

УДК 514.18

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЗАДАННЫХ МАССИВОМ ТОЧЕК

Гавриленко Е.А., к.т.н.,

Холодняк Ю.В., к.т.н.,

Пахаренко В.О., д.т.н.,

Подкорытов А.Н., д.т.н.

Мелитопольская школа прикладной геометрии,

Таврический государственный агротехнологический университет

(Мелитополь, Украина)

Целью статьи является разработка технологии проектирования компьютерных моделей поверхностей, заданных массивом точек, и программ их обработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Основное требование к поверхностям изделий, взаимодействующих со средой, – обеспечение заданного характера их обтекания. Функциональные качества поверхности обеспечиваются ее геометрическими характеристиками. Ламинарный характер обтекания поверхностей можно обеспечить за счет монотонного изменения значений кривизны, кручения, радиусов соприкасающихся сфер вдоль линий, входящих в определитель поверхности. Исходными данными для формирования линейных элементов каркаса поверхности является исходный точечный ряд и геометрические свойства кривой. Разработаны методы формирования плоских и пространственных кривых с закономерным изменением характеристик на основе произвольного точечного ряда. На каждом участке, ограниченном последовательными точками, определяется область, внутри которой расположены все кривые линии, отвечающие условиям задачи. Полученная кривая, представленная новым точечным рядом, состоящим из сколь угодно большого числа точек, считается сформированной в случае, когда область ее возможного расположения не превышает заданной величины. Практическое применение предложенной технологии продемонстрировано на примере проектирования поверхностей межлопаточного канала рабочего колеса турбокомпрессора и рабочей поверхности дисковой фрезы для рыхления почвы. Разработанная технология проектирования поверхностей сложных технических изделий включает в себя создание геометрических моделей поверхностей и управляющих программ для их обработки на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: динамическая поверхность, каркас поверхности, линейный элемент модели, дискретно представленная

кривая, закономерное изменение дифференциально-геометрических характеристик.

Постановка проблемы. Геометрическое моделирование дискретно представленной поверхности (ДПП) может осуществляться путем организации, на основе исходного множества точек, каркаса, состоящего из дискретно представленных кривых (ДПК). Далее поверхность моделируется путем формирования одномерных обводов, образующих ее каркас. При этом на формируемые одномерные обводы могут накладываться различные дополнительные условия. Такими условиями могут быть отсутствие осцилляций, фиксированные характеристики и порядок гладкости формируемых обводов, другие требования. В случае моделирования динамической поверхности важным требованием является монотонный характер изменения значений кривизны вдоль линий каркаса [2].

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] проведен анализ существующих методов дискретного геометрического моделирования и определены пути их дальнейшего развития. Предложены основные подходы к решению задачи формирования ДПП. Среди последних отметим моделирование ДПП как однопараметрического множества кривых линий, на основе методов одномерной интерполяции.

В работе [3] предложен метод дискретного геометрического моделирования плоских обводов второго порядка гладкости с монотонным изменением кривизны. Метод позволяет определить всю область возможного решения и с учетом дополнительных условий выбрать оптимальное решение.

Формулировка целей статьи. Целью данной работы является разработка технологии проектирования компьютерных моделей поверхностей, заданных массивом точек.

Основная часть. Разработанная технология формирования компьютерной модели поверхности включает следующие этапы.

1. Из исходного массива точек выделяются точечные ряды, представляющие плоские или пространственные кривые линии – линейные элементы каркаса поверхности. Полученные ДПК разбиваются на участки, на основе которых возможно сформировать монотонные кривые.

2. С помощью программного обеспечения, разработанного в системе компьютерной алгебры Maple, на основе исходных ДПК формируются точечные ряды, состоящие из сколь угодно большого числа узлов, которые возможно интерполировать кривыми с заданными свойствами.

3. В системе трехмерного параметрического моделирования

SolidWorks на основе полученных ДПК формируются обводы, состоящие из участков непрерывных кривых с заданными характеристиками. Обводы используются в качестве линейных элементов каркаса поверхности.

Практическое применение разработанной технологии показано на примере проектирования поверхностей межлопаточного канала рабочего колеса турбокомпрессора.

Межлопаточный канал рабочего колеса турбокомпрессора ограничен поверхностями ступицы, крышки и соседних лопаток.

Исходными данными для моделирования рабочей поверхности лопатки является упорядоченный массив точек, принадлежащих семейству горизонтальных плоскостей. На основе исходного точечного массива формируется семейство плоских ДПК (рис. 1). В результате сгущений исходных ДПК получены точечные ряды, определяющие кривые с монотонным изменением радиусов кривизны. Максимальная абсолютная погрешность формирования монотонных кривых составляет 10^{-4} .

