МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Индустриально-педагогический колледж
Отделение автоматизации информационных и технологических процессов

О.В. ДЕНИСОВА

КРИВЫЕ ЛИНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 744(076.5)
ББК 22.151.3я73
Д 33

Рецензент
доктор технических наук С.И. Павлов

Денисова О.В.
Д 33 **Кривые линии: методические указания к выполнению графических работ / О.В. Денисова – Оренбург: ГОУ ОГУ, - 22 с.**

В данных методических указаниях излагаются основные способы построения циркульных и лекальных кривых при выполнении расчетно-графических работ.

Методические указания к выполнению практической работы предназначены для студентов колледжей специальностей 050501 «Профессиональное обучение», 230103 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 151001 – «Технология машиностроения», 60203 – «Производство летательных аппаратов», 150411 – «Монтаж и эксплуатация технического оборудования», 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств».

ББК 22.151.3я73

Содержание

Введение

Данные методические указания предназначены для студентов технических колледжей очной формы обучения по специальностям 050501 «Профессиональное обучение», 230103 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 151001 – «Технология машиностроения», 60203 – «Производство летательных аппаратов», 150411 – «Монтаж и эксплуатация технического оборудования», 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств».

Методические указания содержат следующие разделы:

- коробовые кривые линии, где рассматриваются основные алгоритмы построения таких кривых, как овал, овоид, завиток;
- лекальные кривые, где рассматриваются способы и алгоритмы построения кривых конического сечения и циклических кривых.

Методические указания дадут возможность студенту правильно и квалифицированно выполнить графическую работу по теме: «Сопряжения. Циркульные и лекальные кривые», подготовить альбом с графическими работами.

Кривые линии встречаются в очертаниях отдельных элементов деталей машин и механизмов, а также в очертаниях конструкций различных строительных сооружений. Если все точки кривой линии лежат в одной плоскости, такие кривые называют **плоскими кривыми**. Если точки кривой не лежат в одной плоскости, такие кривые называют **пространственными кривыми.**

В геометрическом черчении плоские кривые делят на две группы в зависимости от инструментов, которыми выполняется их построение: **коробовые (циркульные) кривые**, состоящие из дуг окружностей и **лекальные кривые**, которые строят по точкам и обводят по лекалу.

1 Коробовые кривые линии

В технике встречаются детали, поверхности которых ограничены плоскими кривыми, которые выполняются плавными линиями с помощью циркуля. Коробовые кривые представляют собой линии, состоящие из сопряженных дуг окружностей разных радиусов. К таким кривым относятся завитки, овалы и овоиды. Коробовые линии получили такое название потому, что такие формы имели днища коробов. Профили кулачков, эксцентрики, фланцы, строительные элементы (арки, отводы) в очертаниях имеют эти линии.

1.1 Овал

Овал – плавная замкнутая симметричная кривая, состоящая из четырех сопрягающихся дуг. Для его построения нужно найти четыре центра дуг и четыре точки сопряжения.[1]

По форме овал приближается к эллипсу (лекальная кривая), поэтому эллипс часто заменяют овалом, так как вычерчивать овал проще. Овал имеет две оси: большую и малую. Они делят его на симметричные части. Существует несколько способов построения овалов с четырьмя центрами. Чаще всего строят овал по двум заданным осям.

Алгоритм построения овала по двум заданным осям – большой АВ и малой СО:

1) проводят две взаимно перпендикулярные линии и на них откладывают размеры заданных осей (рисунок 1);
2) точки А и С соединяют прямой линией;
3) из точки О радиусом ОА проводят дугу до пересечения с вертикальной линией в точке Е;
4) отрезок СЕ является разностью полуосей. Этот отрезок откладывают на отрезке АС от точки С, получают точку Р;
5) через середину отрезка АР проводят перпендикулярную прямую (для этого применяют способ деления отрезка пополам циркулем), которая пересечет большую ось в точке 1, а малую – в точке 2. Точка 1 будет центром левой малой дуги, а точка 2 – центром верхней большой дуги;
6) так как овал – фигура симметричная, то справа от точки О на расстоянии, равным отрезку О1, находится точка 3 – центр правой малой дуги, а сверху на расстоянии, равным отрезку О2, находится точка 4 – центр нижней большой дуги (рисунок 2);
7) поскольку точки сопряжения лежат на прямых, соединяющих центры дуг, точки 1 и 4, 3 и 4, 1 и 2, 2 и 3 соединяют прямыми (рисунок 3). Эти прямые ограничивают длину дуг и на них будут находиться точки сопряжения;

8) для построения овала из центров 1 и 3 проводят дуги радиусом, равным отрезку 1A, до пересечения с прямыми в точках 5, 6, 7 и 8, которые будут являться точками сопряжения. Из центра 2 через точку C радиусом, равным отрезку 2C, проводят дугу от точки 5 до точки 8 (рисунок 4). Из центра 4 через точку D радиусом, равным 4D, проводят дугу от точки 6 до точки 7.

