

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОСОГО ГЕЛИКОИДА

Зотов Н.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Гиль С.В. – канд. техн. наук, доцент

Значимость и широкое применение в технике винтовых поверхностей, к которым принадлежит кинематическая поверхность открытого косоугольного геликоида, позволили выделить эти поверхности в отдельную группу. Практический интерес представляет компьютерное моделирование средствами САПР Inventor процесса образования данной поверхности с заданными параметрами, которое отличается высокой точностью и быстродействием. В работе представлена наиболее оптимальная последовательность создания трёхмерной компьютерной модели винтовой поверхности открытого косоугольного геликоида.

В технике широко применяются винтовые линии и поверхности. Винтовую линию можно рассматривать как результат перемещения точки по поверхности вращения как правило прямого кругового цилиндра или конуса. Винтовая линия постоянного шага, построенная на поверхности кругового цилиндра, называется гелисой. Следовательно, винтовые поверхности, направляющая которых – гелиса, называются геликоидами. Линию, производящую поверхность, в каждом ее положении называют образующей (или производящей). Образующая линия в винтовой поверхности может быть прямой или кривой, поэтому в зависимости от формы образующей отдельные виды винтовых поверхностей могут быть отнесены как к линейчатым, так и к нелинейчатым поверхностям. В качестве направляющих часто используются винтовые линии, также называемые винтовыми параллелями [1]. При постоянном шаге винтовой поверхности винтовые параллели точек образующей линии во фронтальной проекции представляют собой синусоиды. Как и поверхности вращения второго и четвертого порядка, винтовые поверхности имеют ось. В зависимости от положения образующей относительно оси вращения геликоиды делятся на прямые (образующая перпендикулярна оси) и косые (угол между образующей и осью отличен от 90°). Так же, как и винтовые линии, геликоиды различаются по направлению, могут быть правыми и левыми. Если при вращении по часовой стрелке точка, принадлежащая поверхности геликоида, удаляется от наблюдателя, направление геликоида правое. Если при вращении против часовой стрелки точка приближается, направление геликоида левое. Если винтовые параллели этой поверхности пересекают ось вращения, то геликоид называется закрытым, в противном случае – открытым [6].

Винтовые поверхности выделяют в отдельную самостоятельную группу, так как они находят широкое применение не только в технике, архитектуре и строительстве, но особенно в машиностроении. Связано это с одним из важнейших свойств винтовых поверхностей, способностью сдвигаться или скользить вдоль самих себя, совершая винтовое перемещение. Винты, сверла, пружины, шнеки, поверхности лопаток турбин и вентиляторов, рабочих органов судовых и воздушных винтов – неполный список их применения [5].

Винтовые поверхности относятся к кинематическим поверхностям и могут быть заданы своим определителем поверхности. Для создания геометрической части определителя следует воспроизвести каркас из семейства направляющих и образующих. Перемещение образующих подчиняется некоторому закону или алгоритму, который определяет характер винтового перемещения образующей. Алгоритмическая часть определителя винтовой поверхности может быть записана так:

$$\Phi(g, i); |g_j = T_i(g) \circ R_i(g)| \quad (1),$$

где $\Phi(g, i)$ – винтовая поверхность; g_i – образующие винтовой линии; i – ось винтовой; g_j – совершающее винтовое перемещение образующая, которое можно рассматривать как композицию из двух перемещений: параллельного перемещения вдоль оси T_i и вращения вокруг этой оси R_i [2].

Исходным условием для построения чертежа винтовой поверхности косоугольного геликоида является шаг винтового движения образующей и угол наклона её к оси вращения. В процессе движения образующая должна оставаться параллельной поверхности направляющего конуса с заданным углом наклона, фронтальную и горизонтальную проекции которого задают 12 образующими (или 18 для 1,5 шага поверхности) на плоскостях проекций [6]. На рисунке 1 показан пример закрытого косоугольного геликоида. Традиционный «ручной» способ построения винтовых поверхностей требует больших временных затрат и не отличается высокой точностью. Для моделирования процесса образования сложных кинематических поверхностей данного типа, а также создания в автоматизированном режиме конструкторской документации целесообразно использовать графический пакет САПР Inventor компании Autodesk [4]. Рассмотрим наиболее оптимальную методику создания трёхмерной компьютерной модели винтовой поверхности открытого косоугольного геликоида с заданными параметрами.

