2483

СОПРЯЖЕНИЯ

Методические указания для студентов всех специальностей

Иваново 2005

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ивановская государственная текстильная академия" (ИГТА)

Кафедра начертательной геометрии и черчения

СОПРЯЖЕНИЯ

Методические указания для студентов всех специальностей

Иваново 2005

В методических указаниях, предназначенных для студентов I курса всех специальностей и форм обучения, содержатся необходимые сведения о сопряжениях, видах и способах их построения. Раздел «Приложение» включает в себя геометрические построения: деление окружностей, спрямление дуг, выполнение элементарных арифметических действий.

Составители: доц. А. Н. Лялина
канд. техн. наук, доц. Н. В. Целовальникова
канд. техн. наук, доц. С. А. Полумисков
ст. преподаватель А. В. Сухарева

Научный редактор д-р техн. наук, проф. Г.И. Чистобородов

Редактор Т.В. Федорова

Корректор И.Н. Худякова

ВВЕДЕНИЕ

Появление настоящих методических указаний было вызвано, как это ни парадоксально прозвучит, обилием и разнообразием материала по сопряжениям, что создавало определенные трудности для студентов в выборе оптимальных вариантов при выполнении работ по теме «Сопряжения».

В методических указаниях дан конкретный минимум сопряжений, которые в разнообразных комбинациях могут использоваться при вычерчивании различных деталей

Материал «Приложений» может быть использован не только в качестве практического подспорья при выполнении самых разнообразных работ, но и быть интересен с познавательной точки зрения.

1. ПЛОСКИЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ

Касательная и нормаль к кривой линии

Кривые линии, все точки которых принадлежат плоскости, называют *плоскими*. На черт. 1 изображена кривая 1, принадлежащая плоскости а. На кривой 1 через точку С проводят секущие CD и CE. При приближении точек D и E к точке С секущие CD и CE поворачиваются вокруг точки С и в предельном состоянии занимают положение *полукасательных* соответственно t и т к кривой 1 в точке С.

Кривая линия в точке С имеет две разнонаправленные полукасательные, которые в точке С определяют одну прямую линию - *касательную*, т.к. касательная есть прямая, соединяющая две бесконечно близкие точки кривой. Кривая линия в точке С называется *плавной*.

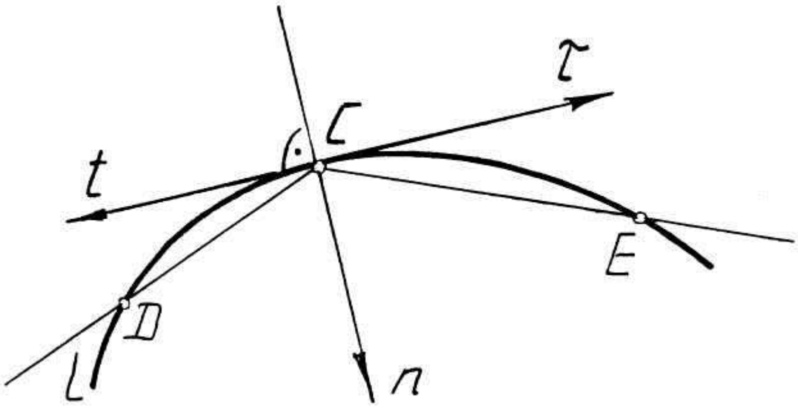
Прямая n, проведенная в плоскости кривой через точку С и перпендикулярная к касательной, называется *нормалью*.

На черт. 2 показано построение касательной к кривой линии АВ, проходящей через заданную вне кривой точку К.

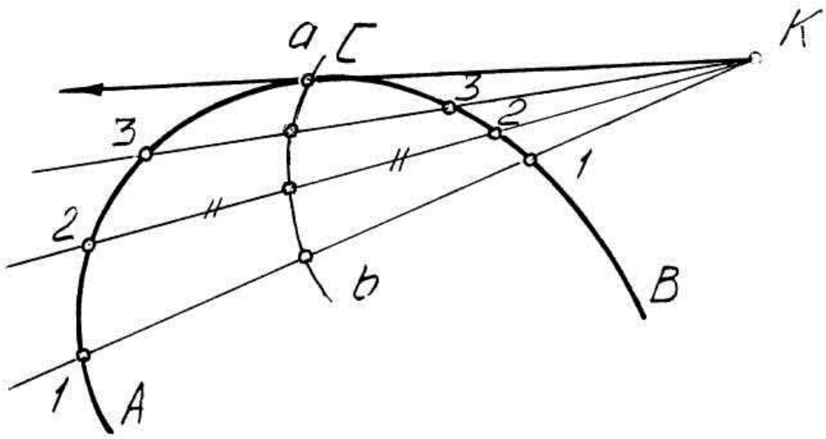
Через точку К проводят пучок прямых, пересекающих кривую АВ. Через середины хорд 11, 22, 33, ... проведена кривая ab - *кривая ошибок*. Эта вспомогательная линия пересекает данную кривую АВ в точке С. Прямая СК является касательной.

На черт. 3 построена касательная к кривой параллельно заданному направлению S. Для определения точки касания проводят ряд секущих параллельно направлению S. Хорды 11, 22, 33, ... разделены пополам. Кривая ошибок ab, проходящая через середины хорд, пересекает данную кривую АВ в точке С. Через точку С параллельно направлению S проходит искомая касательная.

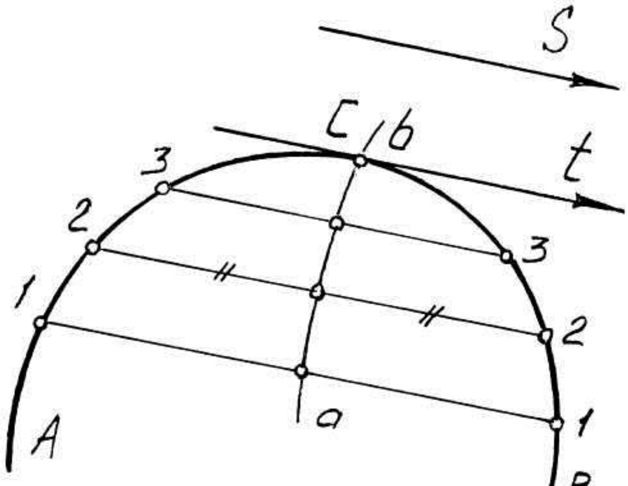
На черт. 4 построена касательная к кривой линии АВ, проходящая через точку С этой кривой. Прямая EF проведена перпендикулярно к предполагаемому направлению касательной. Через точку С проведен ряд



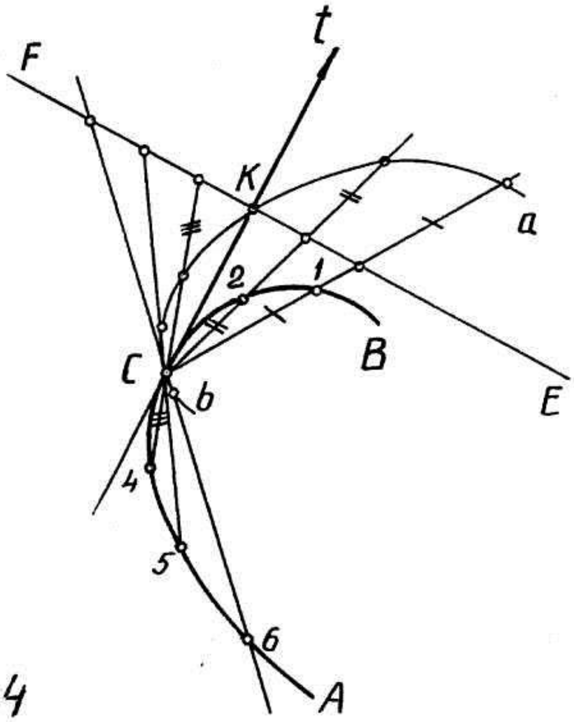
Черт. 1



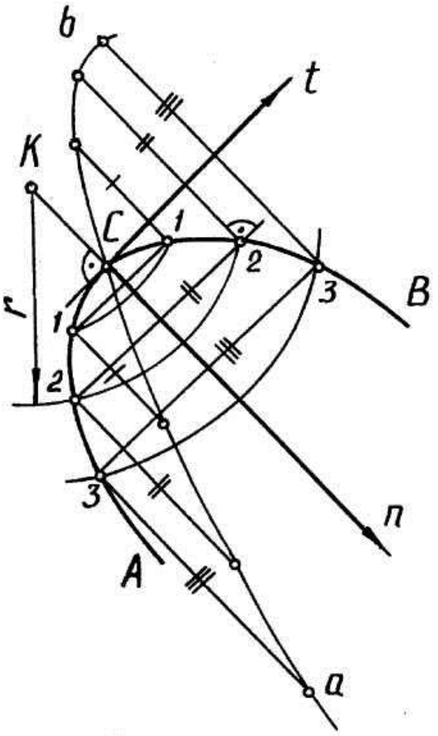
Черт. 2



Черт. 3



Черт. 4



Черт. 5

секущих, пересекающих прямую EF. От точек пересечения секущих прямой EF отложены отрезки, равные соответствующим длинам хорд, образованных секущими. Концами этих отрезков намечается кривая ошибок ab. Она пересекает прямую EF в точке К. Прямая СК есть искомая касательная.

На черт. 5 показано построение нормали к кривой линии, проходящей через заданную точку К вне кривой. Из точки К как из центра проводят ряд окружностей произвольных радиусов, пересекающих кривую АВ. Намечают хорды 11, 22, 33, ... Строят из концов хорд разносторонне направленные перпендикуляры к ним и откладывают на них отрезки, соответственно равные длинам этих хорд. Концами отрезков таких перпендикуляров намечается кривая линия ошибок ab. Она пересекает данную кривую АВ в точке С. Прямая n является искомой нормалью к кривой АВ, проходящей через точку К.

