

УДК 621.382

Геликоид в конструкции эскалатора

*Данов Е.А., студент
кафедра «Подъемно-транспортные системы»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Малахов А.А., студент
кафедра «Подъемно-транспортные системы»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Юренкова Л. Р., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
moskalenko@bmstu.ru*

Все многообразие известных в настоящее время форм и механизмов с применением винтовых поверхностей можно условно разделить на две группы. Первую группу составляют устройства и механизмы, в которых одна деталь, снабжённая винтовой поверхностью (или поверхностями), взаимодействует с другой деталью, имеющей точно такую же, либо подобную винтовую поверхность. К данной группе относится любое устройство с винтовой парой. Под винтовой кинематической парой следует понимать соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающих движение одного винтового

звена относительно другого. Вторую группу форм с винтовой поверхностью образуют исключительно детали, которые, обладая соответствующей геометрией, выполняют конкретную техническую функцию и взаимодействуют только со средой или материалом.

Одним из первых инженеров, применивших винтовую поверхность в конструкции машины, является Леонардо да Винчи. Это так называемый геликоптер - прообраз современного вертолета (рис.1).



Рис. 1.Летательная машина Леонардо да Винчи – геликоптер:
вверху эскиз Леонардо да Винчи; внизу современная реконструкция геликоптера

Винт геликоптера, при вращении которого создается подъемная сила, имеет форму косоугольного геликоида. На рис. 2 представлены ортогональные проекции одного витка косоугольного геликоида, который образуется при вращении образующей m , вокруг оси z и одновременном перемещении этой образующей вдоль оси на расстояние, пропорциональное углу поворота.

Образующая m геликоида, пересекая при своем движении ось z прямого кругового цилиндра и винтовую линию на этом цилиндре, остается параллельной образующим некоторого прямого конуса, соосного с винтовой линией, называемого направляющим конусом геликоида.

Данными для построения служат цилиндр радиуса R , образующая m , пересекающая ось z под углом β , и шаг винтовой линии H . На чертеже показано двенадцать положений образующей.

Сначала следует построить направляющий конус с вершиной S и двенадцать образующих, составляющих с осью z угол β . На 12 частей разделена окружность

радиуса R и шаг H винтовой линии. Через точки деления фронтальной проекции оси z'' проведены фронтальные проекции образующей m , параллельные фронтальным проекциям соответствующих образующих конуса. Образующая m , переходя в новое последовательное положение, перемещается вдоль оси z на величину $H/12$ и совершает поворот на угол равный $2\pi/12$. Таким образом, один конец образующей m лежит на оси z и во вращении не участвует, перемещаясь только поступательно по оси z , другой конец описывает винтовую линию. Совершив полный оборот, образующая m переместится вдоль оси на величину равную шагу H .

Авторы работы изготовили винт геликоптера из бумаги, за счет которого создается подъемная сила. Для этого сначала были построены ортогональные проекции косого закрытого геликоида, а затем с использованием ортогональных проекций – развертка (рис. 2).

Винтовая поверхность, имеющая самое распространенное использование в машинах, приборах, бытовых приборах в виде резьб, добралась до подъемно-транспортных машин – эскалаторов. Первый эскалатор был изобретен и запатентован в 1892 году американцем. Джессом Рено. Затем: появился траволатор - движущаяся бесступенчатая дорожка для передвижения пешеходов. Первый винтовой эскалатор появился в 1906 году в Англии. В конструкции эскалатора имелись две отдельные спирали для потока пассажиров вверх и вниз. Известно, что проработал лишь один день, был разобран, и только в двадцать первом веке найден узел эскалатора, который поместили в запасники лондонского транспортного музея. Новое - это хорошо забытое старое. Японские инженеры возродили идею, и в 1985 году компания *Mitsubishi Electric* стала первым (и пока единственным) в мире изготовителем спиральных эскалаторов.

Первую пару таких эскалаторов японцы соорудили в здании Shopping Center Creо в городе Цукуба. Сейчас в разных городах мира работает несколько десятков спиральных эскалаторов Mitsubishi (рис.3). Благодаря своеобразному очарованию и красоте спиральные эскалаторы нашли применение в различных торговых центрах, отелях, аэропортах, художественных галереях. Выигрыш в дизайне дополняется вполне практическими соображениями. Установленные в углу большого помещения, спиральные эскалаторы экономят полезную площадь.