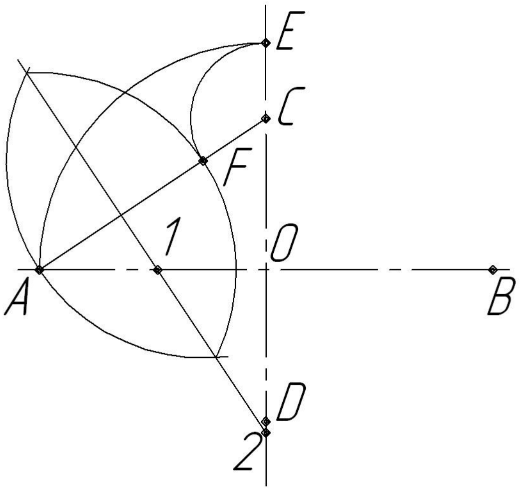

Рисунок 1 – Построение овала

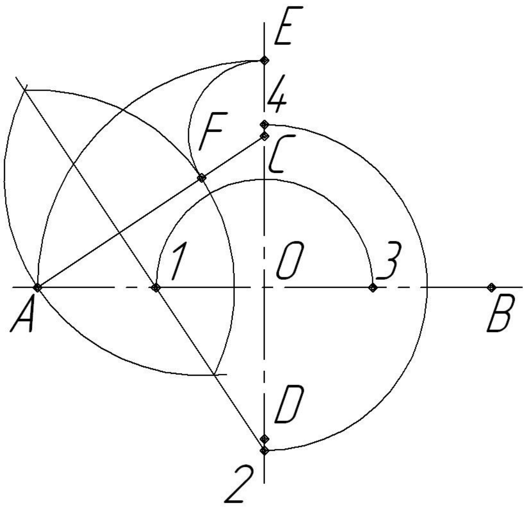

Рисунок 2 – Построение овала

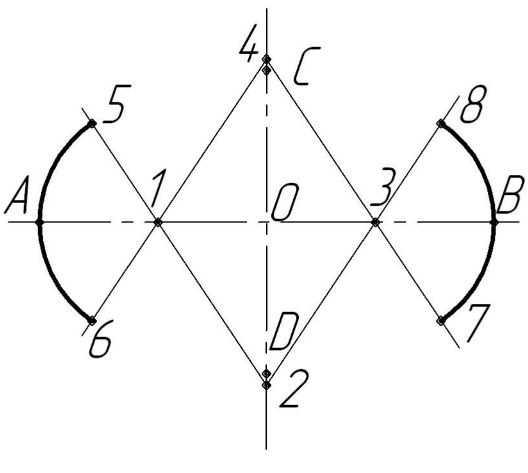

Рисунок 3 – Построение овала

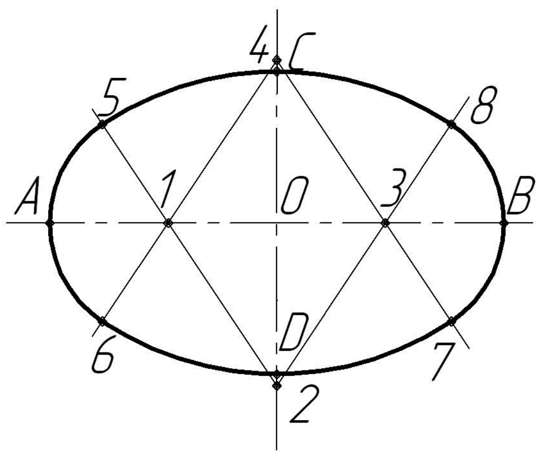

Рисунок 4 – Построение овала

1.2 Овоид

Овоид – это фигура, состоящая из половины окружности и половины овала.

Эта кривая применяется при вычерчивании кулачков (рисунок 5), рукояток (рисунок 6) и других деталей. Овоид задают диаметром или радиусом основной окружности. [2]

Алгоритм построения овоида:

1) проводят ось овоида и центровую линию AB основной окружности (рисунок 7). Точка *C* будет центром малой дуги овоида. Точки A и B – центры больших дуг овоида;

2) для нахождения точек сопряжения К и $К_1$ проводят прямые через центры (А, В и С) дуг сопряжения;

3) из точки А радиусом АВ, равным диаметру заданной окружности

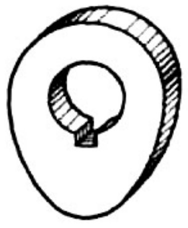

Рисунок 5 – Кулачок

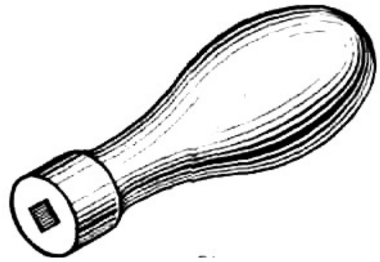

Рисунок 6 – Рукоятка

проводят дугу до пересечения с прямой АС в точке К;

4) из точки В радиусом ВА проводят вторую дугу до пересечения с прямой ВС в точке $К_1$;

5) К и $К_1$ – точки сопряжения. Из центра С радиусом СК проводят дугу $КК_1$. Дугу АВ проводят радиусом основной окружности.

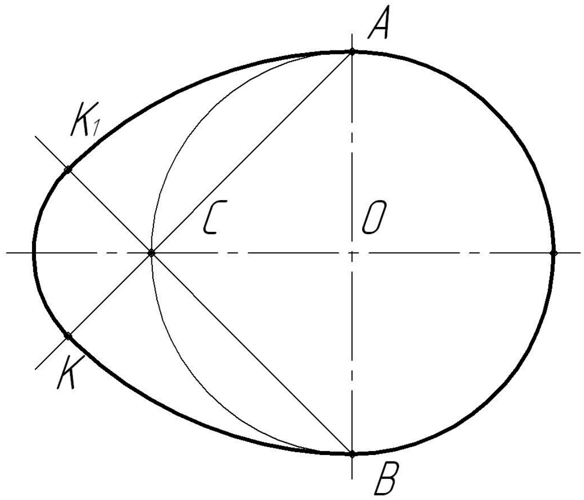

Рисунок 7 – Овоид

1.3 Завиток

Завиток – это плоская кривая, по форме похожая на спираль и состоящая из нескольких дуг различных радиусов, проведенных из нескольких центров. [3]

Рассмотрим построение четырехцентрового завитка.

Алгоритм построения завитка:

1) заданы четыре центра (1, 2, 3 и 4), которые являются вершинами квадрата со стороной d. Продолжим стороны квадрата, как показано на рисунке 8;

2) из центра 1 радиусом d проводят дугу от точки 4 до пересечения

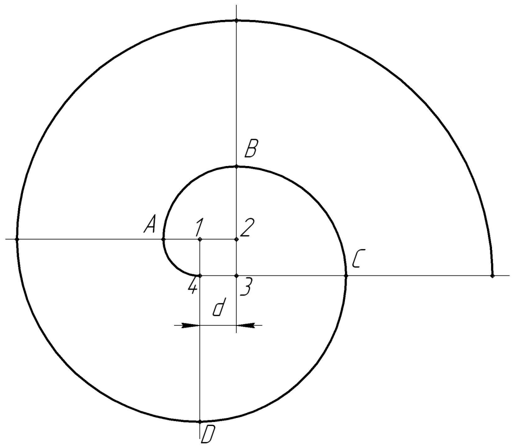

Рисунок 8 – Завиток

с продолженной стороной квадрата 12 в точке A;

3) из центра 2 радиусом 2A (2d) проводят дугу от точки A до пересечения с продолженной стороной квадрата 23 в точке B;
4) из точки 3 радиусом 3B (3d) проводят дугу от точки B до пересечения с продолженной стороной квадрата 34 в точке C;
5) из центра 4 проводят дугу радиусом 4C (4d) от точки C до пересечения с продолженной стороной квадрата 14 в точке D;
6) далее построение продолжают в той же последовательности, увеличивая радиус дуги каждый раз на величину d.

При вычерчивании завитков не всегда начинают построение от вершины квадрата. В чертеже кожуха вентилятора (рисунок 9) завиток строят от точки A радиусом R+d из центра 1, где радиус R задается конструктором, до пересечения с продолженной стороной квадрата 21 в точке B. Далее из центра 2 проводится дуга радиусом R+2d от точки B до пересечения с продолжением стороны квадрата 32 в точке C и т. д. Заканчивается построение завитка в точке E.