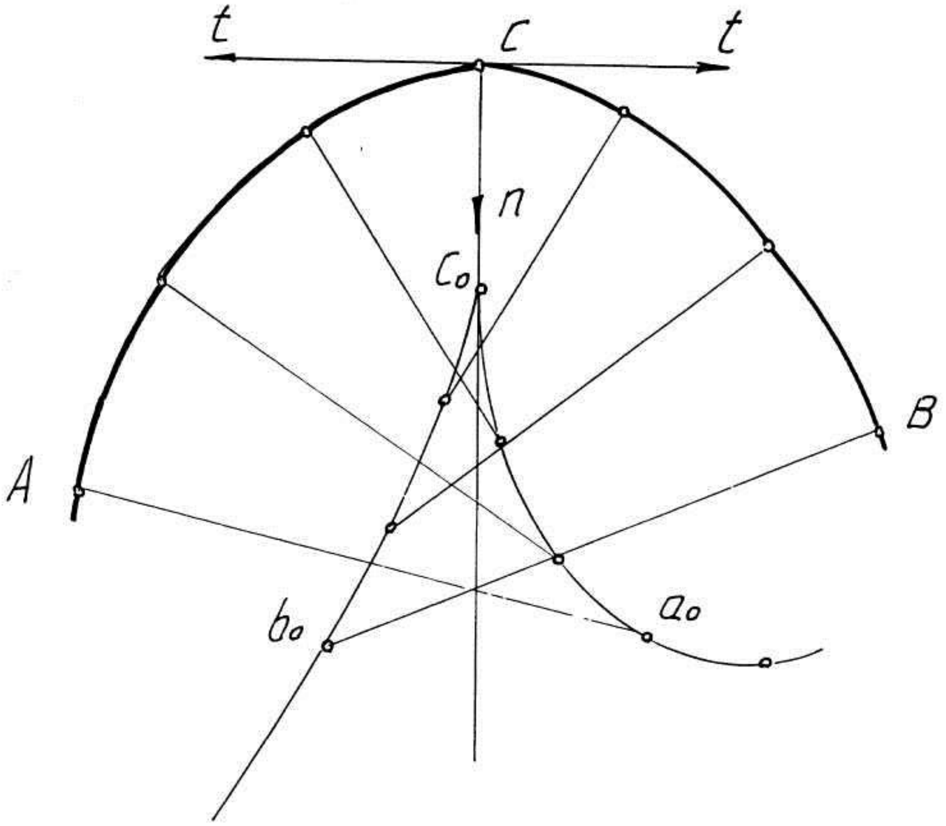
Исходя из всего вышеописанного можно сделать вывод, что к линии как множеству точек предъявлено два требования: непрерывность и наличие касательной в каждой точке кривой данного множества. Точка кривой, в которой можно провести единственную касательную к кривой, называется *гладкой*, а кривая, состоящая только из гладких точек, называется *гладкой кривой*.

Точки (вершины) кривой, не отвечающие двум вышеперечисленным требованиям, называются *особыми*.

2. МОНОТОННЫЕ И СОСТАВНЫЕ ПЛОСКИЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ. ВЕРШИНЫ КРИВЫХ ЛИНИЙ

Простые кривые линии, у которых радиусы кривизны для последовательного ряда их точек непрерывно возрастают или убывают, называют *монотонными*.

Кривые линии, составленные из последовательного ряда дуг монотонных кривых линий, называются *составными*. Точки стыка монотонных



Черт. 6

кривых линий называют *вершинами*, а сами монотонные кривые - *сторонами* составной кривой линии. В вершинах полукасательные сторон располагаются на одной прямой линии.

Если в вершине составной кривой полукасательные сторон имеют противоположные направления, а стороны имеют общий центр кривизны, вершину называют *регулярной*. На черт. 6 изображена регулярная кривая линия АСВ. Она составлена из двух монотонных кривых линий АС и СВ. Точка С стыка монотонных кривых линий является регулярной вершиной составной кривой линии. В этой точке полукасательные направлены разносторонне, и стороны имеют общий центр кривизны. Кривая $a_o c_o b_o$ является эволютой кривой линии АСВ. Вершины, отличные от регулярных, называются *иррегулярными*.

Разновидности вершин составных кривых линий

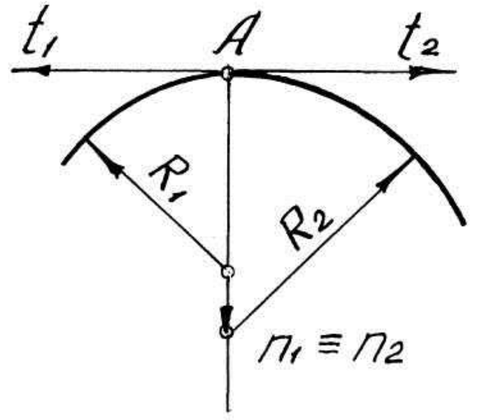
I. Вершину, точку А составной кривой линрш (черт. 7), называют *двойной*, если в ней полукасательные сторон имеют противоположные направления, а нормали направлены в одну сторону; радиусы кривизны не равны.

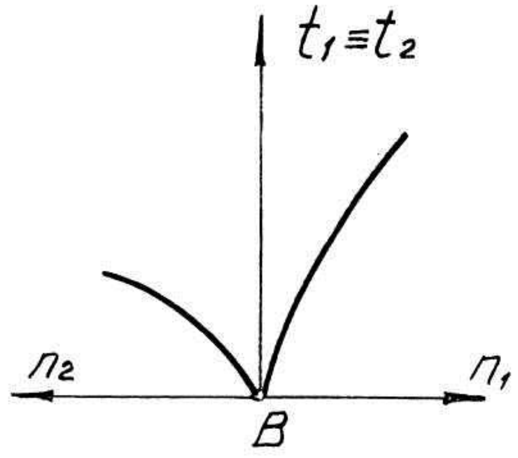
П. Точки стыка сторон монотонных кривых линий называют *вершинами острия* (точка возврата первого рода, точка В - черт. 8), если в них полукасательные имеют одинаковое направление, а нормали противоположно направлены.

III. Точку стыка сторон монотонных кривых линий называют *вершиной перегиба* (точка С - черт. 9), если в ней полукасательные и нормали сторон имеют противоположные направления.

IV. Точку стыка монотонных кривых линий называют *вершиной клюва* (точка возврата второго рода, точка D - черт. 10), если в ней полукасательные и нормали имеют одинаковые направления.

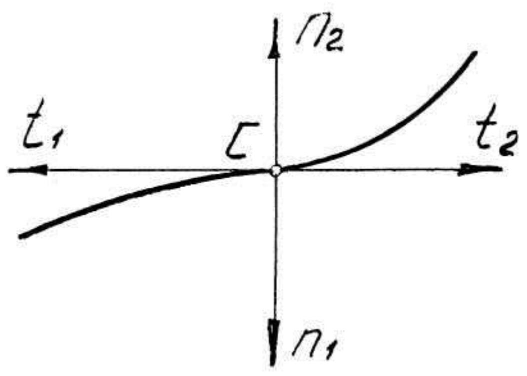
V. Вершину, точку Е (черт. 11), составной кривой линии называют *точкой излома* (кривая в этой точке имеет излом), если

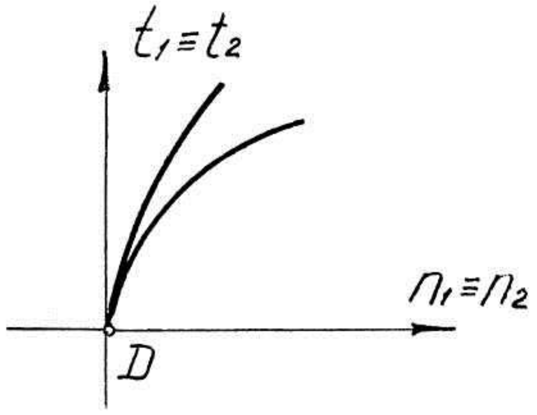




Черт. 7

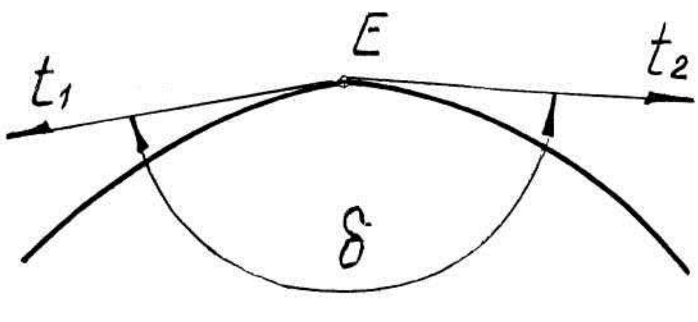
Черт. 8





Черт. 9

Черт. 10



Черт. 11

разнонаправленные полукасательные в этой точке не принадлежат одной прямой, а составляют между собой некоторый угол δ.

3. СОПРИКАСАНИЕ ПЛОСКИХ КРИВЫХ ЛИНИЙ

Кривые линии называют *соприкасающимися*, если в общей их точке они имеют общую касательную. Нормали кривых линий в точке соприкасания принадлежат одной прямой линии. В точке соприкасания нормали могут быть направлены в одну сторону. В этом случае кривые имеют *внутреннее соприкасание* (черт. 12). Если нормали в точке соприкасания направлены в разные стороны, кривые линии имеют *внешнее соприкасание* (черт. 13).

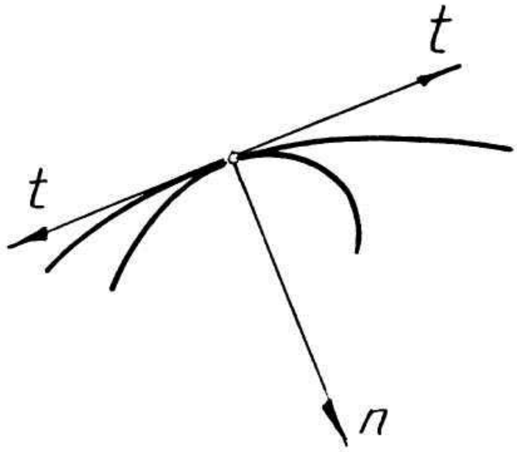
4. СОПРЯЖЕНИЯ

Касание есть плавный переход одной линии в другую. Сопряжение есть плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Чаще всего промежуточной линией служит дуга окружности.

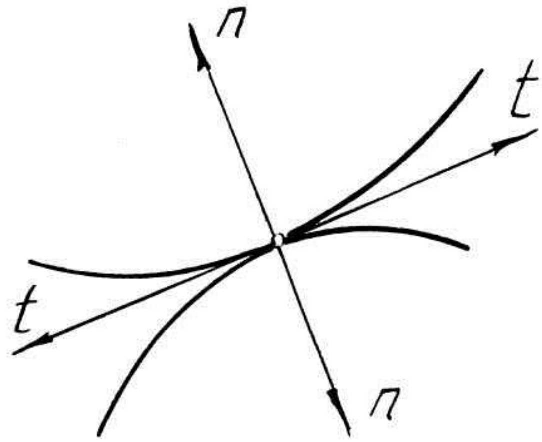
Построение сопряжений основано на следующих геометрических положениях:

а) переход окружности на прямую только тогда будет плавным, когда данная прямая t_1 является касательной к окружности (черт. 14). Радиус окружности, проведенный в точку касания В, перпендикулярен к касательной прямой t_1;