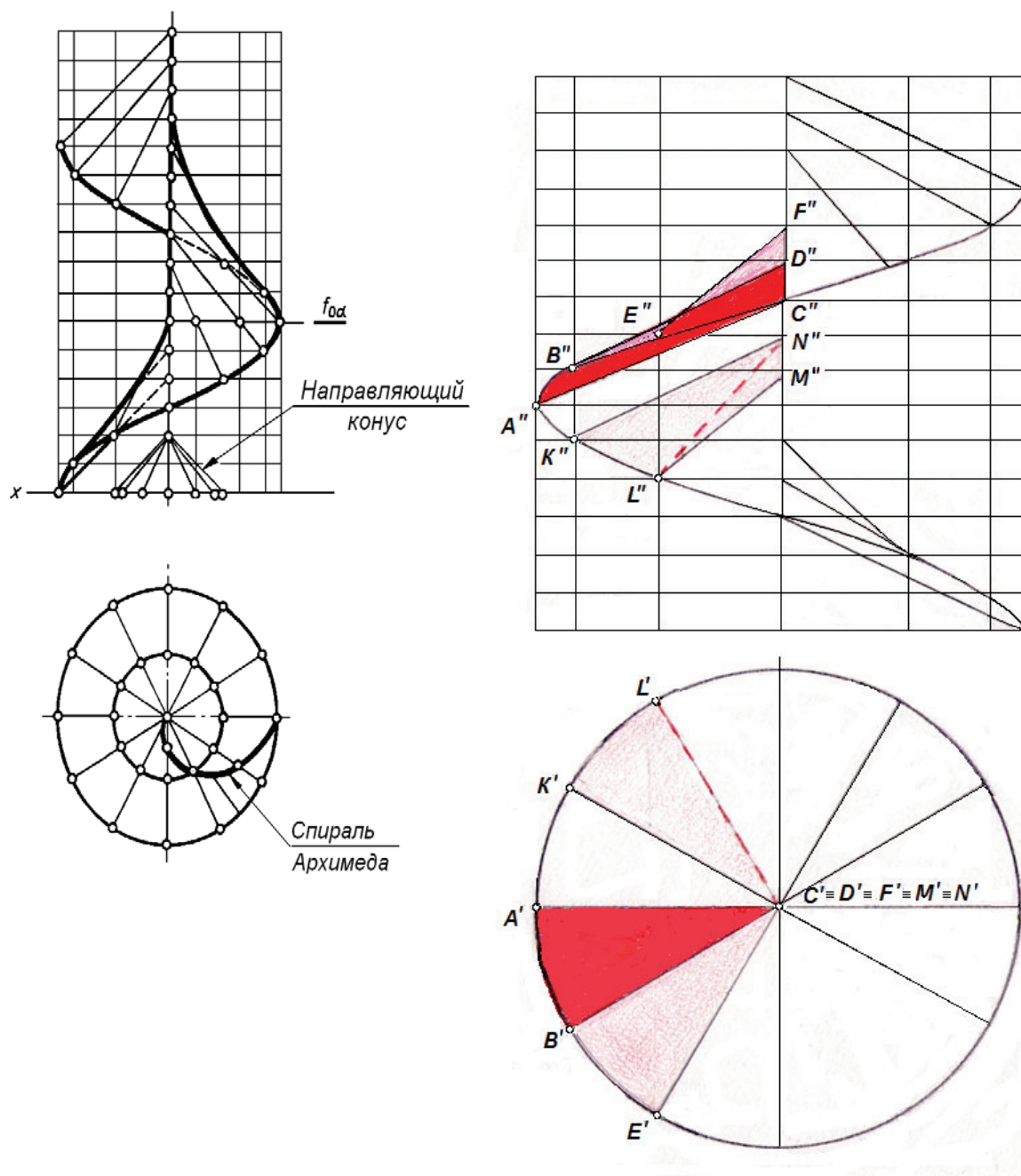


Рис. 2. Косой закрытый геликоид: слева – ортогональные проекции правого геликоида; справа – ортогональные проекции, использованные для построения развертки геликоида



Рис. 3. Спиральный эскалатор в торговом центре Сан-Франциско

На рис. 4 показана схема спирального эскалатора.