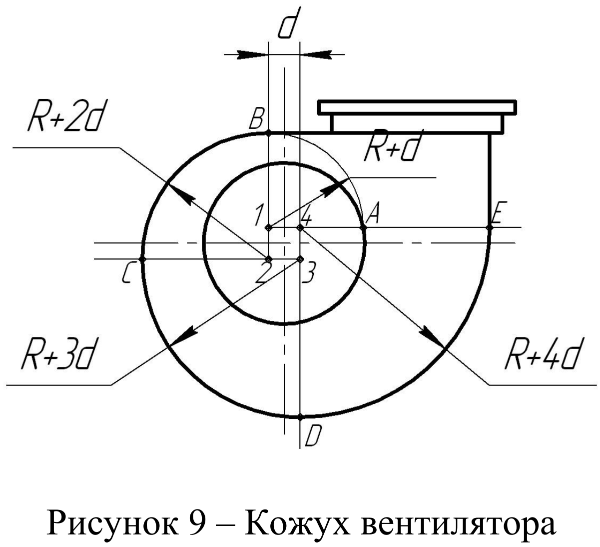

Рисунок 9 – Кожух вентилятора

2 Лекальные кривые

Лекальные кривые называют так потому, что они обводятся по лекалу. Принадлежащие им точки не лежат на окружностях или дугах, их строят по определенным законам, соединяют тонкой плавной линией от руки и обводят по лекалу небольшими участками. Лекальную кривую можно рассматривать как линию, состоящую из бесчисленного количества бесконечно малых дуг окружностей при постепенном изменении места из центров и радиусов кривизны.

Лекала представляют собой тонкие пластины с криволинейными кромками, служащие для обводки лекальных кривых. Изготовляют лекала из дерева или пластмассы. Края лекала должны быть ровными, без вмятин и щербин. Для работы необходимо иметь 3 – 5 лекал различной формы.

При вычерчивании лекальных кривых сначала находят точки, принадлежащие этой кривой. Затем точки соединяют плавной тонкой линией от руки. Полученную линию обводят по лекалу. Чтобы при обводке не нарушалась плавность линии, необходимо подбирать лекало так, чтобы захватывать не менее трех точек кривой. Обводить линии нужно так, чтобы обводка каждого участка заканчивалась на предпоследней точке этого участка. Последняя точка в обводке не участвует, так как в этой точке кромка лекала начинает отходить от проведенной кривой. Затем лекало подбирают так, чтобы две последние точки предыдущего участка входили в число точек вновь подобранного участка. Это обеспечивает плавность перехода от одной части кривой к другой. [4]

В технике часто встречаются детали, имеющие сложные очертания, состоящие из различных криволинейных участков, в том числе и из лекальных кривых, например, такие детали, как маховое колесо, гайка, кронштейн, кулачок.

Лекальные кривые получаются при пересечении поверхностей плоскостями, при перемещении какой-либо точки в плоскости по определенному закону, могут графически отражать закономерности какого-либо процесса, являться проекциями пространственных кривых и т. п. По характеру образования лекальные кривые можно разделить: на кривые конического сечения, циклические кривые, спирали, синусоидальные кривые. Рассмотрим несколько кривых из каждой группы.

2.1 Кривые конического сечения

Кривые конического сечения – эллипс, параболу, гиперболу – можно получить при пересечении прямого кругового конуса плоскостями различного положения по отношению к образующим и оси конуса. [4]

Эллипс – это плоская кривая линия, у которой сумма расстояний от любой точки этой кривой до двух ее фокусов (F_1 и F_2) расположенных на большой оси, есть величина постоянная, равная большой оси эллипса.

Эллипс всегда имеет две взаимно перпендикулярные оси (большую и малую).

Алгоритм построения эллипса по двум осям, используя его фокусы (F_1 и F_2)**:**

1) дана большая ось AB = 2a и малая ось CD = 2b.Находят два фокуса F_1 и F_2. Для этого из точек C или D проводят дугу радиусом R = a до пересечения с большой осью в точках F_1 и F_2. Эти точки являются фокусами, так как точка C принадлежит эллипсу, а $CF_1+CF_2=AB$ по построению (см. рисунок 10);
2) для построения точек M, M_1, M_2, M_3 произвольным радиусом R_1 (R_1 не больше расстояния F_1B) сначала из фокуса F_1, а потом из фокуса F_2 сверху и снизу от большой оси проводят небольшие дуги;
3) второй радиус (R_2) равен разности AB-R_1. Радиусом R_2 из двух фокусов делают засечки на четырех ранее проведенных дугах, получают точки M, M_1, M_2, M_3;
4) число точек для построения-очертания эллипса берется по необходимости, и все они строятся аналогично точкам M, M_1, M_2, M_3.

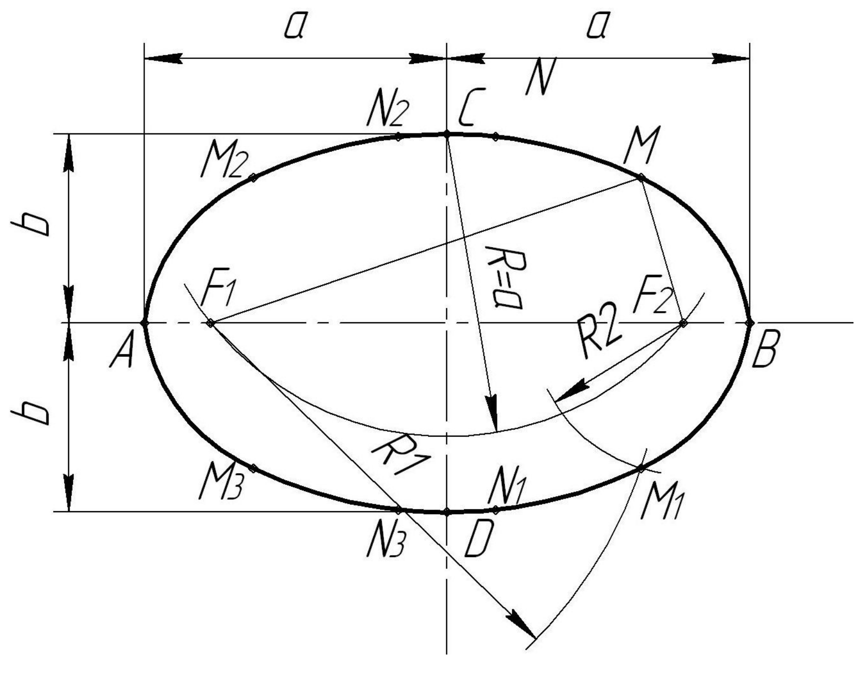

Рисунок 10 – Построение эллипса

Алгоритм построения эллипса по заданным осям (рисунок 11):

1) проводят окружность с центром в точке O и радиусом R =OA = OB;
2) проводят окружность с центром в точке O и радиусом R = OC = OD;

3) делят большую окружность на равные части, например на 12. Точки деления соединяют прямыми, проходящими через центр окружностей O;
4) из точек пересечения прямых с окружностями проводят линии, параллельные осям эллипса, как показано на рисунке;
5) при взаимном пересечении этих линий получают точки, принадлежащие эллипсу, которые соединив предварительно от руки тонкой плавной кривой, обводят с помощью лекала.