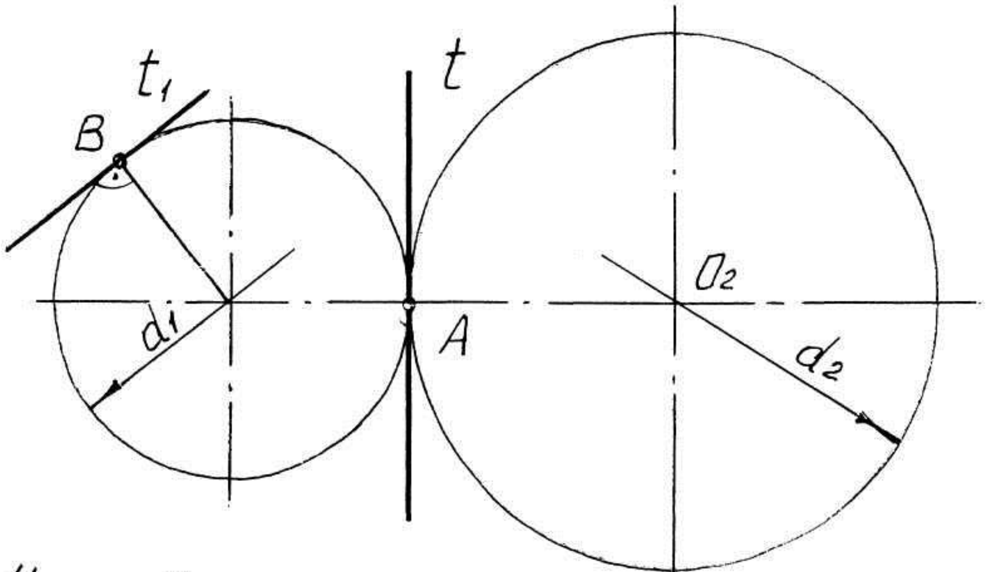
б) переход в данной точке А с одной окружности на другую только тогда будет плавным, когда окружности имеют в данной точке общую касательную (черт. 14,15). Точка касания А и центры окружностей O_1 и O_2 лежат на одной прямой. Касание называется внешним, если центры O_1 и O_2 лежат по разные стороны от касательной t (черт. 14), и *внутренним*, если центры находятся по одну сторону от общей касательной (черт. 15).



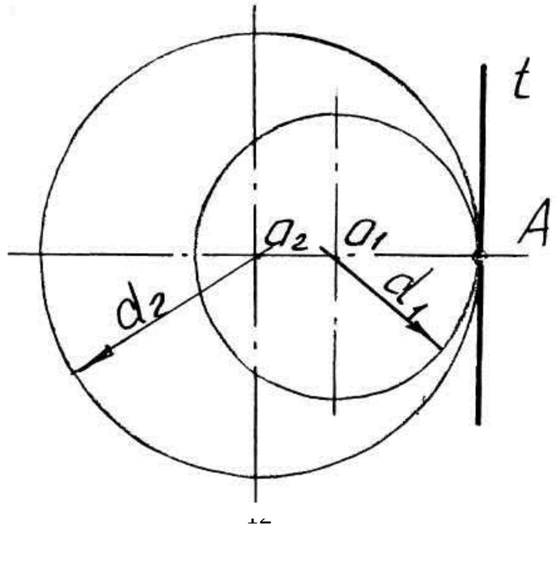
Черт. 12



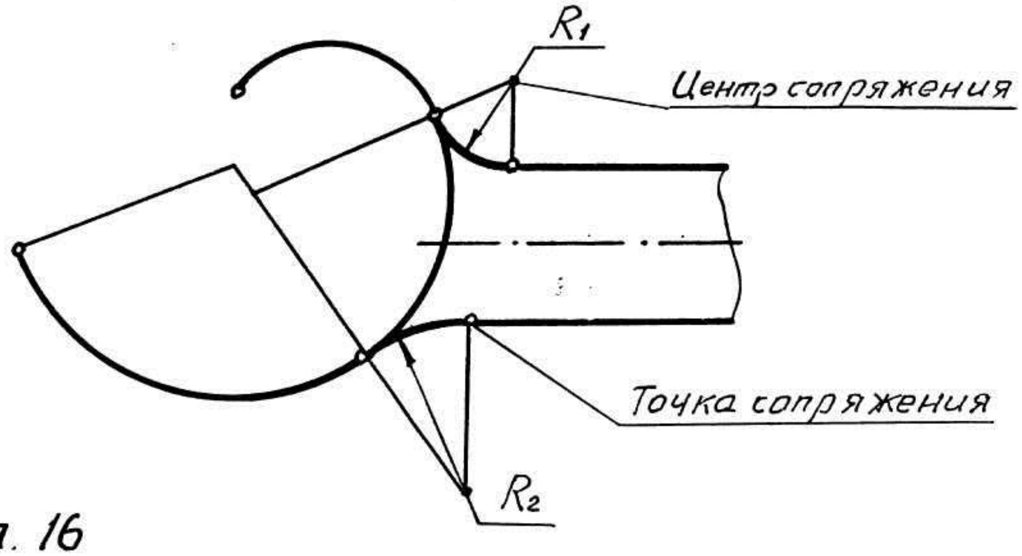
Черт. 13



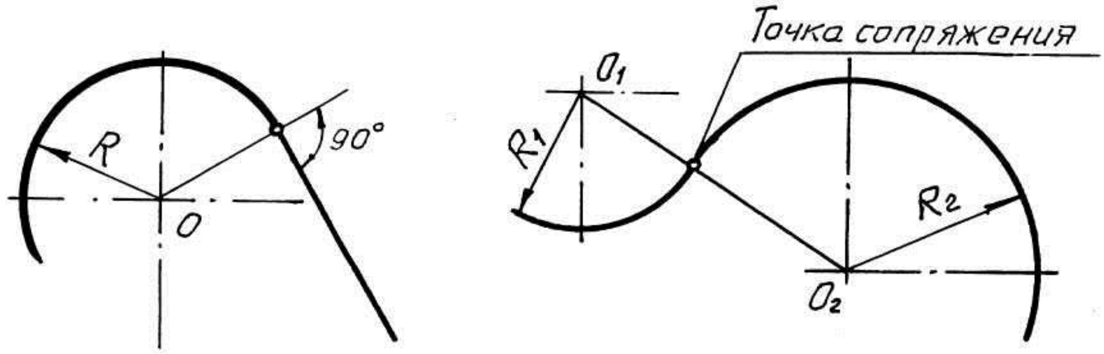
Черт. 14



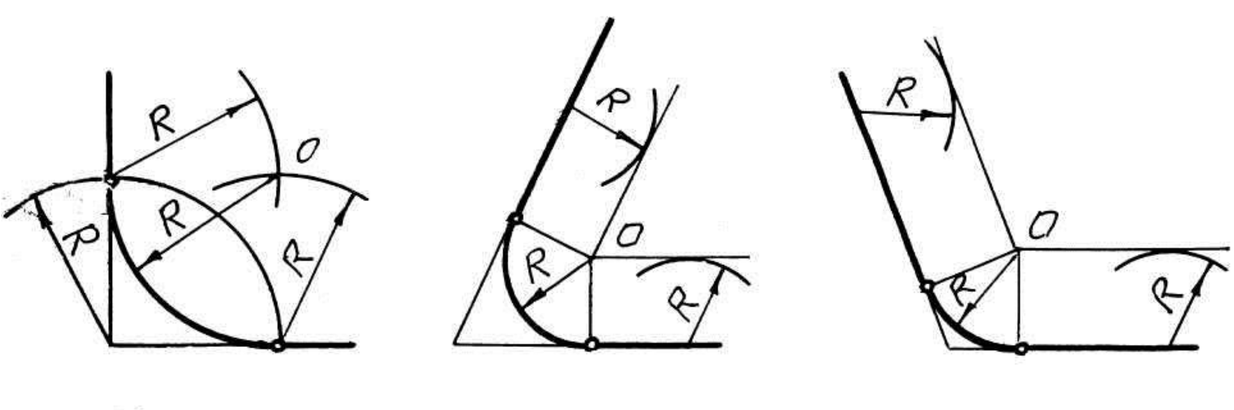
Черт. 15



Черт. 16



Черт. 17 а, б



Черт. 18

Для построения сопряжений надо найти центры, из которых проводят дуги, то есть *центры сопряжений* (черт. 16). Затем нужно найти точки, в которых одна линия переходит в другую, то есть точки сопряжений. При построении чертежа сопрягающиеся линии нужно доводить точно до этих точек. Точка сопряжения дуги окружности и прямой лежит на перпендикуляре, опущенном из центра дуги на сопрягаемую прямую (черт. 17, а), или на линии, соединяющей центры сопрягаемых дуг (черт. 17, б). Следовательно, для построения любого сопряжения дугой заданного радиуса нужно найти *центр сопряжения* и *точку (точки)сопряжения*.

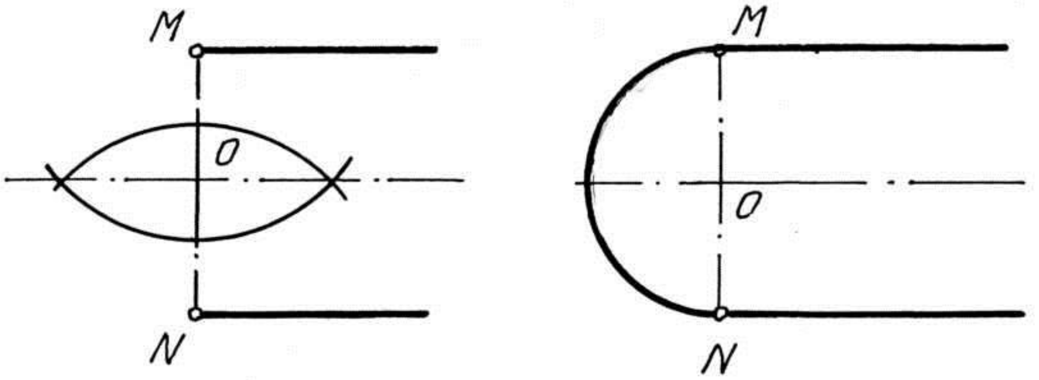
4.1. Сопряжение двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса

Даны пересекающиеся под прямым, острым и тупым углами прямые линии (черт. 18). Нужно построить сопряжения этих прямых дугой заданного радиуса R. Для всех трех случаев можно принять общий способ построения.