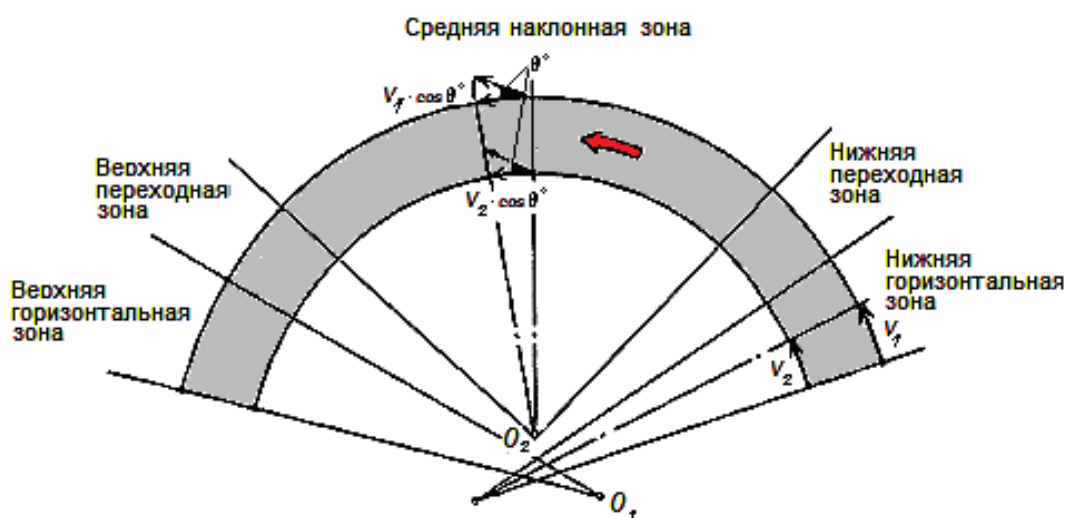


Рис. 4. Схема спирального эскалатора

В японском эскалаторе точка поворота каждой ступеньки (в плане) смещается в начале движения от OL к OM, а в конце движения - от OM к OU. Особенно эффектно смотрелись сразу несколько подобных лестниц, установленных одна над другой. При виде сверху получалась перспектива, чем-то напоминающая ДНК, свёрнутые в спираль листья растения, ожившие ступени башенных лестниц древних замков и прочее в том же духе.

Эскалатор израильского дизайнера Мишеля Давида, названный Helixator, имеет форму конической винтовой линии (рис. 5). Эта конструкция позволяет преодолеть одно из основных пространственных ограничений обычных эскалаторов, вертикальная скорость которых меньше горизонтальной. Винтовой эскалатор стометровой высоты с ускоряющимися пролетами, рассчитан на перевозку 20 000 человек в час в обоих направлениях. Такой эскалатор позволяет сэкономить площадь, достаточную для установки 15 лифтов.

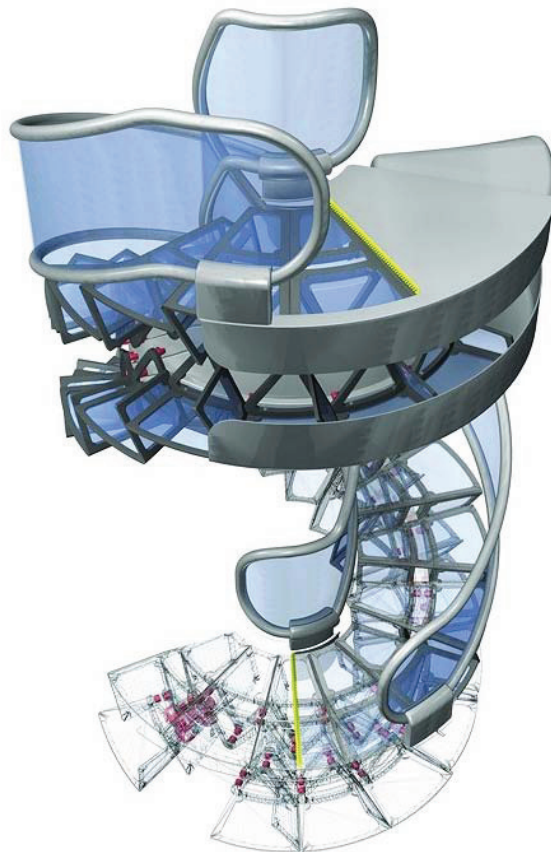


Рис. 5. Схема винтового конического эскалатора

В 2009 году российские изобретатели из Екатеринбурга разработали проект винтового эскалатора для многоэтажных зданий и сооружений общественного назначения. На рис.6 слева изображен один виток прямого открытого геликоида с осью $z \perp \pi_l$, показано 12 положений образующей m . Винтовая поверхность получается движением отрезка касательного к поверхности цилиндра радиуса r . Построение сводится к нахождению проекций образующей m , ограниченной двумя точками: точкой, скользящей по винтовой линии радиуса R и точкой, скользящей по винтовой линии радиуса r .

На рис. 6 справа приведена схема спирального эскалатора, в основе конструкции которого лежит левый прямой открытый геликоид. Вокруг центральной вертикальной неподвижной колонны проходят две спиральные направляющие дорожки. У эскалатора имеются верхний и нижний участки, горизонтальные нижнюю и верхнюю входную и выходную платформы. С наружной стороны направляющих дорожек коаксиально расположены участок транспортировки с дополнительными входной и выходной платформами, который выполнен дугообразным, и поводковые колеса с вертикальными осями вращения. Одна из дополнительных платформ размещена в верхней части дугообразного участка после верхнего поводкового колеса, а другая - в нижней части дугообразного участка перед нижним поводковым колесом. По наружному участку транспортировки осуществляется спуск. При этом холостой обратный ход ступеней отсутствует, так как эскалатор используется одновременно на подъем и спуск.