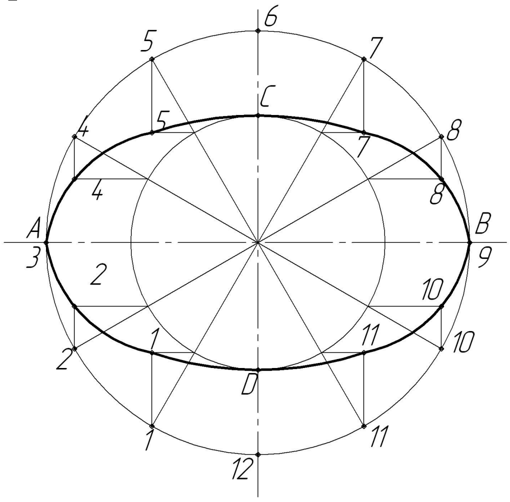

Рисунок 11 – Эллипс

Парабола – это плоская кривая, каждая точка которой удалена на одинаковое расстояние от заданной точки F (фокус) и заданной прямой AB (директриса). Парабола имеет одну ось симметрии. Между директрисой и фокусом задается расстояние. Вершина параболы (точка O) всегда находится посередине этого расстояния, потому что она, как и любая точка параболы, должна находиться на одинаковом расстоянии от фокуса и директрисы. [5]

Алгоритм построения параболы (по заданному расстоянию между директрисой и фокусом – отрезку KF):

1) через точку K проводят директрису, параллельно директрисе произвольно проводят несколько прямых. Первая прямая проведена через фокус F (рисунок 12);
2) из точки F радиусом R_1=a проводят дугу до пересечения с прямой в точках D и D_1. Эти точки будут принадлежать параболе, так как они находятся на одинаковом расстоянии (a) от директрисы и фокуса;

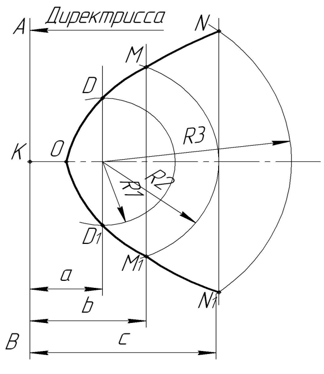

Рисунок 12 – Парабола

3) вторую прямую проводят на расстоянии b от директрисы;

4) из точки F проводят дугу радиусом R_2=b до пересечения с этой прямой в точках M и M_1, которые будут принадлежать параболе, так как находятся на одинаковом расстоянии (b) от директрисы и фокуса, и т. д.

Алгоритм построения параболы по оси СО, вершине О и точке В, принадлежащей параболе:

1) из вершины параболы (точка О) перпендикулярно оси СО параболы проводят прямую. Из точки В параллельно оси проводят прямую до пересечения с первой прямой в точке А (рисунок 13);

2) отрезки ОА и АВ делят на одинаковое число равных частей, затем полученные точки нумеруют от вершины О на вертикальной прямой и от точки А на горизонтальной прямой;

3) вершину О соединяют с точками на прямой АВ;

4) из точек, лежащих на прямой ОА, проводят прямые параллельно оси параболы: из точки 1 – до пересечения с прямой 01', из точки 2 – до пересечения с прямой 02' и т. д. Точки пересечения будут точками параболы (рисунок 13).

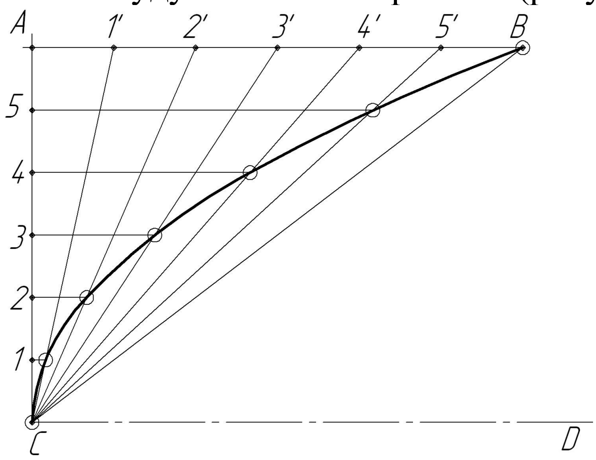

Рисунок 13 – Парабола

Алгоритм построения параболы как кривой, касательной к **двум прямым с заданными на них точками касания А и В:**

1) построение начинают с деления отрезков ОА и ОВ на одинаковое число равных частей;

2) затем на одной прямой от точки О, а на другой прямой от точки А полученные точки нумеруют (рисунок 14);

3) точки с одинаковым номером соединяют прямыми, которые, пересекаясь между собой, как бы скругляют угол АОВ ломаной линией;

4) примерно посередине каждого отрезка этой линии находится точка, принадлежащая параболе. Эти точки соединяют от руки тонкой плавной линией и обводят по лекалу (рисунок 15). [6]

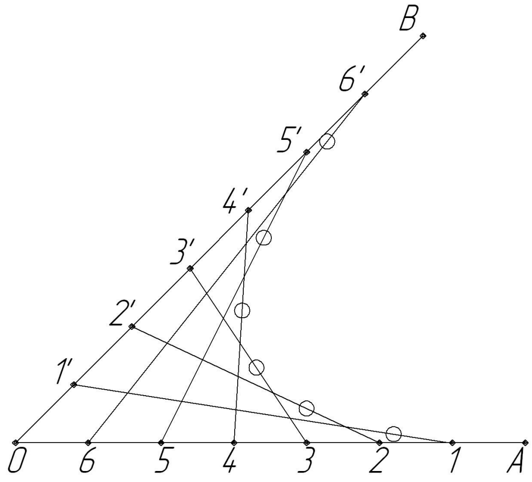

Рисунок 14 – Парабола

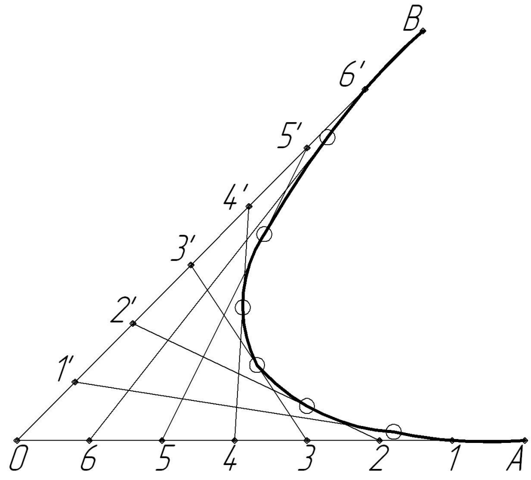

Рисунок 15 – Парабола

Гипербола – плоская кривая, разность расстояний от каждой точки которой до двух заданных точек F_1 и F_2 (фокусов) есть величина постоянная, равная расстоянию между вершинами гиперболы A_1 и A_2. Гипербола имеет две незамкнутые симметрично расположенные ветви (рисунок 16). Она имеет две асимптоты (BC и DE) – прямые, к которым ветви гиперболы стремятся приблизиться, но это приближение бесконечно. Гипербола имеет две оси – действительную (x) и мнимую (y). На действительной оси располагаются два фокуса F_1 и F_2, вершины (A_1 и A_2) и центр гиперболы (точка O), который находится посередине отрезка A_1A_2. На рисунке 16 на примере произвольно взятой точки M показано, что разность расстояний от этой точки до фокусов (F_1 и F_2), то есть отрезок F_1N, равна отрезку A_1A_2 – расстоянию между вершинами гиперболы. [7]