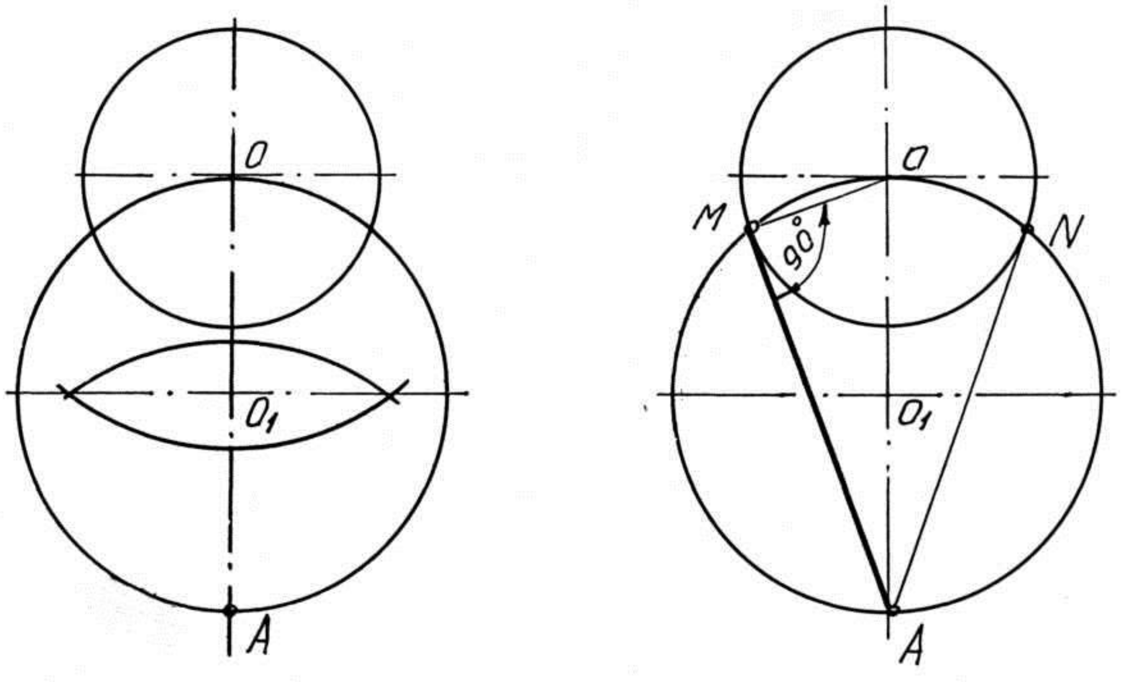
1. Находят точку О - центр сопряжения, который должен лежать на расстоянии R от сторон угла в точке пересечения прямых, проходящих параллельно сторонам угла на расстоянии R от них. Для проведения прямых, параллельных сторонам угла, из произвольных точек, взятых на прямых, раствором циркуля, равным R, делают засечки и к ним проводят касательные.

2. Находят точки сопряжения. Для этого опускают перпендикуляры из точки О на заданные прямые.

3. Из точки О как из центра описывают дугу заданного радиуса R между точками сопряжений.



Черт. 19а, б



Черт. 20а, б

4.2. Сопряжение двух параллельных прямых

Заданы две параллельные прямые и на одной из них точка сопряжения М (черт. 19). Требуется построить сопряжение.

Построение выполняется следующим образом:

1) находят центр сопряжения и радиус дуги. Для этого из точки М восстанавливают перпендикуляр до пересечения с прямой в точке N. Отрезок MN делят пополам (черт. 19, а);

2) из точки О - центра сопряжения радиусом ОМ = ON - описывают дугу до точек сопряжения М и N (черт. 19, б).

4.3. Проведение касательной к окружности

Задана окружность с центром О и точка А. Требуется провести из точки А касательную к окружности (черт. 20).

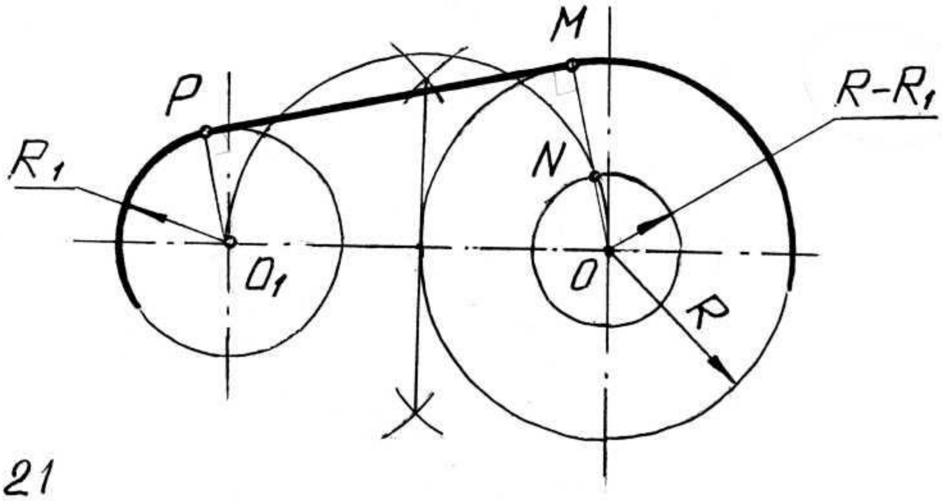
Точку А соединяют прямой с заданным центром О окружности. Строят вспомогательную окружность диаметром, равным ОА. Чтобы найти центр O_1, делят отрезок ОА пополам (черт. 20, а).

Точки М и N пересечения вспомогательной окружности с заданной - искомые точки касания. Точку А соединяют прямыми с точками М или N. Прямая АМ будет перпендикулярна прямой ОМ, так как угол АМО опирается на диаметр (черт. 20, б).

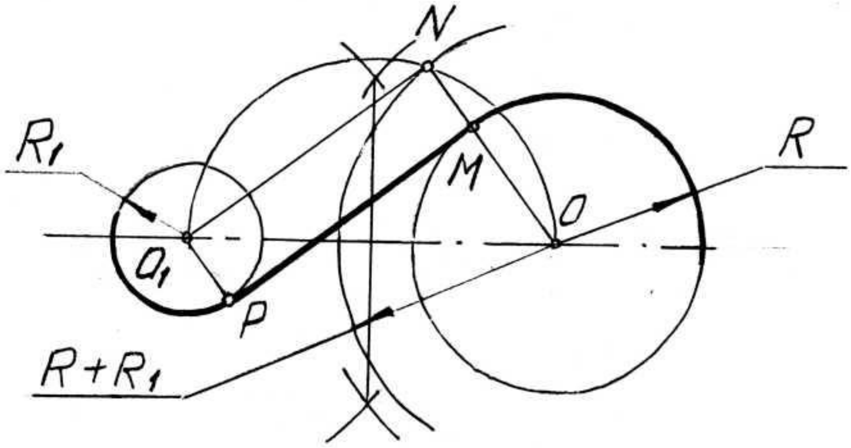
4.4. Проведение прямой, касательной к двум окружностям

Заданы две окружности радиусов R и R_1. Требуется построить прямую, касательную к ним.

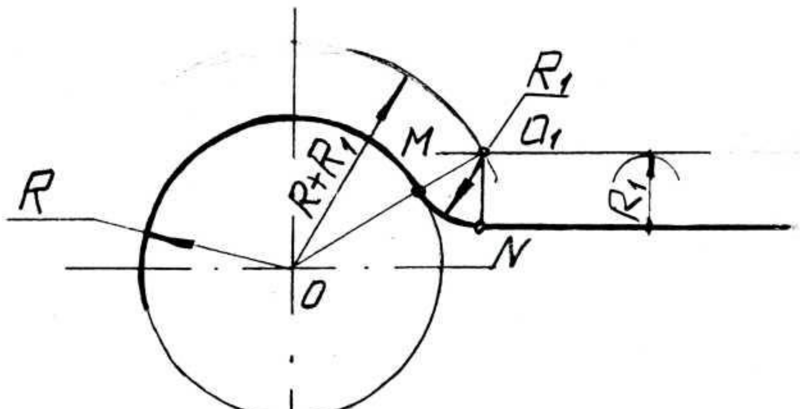
Различают два случая касания: внешнее (черт. 21) и внутреннее (черт. 22), При *внешнем* касании построение выполняют следующим образом:



Черт. 21



Черт. 22



Черт. 23

1) из центра O проводят вспомогательную окружность радиусом, равным разности радиусов заданных окружностей, т.е. $R - R_1$ (черт. 21). К этой окружности из центра O_1 проводят касательную прямую O_1N. Построение касательной показано на чертеже 20;

2) радиус, проведенный из точки O в точку N, продолжают до пересечения в точке M с заданной окружностью радиуса R. Параллельно радиусу OM проводят радиус O_1P меньшей окружности. Прямая, соединяющая точки сопряжений M и P, - касательная к заданным окружностям (черт. 21).

При *внутреннем касании* построение проводят аналогично, но вспомогательную окружность проводят радиусом, равным сумме радиусов $R + R_1$. Затем из центра O_1 проводят касательную к вспомогательной окружности (черт. 20). Точку N соединяют радиусом с центром O. Параллельно радиусу ON проводят радиус O_1P меньшей окружности. Искомая касательная проходит через точки сопряжения M и P.

4.5. Сопряжение дуги и прямой линии дугой заданного радиуса

Заданы дуга окружности радиусом R и прямая. Требуется соединить их дугой радиуса R_1 (черт. 23).

1. Находят центр сопряжения, который должен находиться на расстоянии R_1 от дуги и от прямой. Для этого проводят вспомогательную прямую, параллельную заданной прямой, на расстоянии, равном радиусу сопрягающей дуги R_1. Раствором циркуля, равным сумме заданных радиусов $R + R_1$, описывают из центра O дугу до пересечения со вспомогательной прямой. Полученная точка O_1 - центр сопряжения.

2. По общему правилу находят точки сопряжения: соединяют прямой центры сопрягаемых дуг O_1 и O и опускают из центра сопряжения O_1 перпендикуляр на заданную прямую.

3. Из центра сопряжения O_1 между точками сопряжения M и N проводят дугу, радиус которой равен R_1.

4.6. Сопряжение двух дуг дугой заданного радиуса

Заданы две дуги, радиусы которых R_1 и R_2. Требуется построить сопряжение дугой, радиус которой задан.

Различают три случая касания: *внешнее* (черт. 24), *внутреннее* (черт. 25) и *смешанное* (черт. 26,27,28). Во всех случаях центры сопряжений должны быть расположены от заданных дуг на расстоянии, равном радиусу дуги сопряжения.

Построение выполняют следующим образом.

Для внешнего касания:

1) из центров O_1 и O_2 раствором циркуля, равным сумме радиусов заданной и сопрягающей дуг, проводят вспомогательные дуги; радиус дуги, проведенной из центра O_1 равен $R_1 + R_3$, а радиус дуги, проведенный из центра O_2, равен $R_2 + R_3$. На пересечении вспомогательных дуг расположен центр сопряжения - точка O_3;

2) соединив прямыми точку O_1 с точкой O_3 и точку O_2 с точкой O_3, находят точки сопряжения M и N;

3) из точки O_3 раствором циркуля, равным R_3, между точками M и N описывают сопрягающую дугу.

Для *внутреннего касания* выполняют те же построения, но радиусы дуг берут равными разности радиусов заданной и сопрягающей дут, т.е. $R_3 - R_1$ и $R_3 - R_2$. Точки сопряжения P и K лежат на продолжении линий, соединяющих точку O_3 с точками O_1 и O_2.

