховки	18
Построение сопряжений	18
Нанесение размеров	23
Техника вычерчивания и обводки	27
Приложение	28
Список рекомендуемой литературы	32