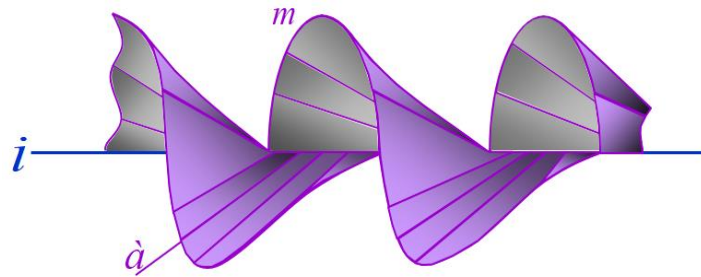


Рисунок 1 – Закрытый косой геликоид

Построение рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) Выбираем режим «2D эскиза» и с помощью команды «Отрезок» задаем ось поверхности.
- 2) В режиме «3D эскиз» чертим винтовую линию с помощью команды «Спираль». Выбираем тип винтовой линии, а также изменяемые параметры: диаметр, шаг, направление и высоту. При этом высота должна быть равна количеству шагов, а диаметр должен соответствовать внутреннему диаметру винтовой части шнека.
- 3) Переходим в режим «Модель» и создаем рабочую плоскость по трем точкам: точки начала и конца оси, а также точки конца винтовой линии.
- 4) В этой вспомогательной плоскости создаем «2D эскиз»: строим из точки конца винтовой линии отрезок под некоторым углом к горизонтальной плоскости. Применяем команду «Сдвиг». В качестве профиля выбираем отрезок. Заданной траекторией будет являться винтовая линия.
- 5) Задаем с помощью команды «Толщина/ Смещение» объем поверхности (рисунок 2).

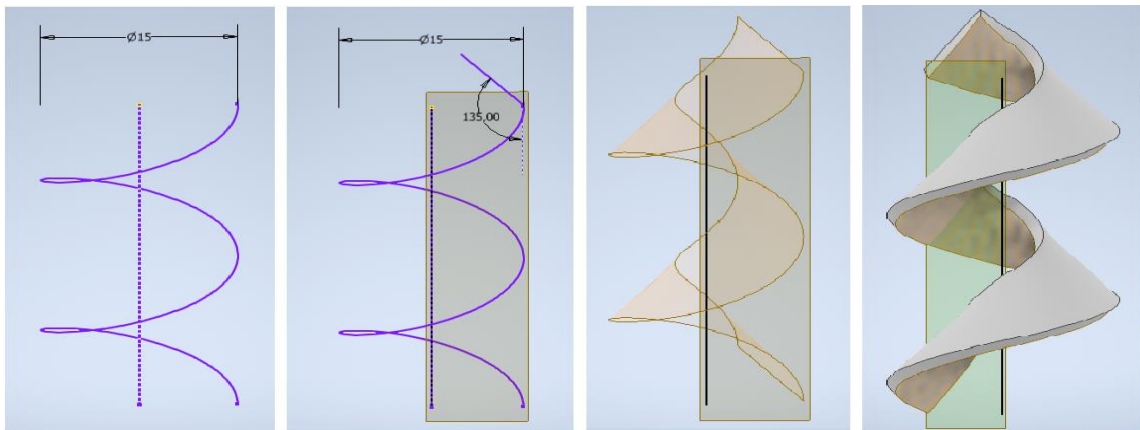


Рисунок 2 – Пошаговое построение поверхности открытого косо́го геликоида в программе Inventor

Таким образом в соответствии с приведенным алгоритмом моделируется процесс создания кинематической винтовой поверхности. Представленная последовательность построения является оптимальной, она не только ускоряет процесс воспроизведения поверхности, но и не требует предварительного задания дополнительных проекций данной поверхности или других вспомогательных для создания её тел. Изменяя необходимые параметры исходного условия на уровне эскиза, можно с высочайшей степенью точности снова воспроизводить заданный вариант поверхности и в дальнейшем при необходимости в автоматизированном режиме получать изображение винтовой поверхности на соответствующих плоскостях проекций.

Список использованных источников:

1. Кокошко, А. Ф. Основы начертательной геометрии : учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений по техн. специальностям // А. Ф. Кокошко. – Минск : ТетраСистемс, 2009. – 192 с.
2. Фролов, С.А. Начертательная геометрия: уч. для вузов. М.: Изд-во Моск.: Машиностроение, 1983. – 240 с.
3. Егоров, А.Г. Начертательная геометрия. Модуль №2 : учеб.-метод. Пособие // Т.А. Варенцова, Г.Н. Уполовникова.– Тольятти : ТГУ, 2007. – 83 с.
4. Гузненков В.Н., Журбенко П. А. Autodesk Inventor 2012. Трёхмерное моделирование деталей и создание чертежей. Изд-во. ДМК-Пресс. 2012. – 120 с.
5. Бубенников А.В. Начертательная геометрия: учебник для вузов. М.: Изд-во Высшая школа, 1985. - 288 с.
6. Начертательная геометрия : учеб. пособие / Е.И. Белякова, П.В. Зелёный. – Минск : БНТУ, 2015. – 224 с.