Для смешанного (внешнего и внутреннего) касания

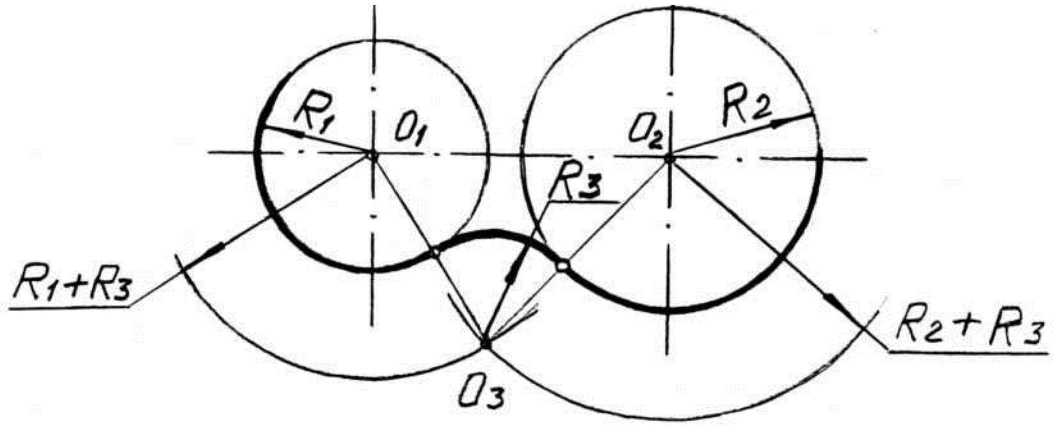
(*1–й случай*):

1) раствором циркуля, равным сумме радиусов R_1 и R_3, из точки O_1 как из центра проводят дугу (черт. 26);

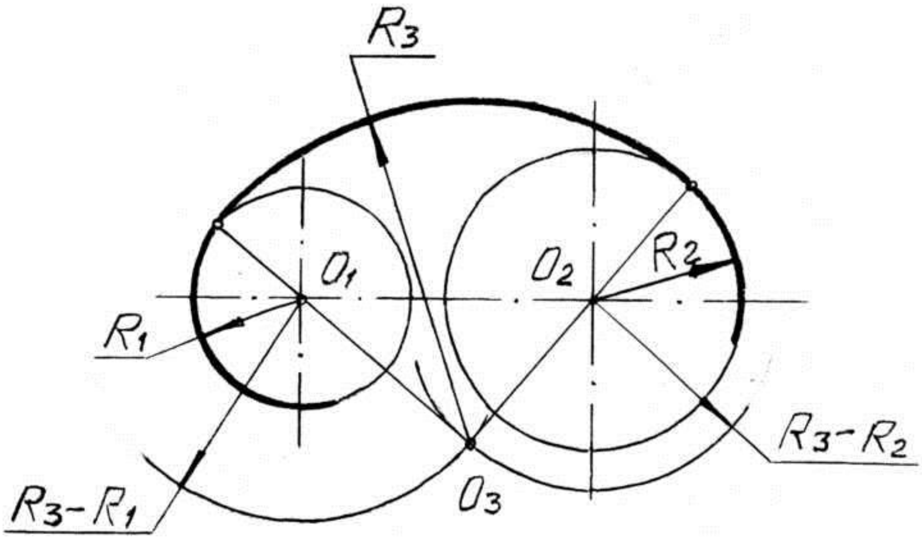
2) раствором циркуля, равным разности радиусов R_2 и R_3, из точки проводят вторую дугу, пересекающуюся с первой в точке O_3;

3) из точки O_1 проводят прямую линию до точки O_3, из второго центра (точка O_2) проводят прямую через точку O_3 до пересечения с дугой в точке M.

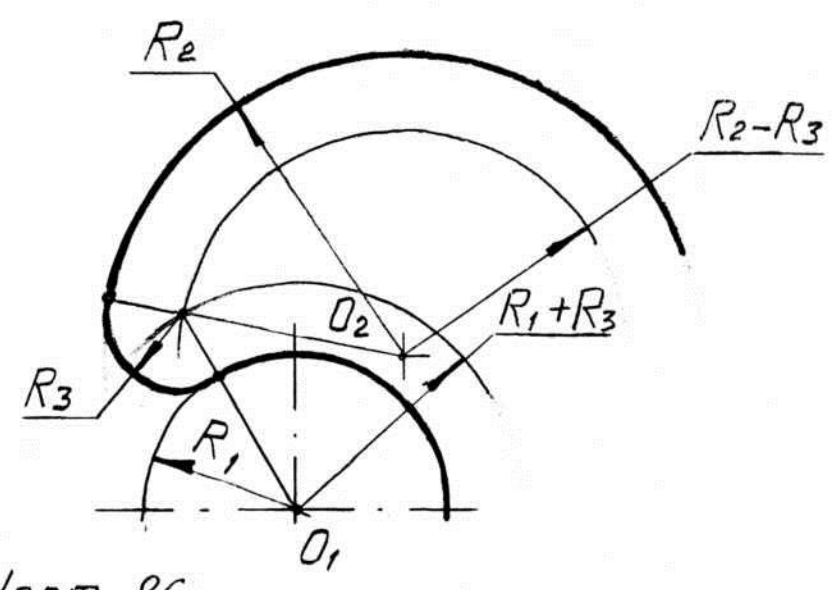
Точка O_3 является центром сопряжения, точки M и N - точками сопряжения;



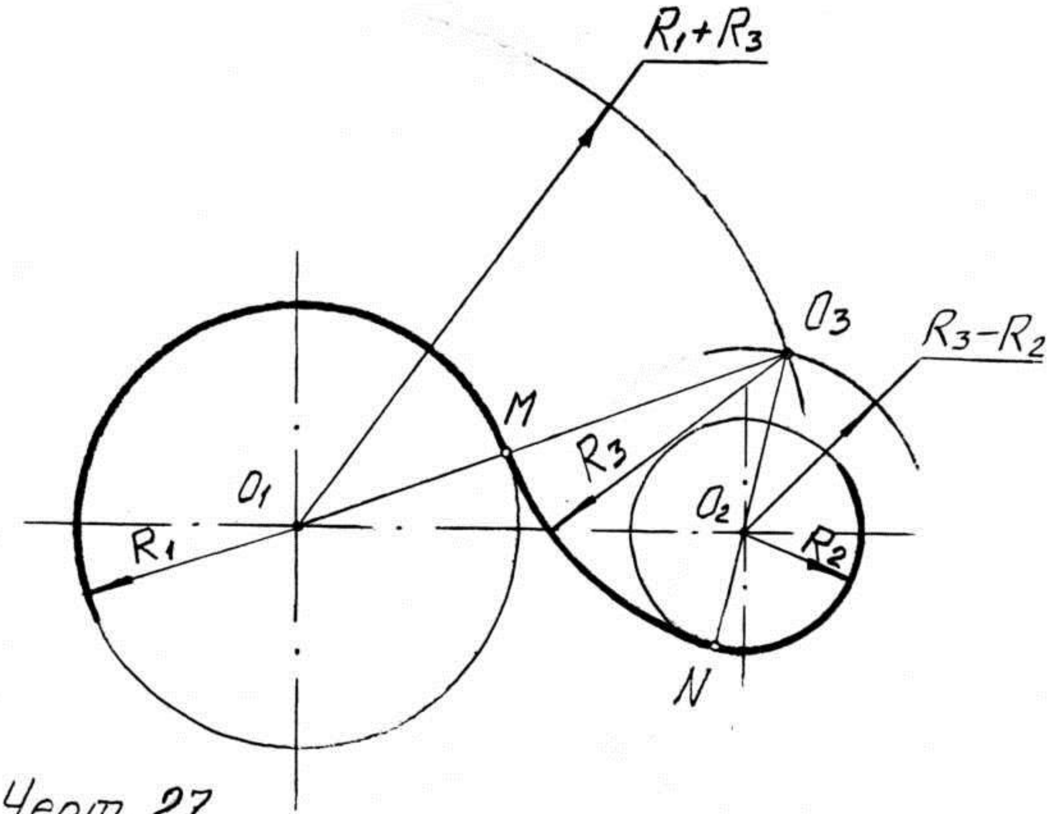
Черт. 24



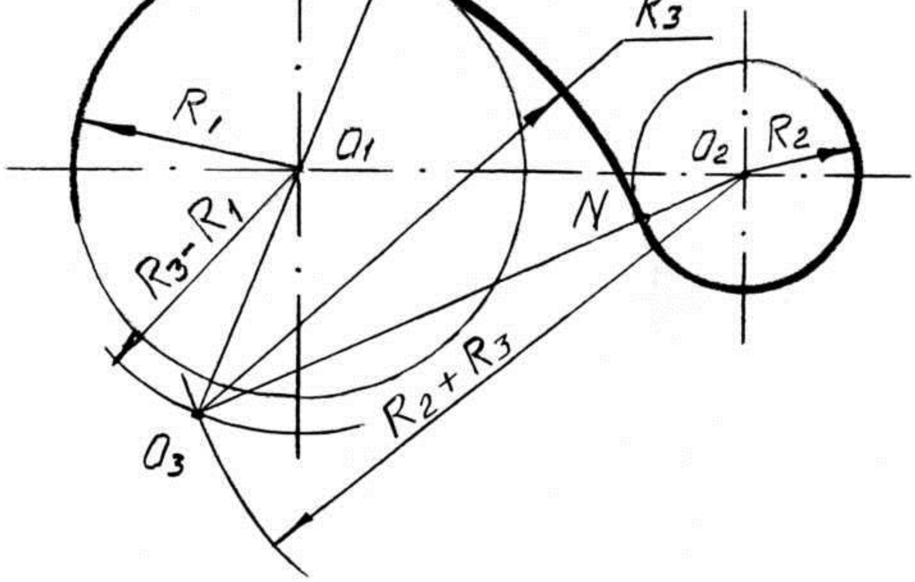
Черт. 25



Черт. 26



Черт. 27



Черт. 28

4) поставив ножку циркуля в точку O_3 радиусом R3 проводят дугу между точками сопряжения M и N.

Для смешанного касания (2-й случай):

задано:

1) две сопрягаемые дуги окружностей радиусов R_1 и R_2 (черт. 27);

2) расстояние между центрами O_1 и O_2 этих двух дуг;

3) радиус R_3 сопрягающей дуги;

требуется:

1) определить положение центра O_3 сопрягающей дуги;

2) найти на сопрягаемых дугах точки сопряжения;

3) провести дугу сопряжения.