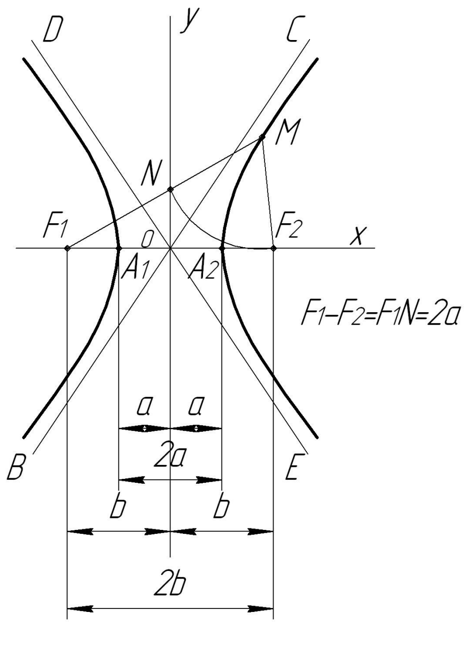

Рисунок 16 – Гипербола

Алгоритм построения гиперболы по заданным расстояниям между фокусами F_1 и F_2 (2b) и между вершинами (2a):

1) сначала проводят действительную ось x и мнимую ось y (рисунок 16);

2) в их пересечении лежит центр гиперболы (точка O), от которого откладывают влево и вправо расстояния a и b, т. е. строят фокусы F_1 и F_2 и вершины A_1 и A_2;

3) затем от одного из фокусов, например F_2, по действительной оси (в данном случае вправо) откладывают несколько отрезков произвольной длины так, чтобы по мере удаления от фокуса их величина несколько увеличивалась. На рисунке 17 отложено четыре таких отрезка, концы которых отмечены цифрами 1, 2, 3, 4;

4) из фокусов F_1 и F_2 поочередно проводят дуги радиусом, равным расстоянию от построенных точек до вершин A_1 и A_2, а в частности радиусом R_1, равным расстоянию от точки 4 до точки A_1 из фокуса F_1 проводят сверху и снизу по небольшой дуге. Тем же радиусом R_1 из фокуса F_2 проводят еще две дуги. Затем радиусом R_2, равным расстоянию от точки 4 до точки A_2, из фокусов F_1 и F_2 поочередно делают засечки на первых четырех дугах, в пересечении получают точки K_1 и K_2;

5) таким же образом от точек 1, 2 и 3 получают радиусы для построения других точек гиперболы.

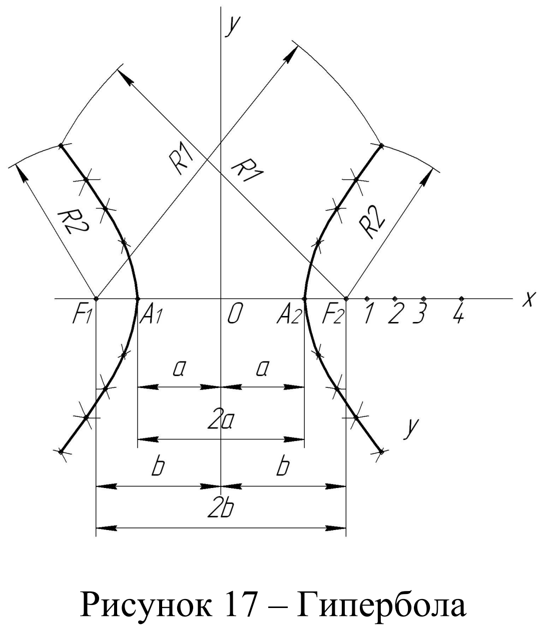

Рисунок 17 – Гипербола

Алгоритм построения равнобокой гиперболы по заданным асимптотам OA и OB и точке M (рисунок 18):

1) через заданную точку M параллельно асимптотам проводят две прямые;

2) из точки O проводят произвольные прямые OC, OD, OE, OF, как показано на рисунке 18, каждая из которых пересекает прямые, проведенные параллельно асимптотам, в двух точках (c_1, c_2, d_1, d_2…);

3) из построенных точек проводят прямые, параллельные асимптотам, как показано на рисунке 18, в пересечении которых получают точки, принадлежащие гиперболе (c_3, d_3, e_3 и f_3);

4) затем эти точки соединяют плавной тонкой линией от руки и обводят по лекалу.

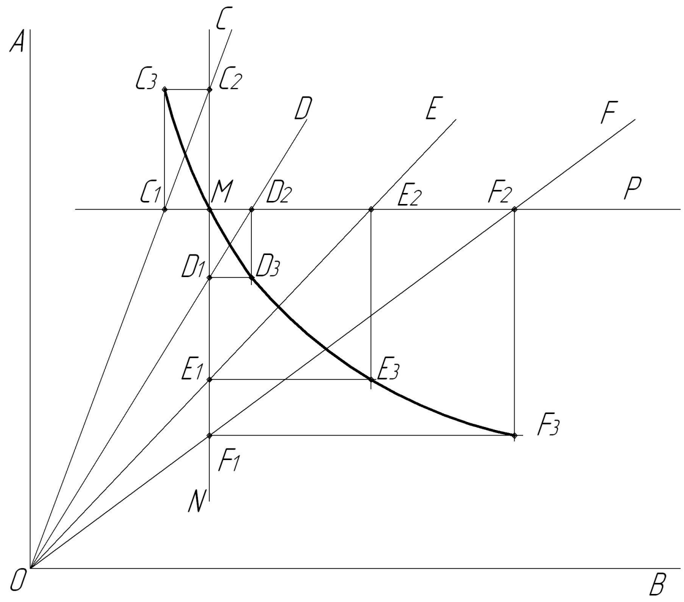

Рисунок 18 – Равнобокая гипербола

2.2 Циклические кривые

Циклические кривые – это плоские линии, которые получаются в результате перемещения точки окружности, катящейся по какой-либо линии. Катящаяся окружность, на которой лежит точка, является **производящей** окружностью, а окружность или прямая, по которой катится окружность, - **направляющей**. К циклическим кривым относятся циклоида, эпициклоида, гипоциклоида. Эти кривые широко применяются в машиностроении в деталях, обычно связанных с круговым движением, например, в построениях профиля зуба зубчатых колес и реек. [8]