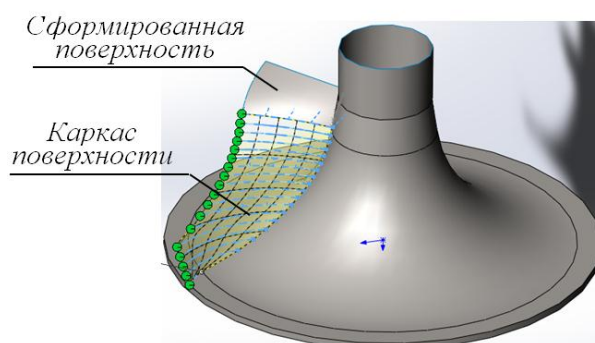


Рис. 1. Формирование каркаса поверхности лопатки

Направляющие линии каркаса сформированы на основе точечных рядов, расположенных на ступице и кромке лопатки. На основе исходного точечного ряда сформированы пространственные ДПК правого хода, вдоль которых радиусы соприкасающихся сфер и окружностей монотонно возрастают.

Полученные ДПК интерполированы В-сплайном в пакете трехмерного параметрического моделирования SolidWorks. После этого с помощью стандартных функций сформирована модель рабочей поверхности лопатки. На основе полученной модели с помощью функций САМ-пакетов создается управляющая программа для станков с ЧПУ.

Выводы. В результате проведенных исследований разработана технология проектирования сложных поверхностей технических изделий. Технология включает в себя создание геометрических моделей поверхностей и управляющих программ для их обработки на станках с ЧПУ.

Из исходного массива точек выделяются подмножества – точечные ряды, на основе которых формируются линейные элементы каркаса поверхности. Компьютерная модель поверхности создается на основе дискретного линейчатого каркаса, представленного семействами образующих и направляющих кривых линий. Управляющая программа создается в автоматизированном режиме с использованием САМ-пакетов на основе трехмерной компьютерной модели, сформированной в пакете трехмерного моделирования SolidWorks.

Литература

1. Найдиш В.М. Дискретна інтерполяція. [для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації] / В.М. Найдиш. – Мелітополь: Люкс, 2008. – 250 с.
2. Осипов В.А. Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей / В.А. Осипов. – М.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
3. Холодняк Ю.В. Формування ділянки дискретно представленої кривої із монотонною зміною кривини / Ю.В. Холодняк // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2013. – Вип. 4, т. 57. – С. 211-216.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ПОВЕРХОНЬ, ЯКІ ЗАДАНІ МАСИВОМ ТОЧОК

Гавриленко Є.А., Холодняк Ю.В., Пахаренко В.А., Подкорытов А.Н.

Метою статті є розробка технології проектування комп'ютерних моделей поверхонь, заданих масивом точок, та програм їх обробки на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Основна вимога до поверхонь виробів, які взаємодіють із середовищем, - забезпечення заданого характеру їх обтікання. Функціональні якості поверхні забезпечуються її геометричними характеристиками. Ламінарний характер обтікання поверхонь можна забезпечити за рахунок монотонної зміни значень кривини, скруту, радіусів стичних сфер уздовж ліній, що входять у визначник поверхні. Вихідними даними для формування лінійних елементів каркасу поверхні є вихідний точковий ряд і геометричні властивості кривої. Розроблено методи формування плоских і просторових кривих із закономірною зміною характеристик на основі довільного точкового ряду. На кожній ділянці, обмеженій послідовними точками, визначається область, усередині якої розташовані всі криві лінії, що відповідають умовам задачі. Отримана крива, яка представлена новим точковим рядом, що складається з будь-якої кількості точок, вважається сформованою, якщо область її

можливого розташування не перевищує заданої величини. Практичне застосування запропонованої технології продемонстровано на прикладі проектування поверхонь міжлопаткового каналу робочого колеса турбокомпресора та робочої поверхні дискової фрези для розпушування ґрунту. Розроблена технологія проектування поверхонь складних технічних виробів включає створення геометричних моделей поверхонь та керуючих програм для їх обробки на верстатах з ЧПУ.

Ключові слова: динамічна поверхня; каркас поверхні; лінійний елемент моделі; дискретно представлена крива; закономірна зміна диференціально-геометричних характеристик.

MODELING THE ELEMENTS OF SURFACE FRAME WHICH ARE ASSIGNED BY ARRAY OF POINTS

Gavrilenko Eu., Kholodnyak Yu., Pakharenko V., Podkorytov A.

The purpose of the research is the development of technology of design of computer models of surfaces defined by points array, and programs of their processing on the machines with computer numerical control (CNC). The main requirement to the surface of products which interact with the environment, is to ensure a given character of their flow. Functional quality of the surface is ensure by its geometric characteristics. Laminar nature of flow of surfaces can be provided by monotonous change of curvature values, torsion, radiuses of adjoining spheres along the curves that are part of the determinant of the surface. The initial points set and geometrical characteristics of the curve are the initial data for the formation of linear elements of carcass of surface. The methods of formation of plane and spatial curves with regular change of characteristics on the basis of an arbitrary points set is developed. At each site, which is bounded by successive points the area within which are all the curves corresponding to the conditions of the problem is determined. The resulting curve, which is represented by a new point series consisting of an arbitrarily large number of points, it is considered formed when the area of its possible location is less than a predetermined value. Practical application of the proposed technology is demonstrated by the example of designing of surfaces inter scapular channel of impeller of the turbocharger and the working surface of the disk cutter for loosening the soil. The developed technology for the design of surfaces of complex technical products includes the creation of geometric models of surfaces and control programs for their processing on CNC machines.

Keywords: dynamic surface; carcass of surface; linear element of model; discretely represented curve; regular change of curvature and torsion.