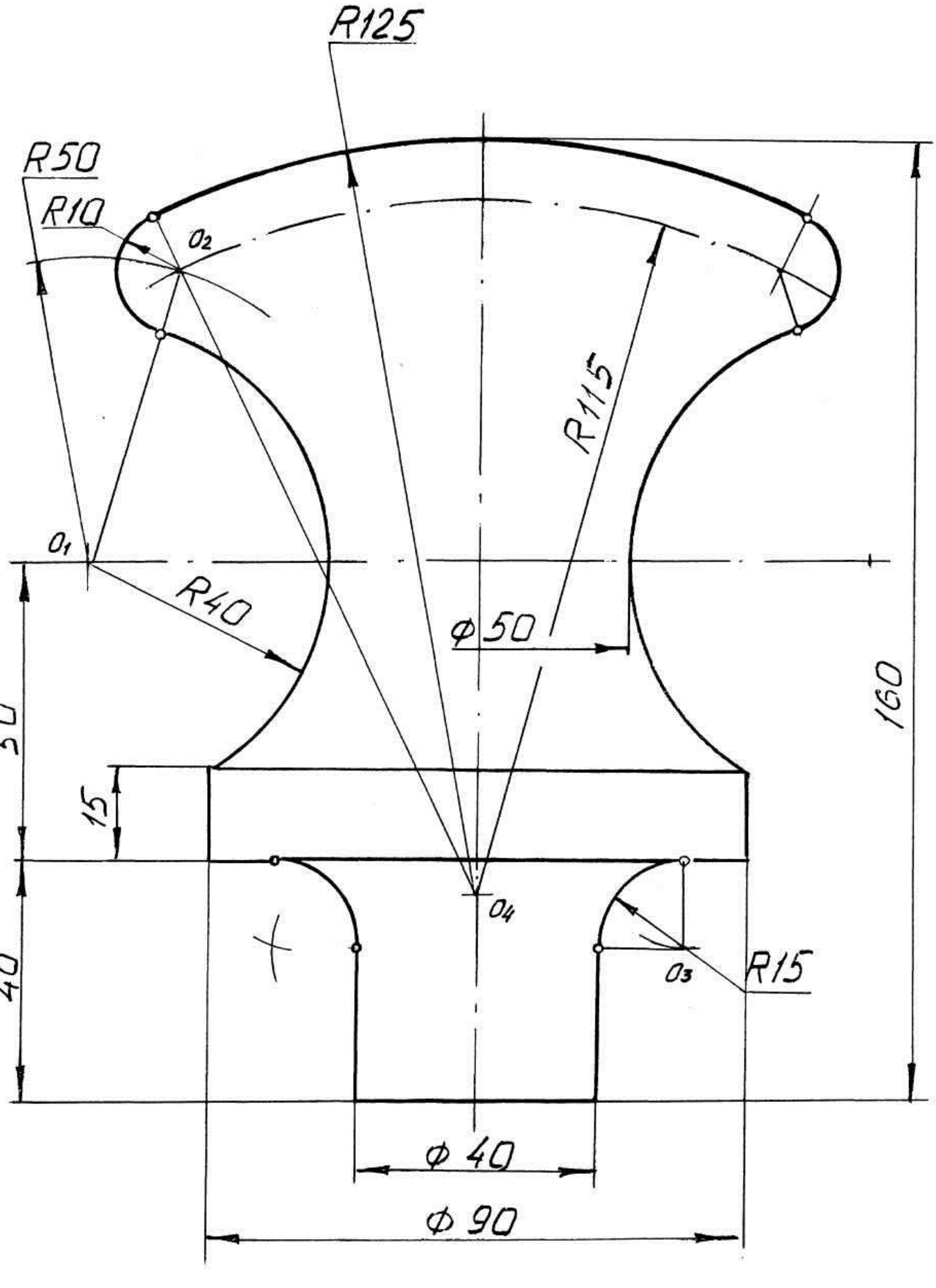
Откладывают заданные расстояния между центрами O_1 и O_2. Из центра O_1 проводят вспомогательную дугу радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги радиуса R_1 и сопрягающей дуги радиуса R_3, а из центра O_2 проводят вторую вспомогательную дугу радиусом, равным разности радиусов R_3 и R_2, до пересечения с первой вспомогательной дугой в точке O_3, которая будет искомым центром сопрягающей дуги.

Точки сопряжения находят по общему правилу, соединяя прямыми центры дуг O_3 и O_1; O_3 и O_2. На пересечении этих прямых с дугами соответствующих окружностей находят точки M и N.

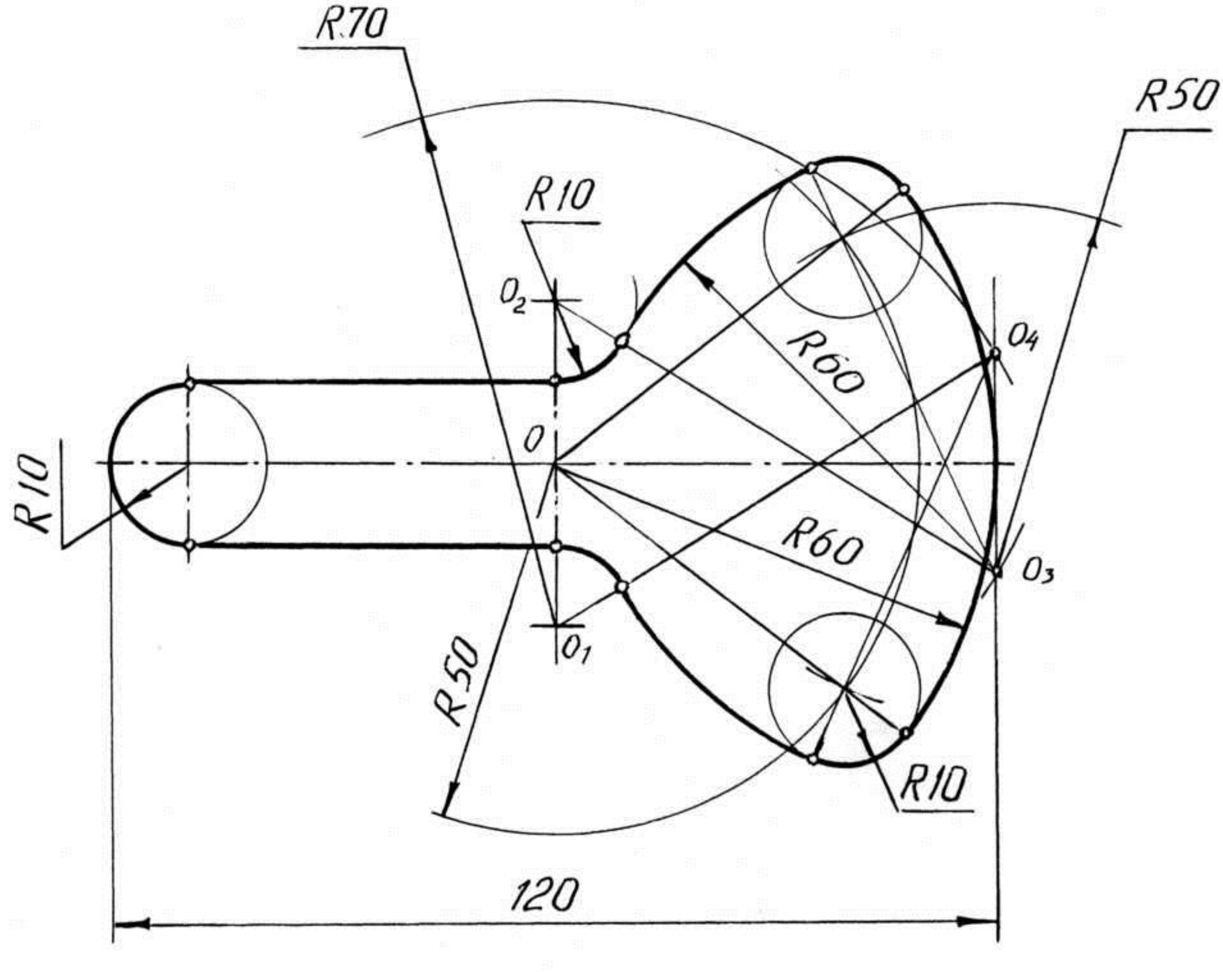
На черт. 28 показано построение смешанного сопряжения этих дуг в другом варианте; дуга сопряжения имеет с дугой радиуса R_2 внутреннее сопряжение, а с дугой радиуса R_1 - внешнее. Порядок построения тот же, что и в предыдущем примере.

На черт. 29 изображена деталь, представляющая собой совокупность двух характерных видов сопряжений: двух дуг дугой заданного радиуса (смешанное касание) и сопряжения двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса.

В первом случае дуга R10 сопрягается при внешнем касании с дугой R40, а при внутреннем - с дутой R125. Во втором случае образующая цилиндра Ø40 сопрягается с прямой линией, проекцией окружности Ø90, дугой R15.



Черт. 29



Черт. 30

П Р И Л О Ж Е Н И Е

1. Графическое выполнение арифметических действий

При всех построениях пользуются двумя взаимно перпендикулярными прямыми ON и OM.Отрезок OP для всех построений является масштабной единицей: OP=1.

I. Умножение (рис.1)

Откладывают на ON отрезок OA=a и на OM - отрезок OB=b. Проведя через точку A прямую, параллельную PB, получают на OM отрезок OA_1=ab, т.к.

$$\frac{OA_1}{OB} = \frac{OA}{OP},$$

откуда $OA_1 = \dfrac{OB \times OA}{OP} = ab$.

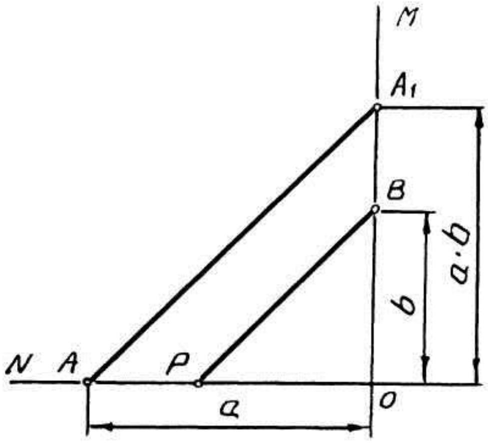


Рис. 1

II. Деление (рис.2)

Откладывают на ON отрезок OA=a и на OM - отрезок OB=b. Проводят через точку P прямую, параллельную AB. На прямой OM получают отрезок $OQ = \dfrac{b}{a}$.

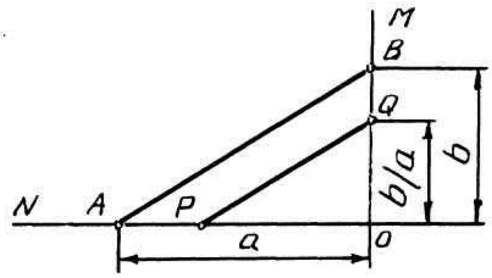


Рис. 2

III.Возведение в степень (рис.3)

Откладывают на прямых ON и OM отрезки OA=OB=a. Прямая AA', параллельная PB, отсекает на OM отрезок OA'=a^2. Если на ON отложить $OA_2=a^2$ и провести прямую A_2A_2', параллельную PB, то отрезок $OA_2=a^3$ и т.д. Действительно, $\dfrac{OB}{OP} = \dfrac{OA'}{OA} = \dfrac{OA_2'}{OA_2} = \ldots$,

откуда

$$OA' = \frac{OB \times OA}{OP} = \frac{a \times a}{1} = a^2;$$

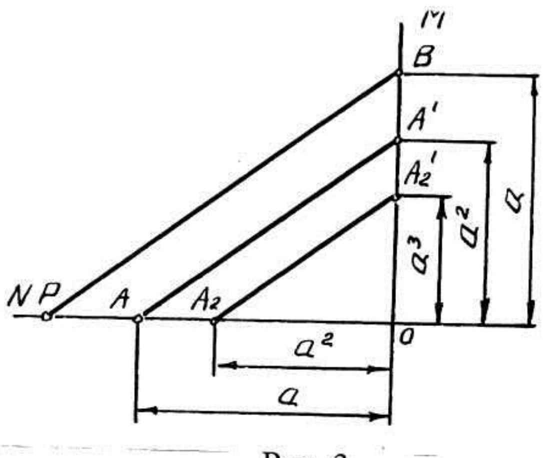


Рис. 3

$$OA'_2 = \frac{OB \times OA_2}{OP} = \frac{a \times a^2}{1} = a^3 \text{ и т.д.}$$

IV.Извлечение квадратного корня (рис.4)

На прямой ON в сторону, противоположную OP, откладывают отрезок OA=a. На отрезке PA как на диаметре строят полуокружность, которая пересечет прямую OM в точке B. Получают отрезок $OB = \sqrt{a}$. Действительно, $OB^2 = OP \times OB$, откуда $OB = \sqrt{OP \times OA} = \sqrt{a}$.