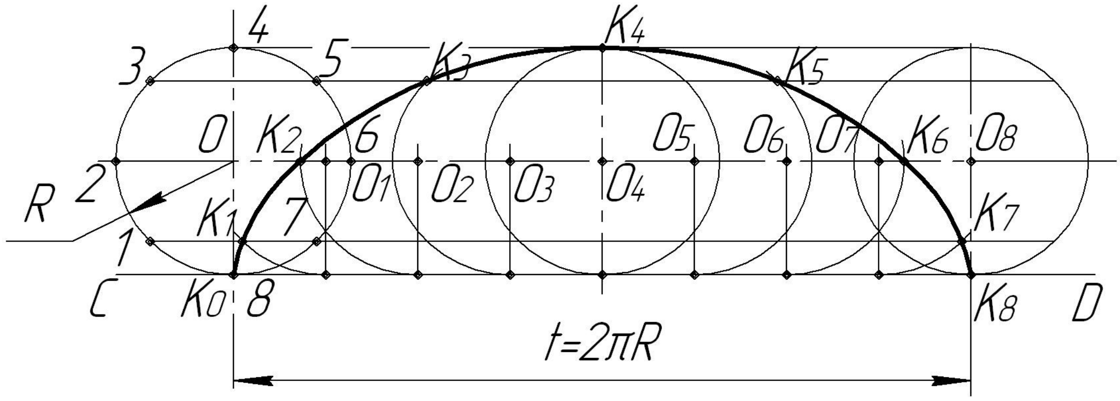

Рисунок 19 – Построение циклоиды

Циклоида (от греч. kykloeides – кругообразный) – это плоская кривая, представляющая след перемещения точки окружности круга, катящегося без скольжения по прямой линии.

Алгоритм построения циклоиды:

1) окружность радиуса R делят на восемь равных частей и мысленно катят ее слева направо по горизонтальной прямой CD (рисунок 19);
2) расстояние между точками K_0 – K_8 будет равно длине окружности $2\pi R$. Это расстояние делят также на восемь равных частей;
3) из полученных точек восставляют перпендикуляры для того, чтобы получить центры O_1, O_2, O_3, ..., O_8 перемещающейся окружности на линии CD;
4) если теперь из центра O_1 провести окружность радиуса R, то в пересечении ее с прямой 7–1 будет найдена точка K_1 циклоиды;
5) аналогично строят другие точки. Для более точного построения кривой используют деление окружности на 12 или 16 равных частей.

Эпициклоида – плоская кривая, описываемая точкой производящей окружности, которая без скольжения катится по направляющей окружности, при этом производящая направляющая окружности имеют внешнее касание.

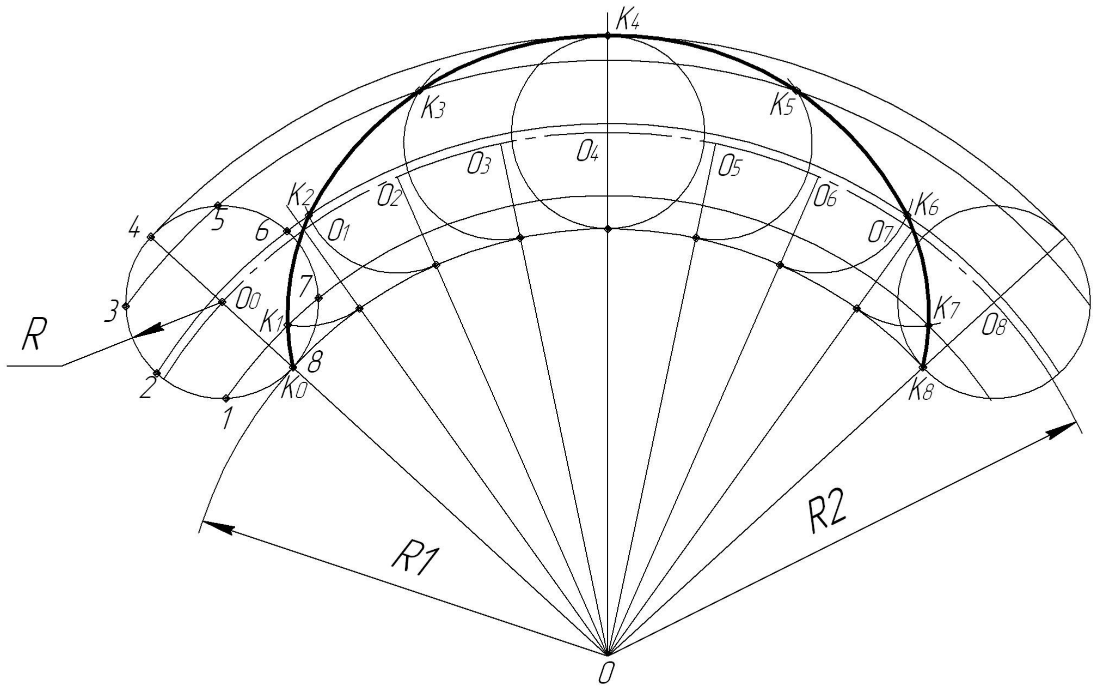

Рисунок 20 – Эпициклоида

Алгоритм построения эпициклоиды:

1) заданы окружности радиусов R и R_1. На производящей окружности радиуса R, в месте касания двух окружностей, лежит точка K_0. Окружность радиуса R_1 является направляющей. При качении производящей окружности радиуса R по направляющей окружности радиуса R_1 точка К за один полный оборот катящейся окружности опишет один цикл кривой и переместится из положения K_0 в положение K_8;
2) для построения одного цикла кривой достаточно провести не всю окружность радиуса R_1, а только ее часть (рисунок 17);
3) для построения промежуточных положений точки К окружность радиуса R делят на равные части, например на восемь, 1/8 длины окружности радиуса R откладывают по направляющей дуге радиуса R_1 от точки K_0 восемь раз;
4) через полученные точки (1' – 8'*)* и центр О проводят прямые до пересечения с дугой радиуса R_3, получаются промежуточные центры окружности R (O_1 – O_8);
5) из центра О через точки 4, 3, 2, 1 проводят дуги до пересечения с дугами, проведенными из соответствующих центров 0_1 – 0_8, радиусом R, получают точки K_1 – K_8, принадлежащие эпициклоиде;
6) соединив точки K_0 – K_8 тонкой линией, получают эпициклоиду, которую обводят по лекалу.

Гипоциклоида – плоская кривая, описываемая точкой производящей окружности, которая без скольжения катится по направляющей окружности, при этом направляющая и производящая окружности имеют внутреннее касание. [8]

Построение гипоциклоиды аналогично построению эпициклоиды (рисунок 21), только в этом случае производящая окружность радиуса R катится с внутренней стороны направляющей окружности радиуса R_1 и все построения будут находиться внутри направляющей окружности.