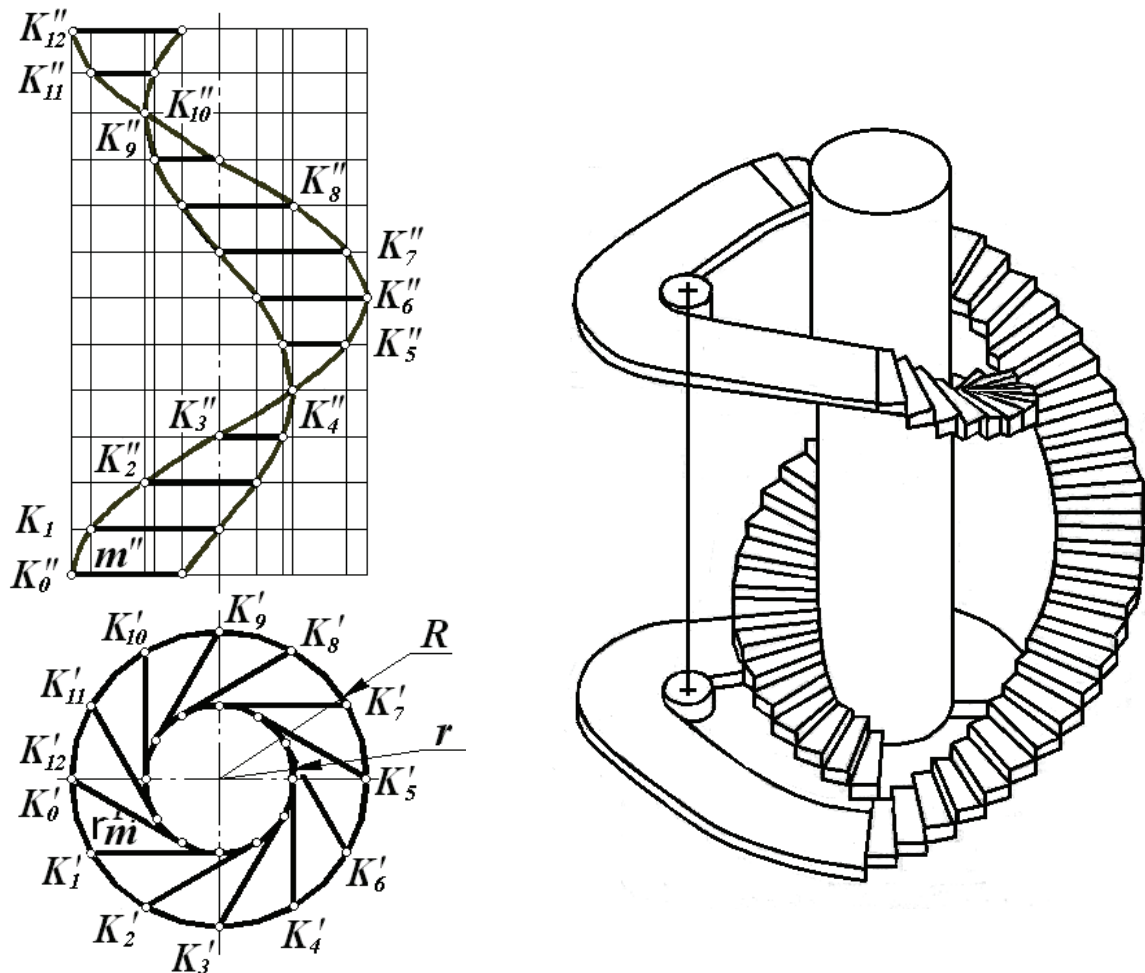


Рис. 6. Слева – ортогональные проекции прямого открытого геликоида; справа – схема винтового эскалатора

Список литературы

1. Бурлай В.В., Юренкова Л.Р. Справочное пособие по машиностроительному черчению (путеводитель по стандартам). М.: Российский новый университет, 2007. 212 с.
2. Бурлай В.В. и др. Винтовая линия и поверхность. Формы и устройства с участием винтовой линии.. Изд-во МГТУ 2008.— 75 с.
3. Энциклопедия для детей Аванта+, том «Техника».
4. Алёхин В. Н. и др. Винтовой эскалатор – патент РФ 2107018.