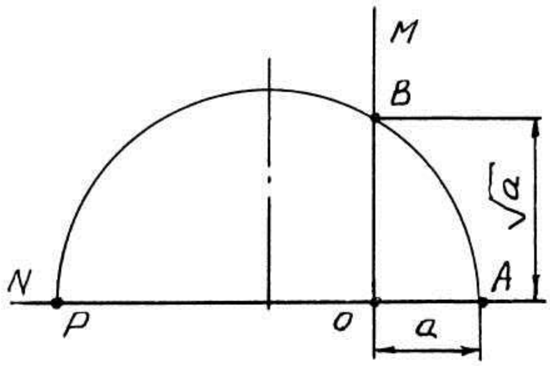
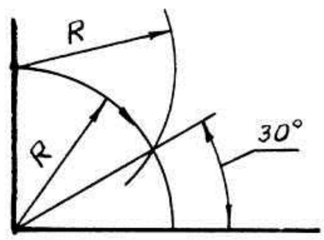


Рис. 4

2.Построение углов

I. Построение угла 30^0 (рис.5, рис.6)

Угол 30^0 можно построить как дополняющий угол 60^0 до 90^0 или начертив биссектрису угла 60^0 (рис.6). В первом случае с помощью засечек радиуса R выполняют построение угла 60^0 с вертикальной стороной заданного прямого угла; во втором случае используют дуги радиуса R_1, а биссектрису угла 60^0 находят посредством засечек радиуса R_2.



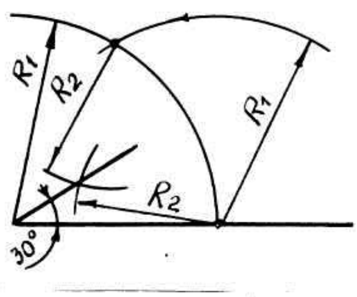


Рис. 5 Рис. 6

II. Построение угла 60^0 (рис.7)

Из точки S как из центра проводят дугу окружности произвольного радиуса R.Из точки пересечения этой дуги с заданной горизонтальной стороной угла делают засечку тем же радиусом R. Соединяют вершину S с полученной точкой пересечения вспомогательных дуг. Это построение определяет равносторонний треугольник.

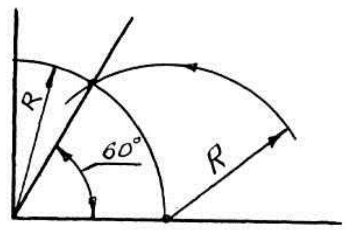


Рис. 7

III. Построение угла 45^0(рис.8)

Угол 45^0 находится делением пополам угла 90^0, т.е. построением биссектрисы. Из т. S как из центра проводят дугу окружности произвольного радиуса R_1 до пересечения со сторонами прямого угла. Из полученных точек пересечения произвольным радиусом R_1 делают засечки. Вершину S прямого угла соединяют с точкой пересечения вспомогательных дуг.

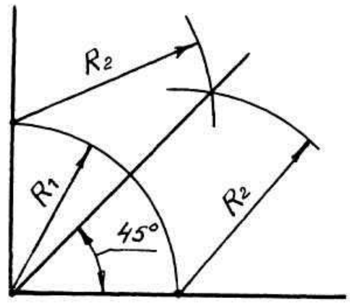


Рис. 8

IV. Построение угла 15^0 (рис.9)

Угол 15^0 находится делением пополам угла 30^0, т.е. построением биссектрисы. Построение угла 30°-см. п.I. Построение угла 45^0 - см. п.III.

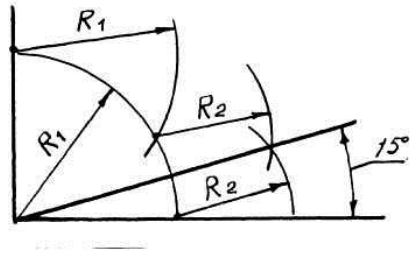


Рис. 9

V. Построение угла 75^0 (рис.10)

Угол 75^0 находят построением биссектрисы угла, дополняющего угол 60^0 до прямого (см. предыдущие построения - п.п. I, II, IV).

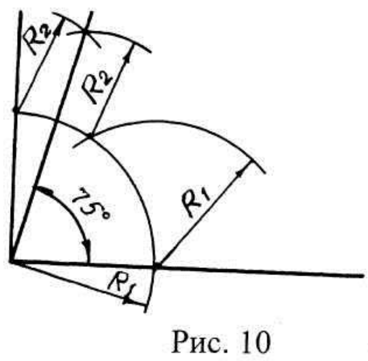


Рис. 10

3.Построение правильных многоугольников

I. Построение треугольника (рис.11)

Строят окружность радиуса R. Из любой точки на окружности (т. P) тем же радиусом проводят дугу до пересечения с заданной окружностью. Полученные точки пересечения A и B соединяют прямой линией. AB - сторона треугольника, равная $AB = 0{,}5d\sqrt{3}$.

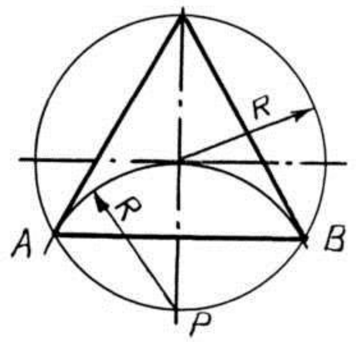


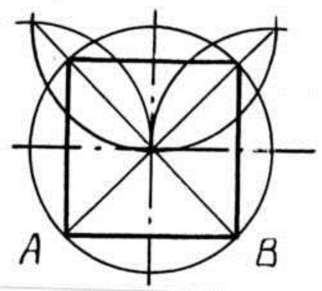
Рис. 11

II. Построение квадрата (рис.12,рис.13)

1.Определяют вершины квадрата с помощью биссектрисы прямых углов, составленных горизонтальными и вертикальными диаметрами окружности (рис.12).

Длина стороны квадрата, получаемая таким образом, равна: $AB = 0{,}5d\sqrt{2}$.

2.Квадрат ABCD строят на стороне AB=a (рис.13).Восстанавливают перпендикуляр 1 в точке A к AB и на нем откладывают отрезок AD=a. Засечками из точек B и D определяют вершину - точку C.



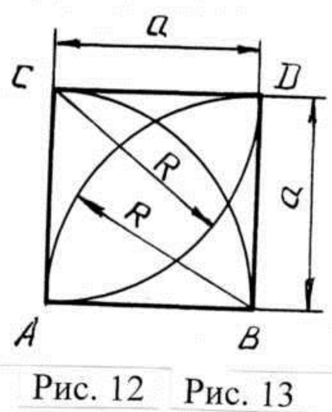
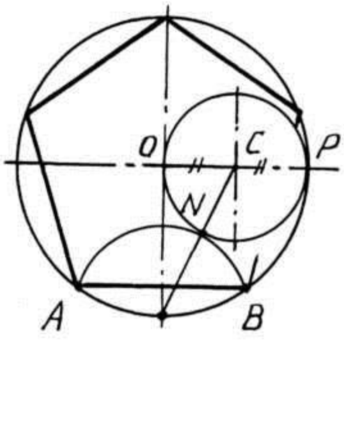


Рис. 12 Рис. 13

III.Построение пятиугольника (рис.14, рис.15)

Пятиугольник строят делением окружности на пять частей.

1. Находят середину полудиаметра OP - точку C (рис.14). Из точки как из центра проводят окружность радиусом OP. Соединяют точку C с точкой M - концом



отрезка, равного вертикальному диаметру. Из точки М радиусом MN проводят дугу до пересечения с заданной окружностью. Полученные точки А и В соединяют прямой линией. Отрезок АВ - сторона пятиугольника (отрезок АМ- сторона десятиугольника).

2. Находят середину полудиаметра ОР - точку С (рис.15). Из точки С как из центра проводят дугу АВ'. Из точки А радиусом АВ' проводят вспомогательную дугу ВВ', которая пересечет окружность в точке В. Отрезок АВ=АВ' - сторона пятиугольника.

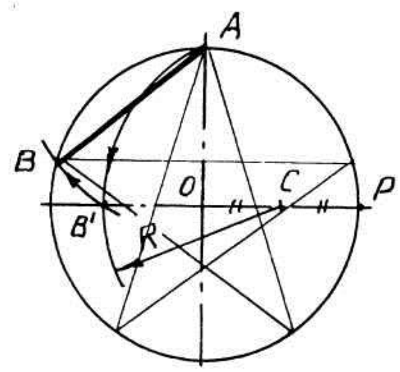


Рис. 15

IV. Построение шестиугольника (рис.16)

Построение аналогично построению треугольника - см.п.1.

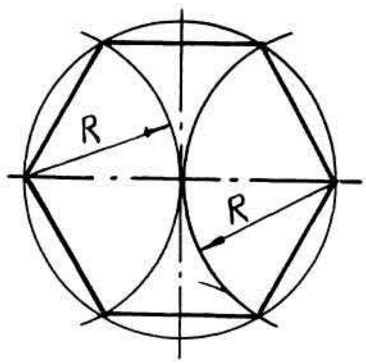


Рис. 16

V.Построение семиугольника (рис.17)

Из точек Р и Q на окружности как из центров проводят дуги радиусами PO=QO=R.

Точки пересечения М и N вспомогательных дуг с окружностью соединяют прямой MN. Эта прямая пересекает вертикальный диаметр в точке С. Отрезок АВ=ОС - сторона семиугольника.