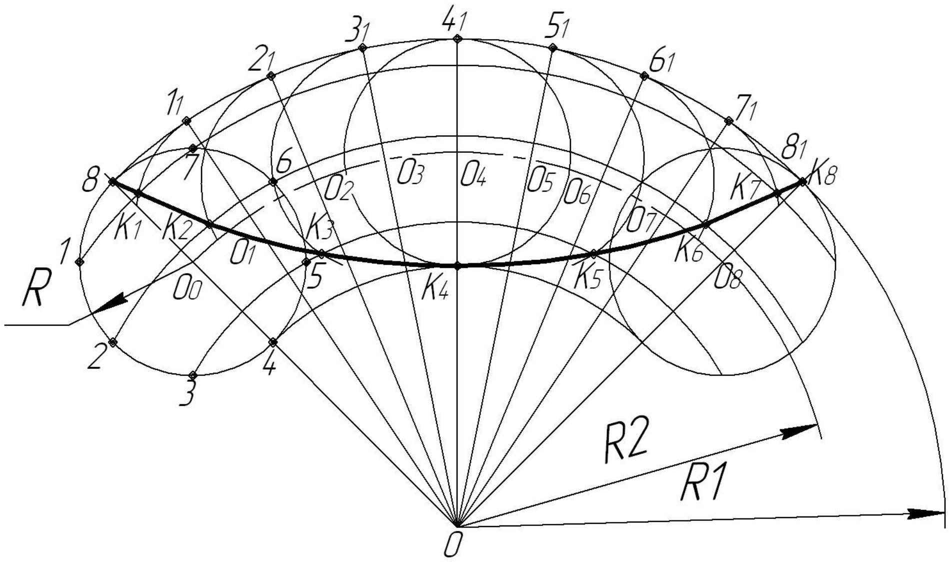

Рисунок 21 – Гипоциклоида

Спираль – плоская кривая, описываемая точкой, которая вращается вокруг неподвижного центра и одновременно удаляется от него в соответствии с определенной закономерностью.

Спирали широко используются в технике при конструировании зажимных эксцентриковых приспособлений, в кулачковых патронах и механизмах, при конструировании фрез, при изготовлении плоских пружин и т. п.

Спираль Архимеда – кривая, образованная движением точки, равномерно движущейся по прямой, которая, в свою очередь, равномерно вращается в плоскости вокруг неподвижной точки, принадлежащей этой прямой.

Характер спирали Архимеда определяется шагом t, т. е. расстоянием, которое пройдет точка по прямой за один полный оборот этой прямой на 360°. Вращение прямой может происходить как по часовой стрелке, так и против. [9]

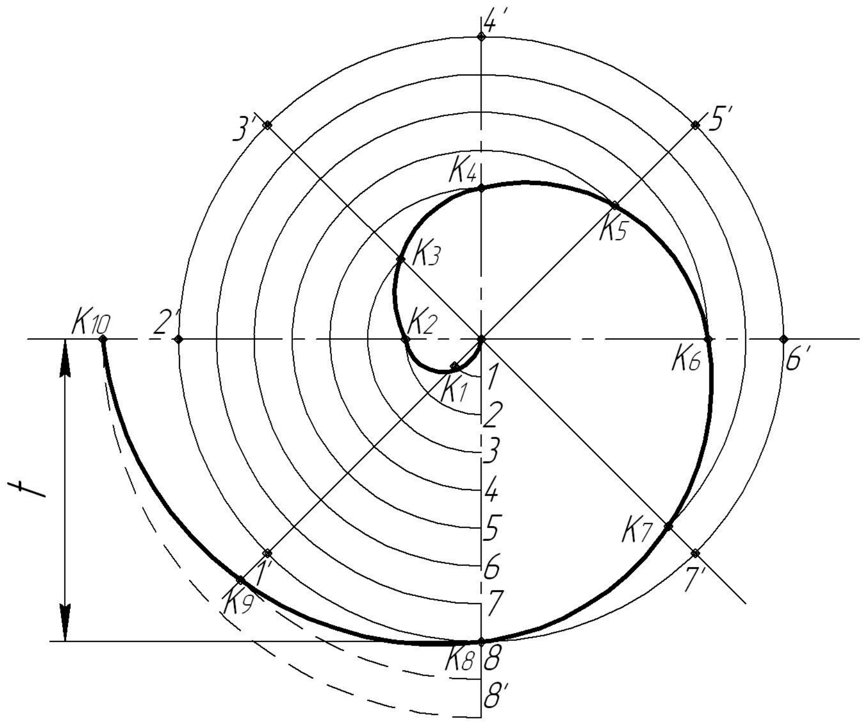

Рисунок 22 – Спираль Архимеда

Алгоритм построения спирали Архимеда с шагом t и вращением прямой по часовой стрелке:

1) вспомогательную окружность, проведенную радиусом, равным t и отрезок 08, равный шагу, делят на одинаковое число равных частей, например, на восемь (рисунок 22);
2) начальная точка (K_0) совпадает с точкой О. Отрезок 08, по которому движется точка, вращается так, что один конец (точка О) неподвижен. При повороте отрезка на 1/8 полного угла (45°) точка К пройдет 1/8 своего пути;
3) поэтому из центра О радиусом 01 проводят дугу до пересечения с прямой, проведенной через точку 1' и центр О, получают точку K_1, принадлежащую спирали;
4) затем проводят дугу радиусом 02 до пересечения с прямой 02', получают точку K_2, принадлежащую спирали, и т. д.;
5) при полном обороте отрезка 08 вокруг точки О отрезок совпадает со своим начальным положением, а точка К займет положение K_8;
6) полученные точки $K_0 – K_8$ соединяют плавной линией, которую обводят по лекалу;
7) при вычерчивании следующего витка спирали построение продолжают таким же образом, увеличивая радиус на 1/8 шага. На рисунке 19 это показано штриховой линией;
8) дальнейшее построение можно выполнить и другим способом. Для этого от точек $K_1 – K_8$ откладывают по прямым 01' – 08' отрезок, равный шагу t, получают точки $K_1 – K_{16}$.

Эвольвента окружности – это плоская кривая линия, представляющая собой траекторию точки окружности при ее развертывании. Слово «эвольвента» – латинское, означает «развертывающий».

Эвольвенту окружности можно получить, если поверхность цилиндра обернуть упругой проволокой в один полный оборот и закрепить один ее конец. Отпущенный второй конец, развертываясь (распрямляясь в отрезок), опишет в пространстве кривую, которая и будет эвольвентой. При этом длина проволоки будет равна длине окружности основания данного цилиндра ($2\pi R$).

Такую же кривую описывает любая точка прямой линии, катящейся без скольжения по окружности. Эвольвента используется при профилировании кулачков, эксцентриков, зубьев зубчатых передач и. т. п.