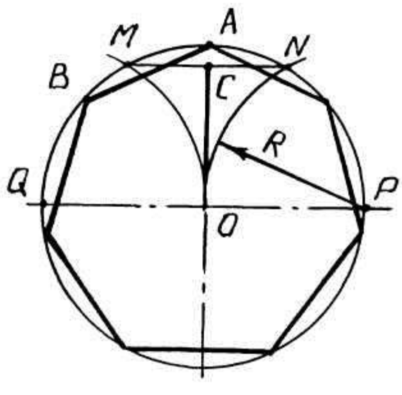


Рис. 17

VI. Построение многоугольника с n-м числом сторон (рис.18)

Диаметр окружности d=AC делят на n равных частей, например n=9, при помощи произвольной прямой m. Проводят из точек A и C радиусом R=d дуги окружностей, пересекающиеся в полюсе P. Соединяют точку P с точками диаметра через одно деление, например с точкой K, соответствующей второму делению. Точки A и B определяют сторону правильного девятиугольника.

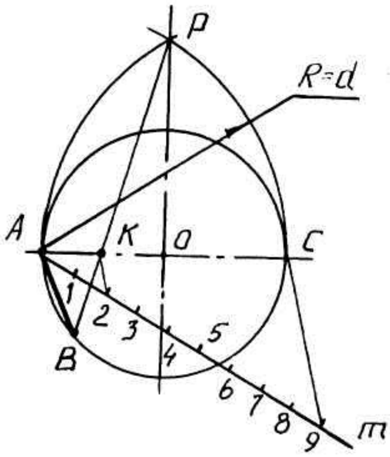


Рис. 18

4. Определение центра дуги окружности. Спрямление дуги окружности

I. Определение центра дуги окружности (рис.19)

Дугу окружности пересекают двумя произвольными хордами MN и PQ и к середине каждой хорды восстанавливают перпендикуляры. Точка O пересечения перпендикуляров определяет центр окружности.

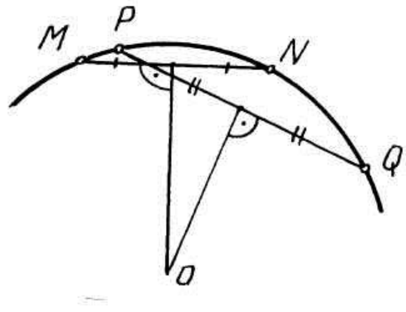


Рис. 19

II. Спрямление дуги окружности при $\alpha < 40°$ (рис.20)

Для определения длины дуги AB окружности радиуса R из центра O проводят OD перпендикулярно хорде AB. От точки D откладывают отрезок DC=3R и через точку C и концы дуги, точки A и B, проводят прямые AC и BC. Пересечения этих прямых с касательной к дуге,

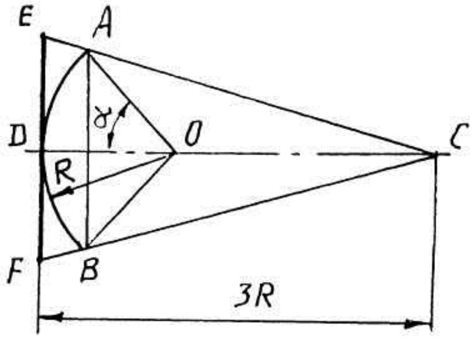


Рис. 20

проведенной в точке D, определяют точки E и F. Отрезок EF достаточно точно выражает длину дуги AB.

Ш.Спрямление дуги окружности (рис.21)

Длина дуги окружности аналитически определяется по формуле $l=\sqrt{a^2+\frac{16}{3}f^2}$ или $l=\frac{\pi d\alpha}{360^\circ}$ где α - угол сектора, град.;

a - длина хорды, стягивающей дугу, мм;

f - высота стрелки сегмента, мм.

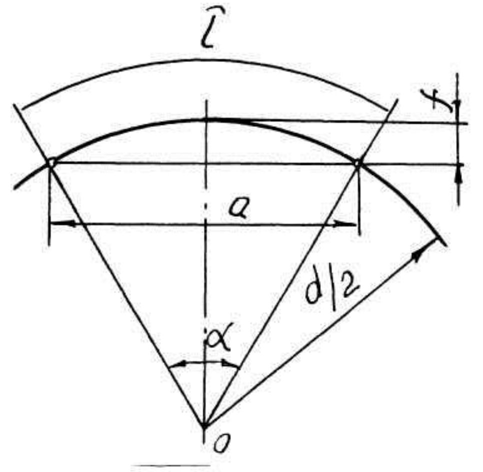


Рис. 21

IV.Спрямление окружности (рис.22)

Строят вертикальный диаметр окружности и через нижнюю его точку А проводят касательную к окружности. Через центр О проводят под углом 30° к вертикальному диаметру прямую до пересечения ее в точке М с касательной к окружности. По касательной от точки М откладывают отрезок MN=3R, т.е. равный трем значениям радиуса окружности. Отрезок, соединяющий точку N с верхней точкой В вертикального диаметра, с достаточно высоким приближением равен длине полуокружности (BN=πR).

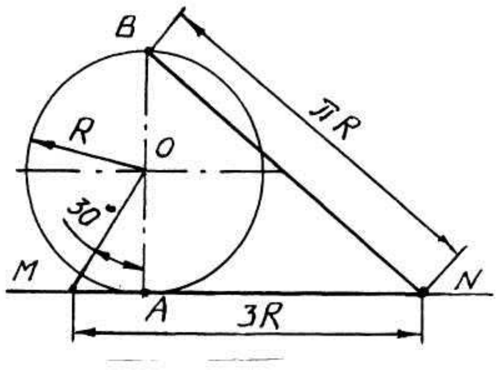


Рис. 22

V. Спрямление окружности и дуги окружности (рис.23)

Через середину хорды AB проводят диаметр KM, перпендикулярный к хорде, и через точку K проводят касательную к окружности. Из точки D (или C) как из центра радиусом R, равным диаметру окружности, проводят дугу до пересечения с продолжением диаметра KM в точке O_1. Из точки O_1 проводят лучи O_1A и O_1B до пересечения с касательной в точках A_1 и B_1. Отрезок A_1B_1 определяет спрямленное значение длины дуги окружности. Расстояние между точками C_1 и D_1 определяет спрямленную дугу полуокружности.

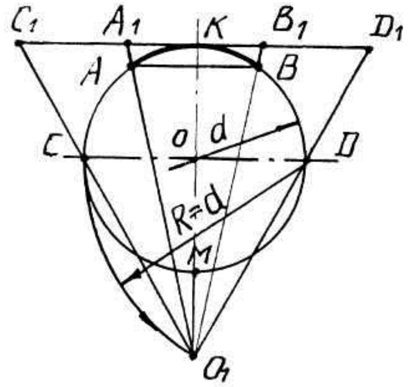


Рис. 23

VI. Спрямление дуги окружности при $\alpha>60^0$ (рис.24)

На продолжении хорды, стягивающей дугу AB, откладывают отрезок AC=AM, т.е. длину хорды, стягивающей половину дуги AB. В точке A проводят касательную к окружности и засекают ее из точки C радиусом R=BC.Тогда AB_0 будет представлять собой длину выпрямленной дуги AB.

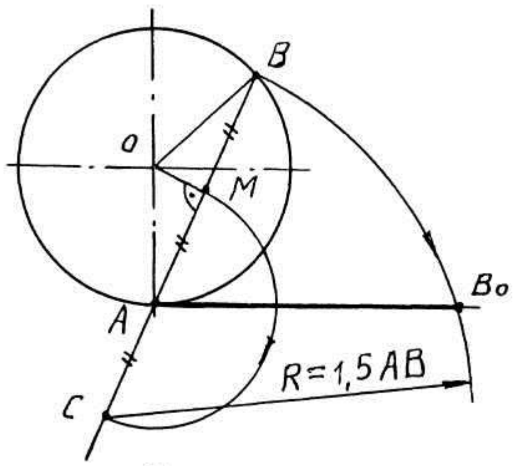


Рис. 24

VII.Построение на окружности дуги заданной длины L(рис.25)

Заданную длину дуги откладывают на касательной AB_0 к окружности и делят ее на четыре равные части. Отмечают точку C на расстоянии ¼ L от точки A и, принимая ее за центр, засекают окружность радиусом B_0C к ¾ L. Дуга AB имеет заданную длину L.

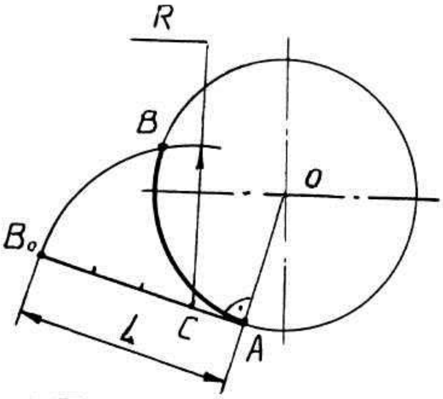


Рис. 25

VIII.Определение длины окружности (рис.26)

В окружность вписывают сторону квадрата a_4 и сторону разностороннего треугольника a_3. Приближенная длина окружности получается суммированием длины двух сторон ($2a_3$) треугольника и двух сторон ($2a_4$) квадрата, вписанных в окружность.

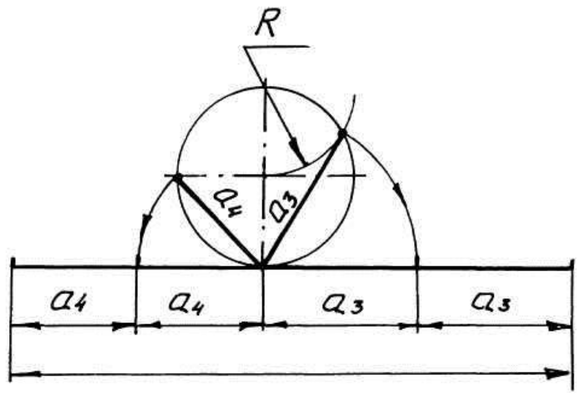


Рис. 26

Библиографический список

1. Гордон, В.С. Курс начертательной геометрии / В.С. Гордон, И.А. Семенцов-Огиевский. - М.: Наука, 1988.-272с.
2. Чекмарев, А.А. Инженерная графика. - М: Высшая школа, 1988. - 335с.
3. Годик, Е.И., Справочное руководство по черчению / Е.И. Годик, А.М. Хаскин. - М.: Машиностроение, 1974. - 696 с.
4. Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению / В.А. Федоренко, А.И. Шошин. - Л.: Машиностроение, 1981. - 416с.
5. Фролов, С.А. Сборник задач по начертательной геометрии. - М.: Машиностроение, 1980. - 142с.

Сопряжения

Методические указания для студентов всех специальностей

Составители: Александра Николаевна Лялина
Надежда Валентиновна Целовальникова
Сергей Алексеевич Полумисков Алла
Валентиновна Сухарева

Научный редактор Г.И. Чистобородов

Редактор Т.В. Федорова

Корректор И.Н. Худякова

Лицензия ИД № 06309 от 19.11.2001. Подписано в печать 14.02.2003.

Формат 1/8 60х 84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 2,0. Тираж 30 экз. Заказ № 288

Редакционно-издательский отдел

Ивановской государственной текстильной академии

Отдел оперативной полиграфии ИГТА

153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21