Если окружность разделить на любое число равных дуг и представить развертывание и выпрямление каждой дуги в отрезок прямой линии, то полученные отрезки будут касательными к заданной окружности. Точки касания будут точками окончания каждой дуги, которые будут одновременно начальными точками следующих дуг. А как известно, касательная перпендикулярна к радиусу окружности, проведенному в точку касания. [9]

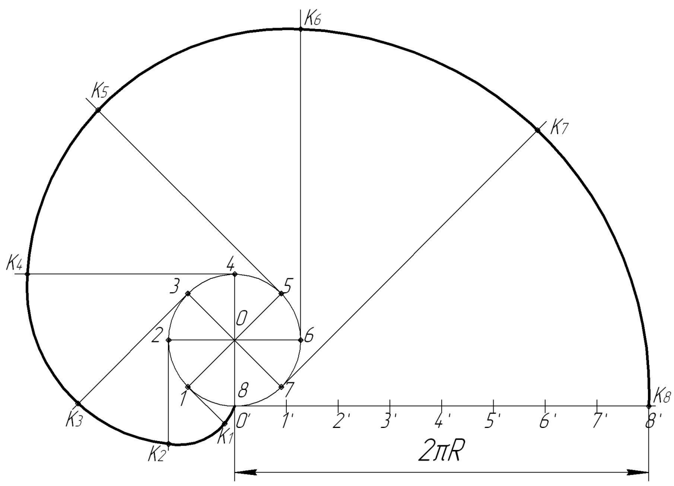

Рисунок 23 – Эвольвента окружности

Алгоритм построения эвольвенты окружности (рисунок 23):

1) заданную окружность делят на любое число равных дуг (в данном случае на» восемь), получают точки 1 – 8;
2) каждую точку деления соединяют с центром окружности (точка O);
3) из точки 8 проводят касательную к окружности и откладывают на ней длину окружности ($2\pi R$). Этот отрезок будет развернутой окружностью. Точка 8' будет принадлежать эвольвенте;
4) полученный отрезок делят на восемь равных частей и получают отрезки, равные 1/8 длины окружности, для определения длины каждой развернутой дуги;

5) через точки 1 – 8 проводят касательные и откладывают отрезки, равные длине соответствующей дуги. От точки 1 откладывают отрезок, равный длине развернутой дуги 0'4'. От точки 2 – отрезок, равный длине развернутой дуги 0'2' и т. д.;

6) получают точки K_1 – K_8, принадлежащие эвольвенте. Полученные точки соединяют плавной кривой линией, которую обводят по лекалу.

Синусоида – кривая, изображающая постепенное изменение тригонометрической функции – синуса – в зависимости от постепенного изменения величины угла.

Она используется в построении проекций винтовых линий.
Прямая Ox – ось синусоиды, t – шаг или длина волны. На рисунке 21 $t=2\pi R$ (если $t=2\pi R$ синусоида называется нормальной; при $t<2\pi R$ синусоида сжатая; при $t>2\pi R$ синусоида растянутая). Высшая и низшая точки синусоиды называются вершинами - это точки K_2 и K_6.

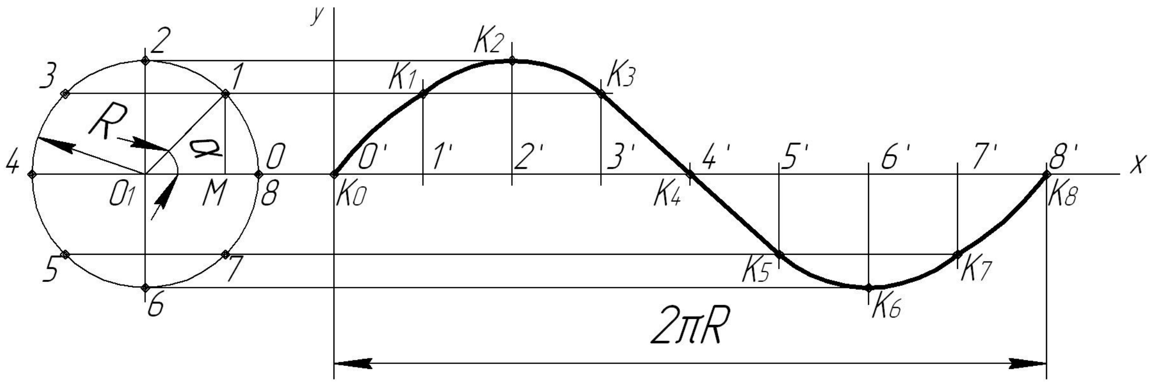

Рисунок 23 – Синусоида

Алгоритм построения синусоиды:

1) проводят оси координат O_x и O_y;
2) на некотором расстоянии слева от точки О проводят окружность заданного радиуса R;
3) вправо от точки О, по оси Ox, откладывают отрезок t — заданный шаг (в данном случае $t=2\pi R$);
4) окружность и отрезок t делят на одинаковое число равных частей (на рисунке 23 – на восемь равных частей);
5) из точек деления отрезка проводят перпендикуляры, на которых откладывают отрезки, равные соответствующим полухордам (1M, $O_1 2$ и т. д.). Для этого из точек 1 – 8 деления окружности проводят прямые, параллельные оси Ox, до пересечения с перпендикулярами из соответствующих точек 1' – 8' деления отрезка t, получают точки K_1 – K_8;
6) полученные точки принадлежат синусоиде. Их соединяют от руки тонкой плавной линией, которую обводят по лекалу.

Список использованных источников

1 **Болтухин, А.К.** Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: учеб. для вузов / А. К. Болтухин [и др.]; под ред. А. К. Болтухина, С. А. Васина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.

2 **Большаков**, В.П. Инженерная и компьютерная графика: практикум / В. П. Большаков. – М.: БХВ – Санкт-Петербург, 2004. – 592 с.

3 **Васильева, М.А.** Инженерная графика: сборник практ. заданий к РГР по чтению и деталированию чертежей общего вида и сборочных чертежей / М. А. Васильева, А. И. Воронков, А. П. Иванова. – Оренбург: ОГУ, 2006. – 94 с.

4 **Георгиевский, О.В.** Инженерная графика: справочник / О. В. Георгиевский. – М.: Архитектура-С, 2005. – 224 с.

5 **Сорокин, Н.П.** Инженерная графика: учебник / Н.П. Сорокин [и др.]; под ред. Н.П. Сорокина. – СПб.: Лань, 2005. - 392 с.

6 **Миронова, Р.С.** Инженерная графика: учебник / Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 288с.

7 **Вышнепольский, И.С.** Техническое черчение: учеб. для СПУ / И.С. Вышнепольский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 223 с.

8 **Розов, С.В.** Курс черчения с картами программированного контроля: учеб. пособие для учащихся средних специальных учебных заведений / С.В. Розов. – М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.: ил.

9 **Матвеев, А.А.** Черчение: учебник для машиностроительных техникумов / А.А. Матвеев, Д.М. Борисов, П.И. Богомолов. – Доп. тираж. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. – 479 с.

10 **Гордон, В.О.** Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский; под ред. В.О. Гордона и Ю.Б. Иванова. – 24-е изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2002. – 272 с.