

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ЗАДАНЫМ УСЛОВИЯМ

Холодняк Ю.В., аспирант* ,
*Таврический государственный агротехнологический университет
(Мелитополь)*

Лебедев В.А., к.т.н.
*Мелитопольский государственный педагогический университет
имени Богдана Хмельницкого
Мелитопольская школа прикладной геометрии
Тел. (0619) 42-68-62.*

Аннотация – предлагается методика формирования геометрической модели функциональной поверхности рабочего органа для рыхления почвы. Характеристики поверхности формируются исходя из условия минимизации сминания и залипания почвой рабочего органа.

Ключевые слова – каркас поверхности, горизонтальное сечение, образующая, дискретно представленная кривая (ДПК), закономерное изменение кривизны.

Постановка проблемы. Конструирование изделий, функциональным назначением которых является взаимодействие со средой (рабочие органы сельскохозяйственных машин, каналы двигателя внутреннего сгорания, лопатки турбин и др.), требует разработки методов моделирования поверхностей по заданным условиям. К таким условиям относятся: прохождение через заданный массив точек или линий, регламентированный характер изменения характеристик вдоль поверхности (положений касательных, значений радиусов кривизны).

Сложные поверхности могут быть сформированы на основе каркаса, элементами которого являются плоские кривые линии. С геометрической точки зрения свойства поверхности обеспечиваются свойствами кривых, которые входят в ее определитель. Обеспечение заданной динамики изменения характеристик вдоль поверхностей, которые ограничивают рабочие органы почвообрабатывающих инструментов, способствует предотвращению залипания почвой

* Научный руководитель: к.т.н., доцент Гавриленко Е.А.

инструмента и уменьшению энергетических затрат при перемещении грунта.

Анализ последних исследований. Метод формирования плоских дискретно представленных кривых линий (ДПК) на основе произвольного точечного ряда, по заданным условиям, предложен в работе [4]. Метод позволяет обеспечить закономерное изменение кривизны вдоль кривых.

На основе предложенного метода разработано программное обеспечение, которое позволяет формировать ДПК, состоящую из сколь угодно большого числа точек. Полученный точечный ряд в автоматическом режиме интерполируется В-сплайном в пакете трехмерного моделирования SolidWorks [2].

Формулировка целей статьи. Задачей исследования является разработка методики формирования рабочей поверхности инструмента для рыхления почвы. Модель поверхности формируется на основе каркаса, элементами которого являются плоские кривые с закономерным изменением кривизны.

Основная часть. Рассмотрим задачу формирования геометрической модели инструмента для рыхления почвы. Инструмент представляет собой фрезу, состоящую из диска с тремя почвообрабатывающими элементами (рис. 1). В процессе рыхления почвы инструмент осуществляет поступательно-вращательное движение.

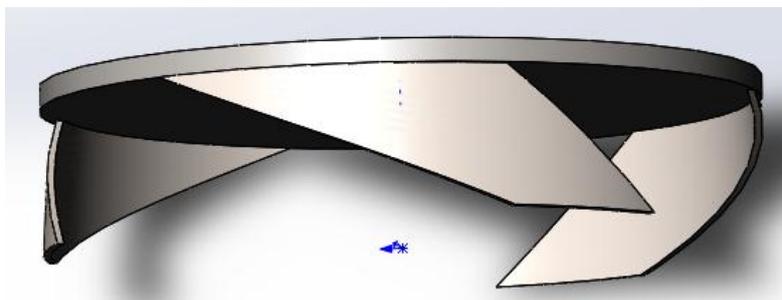


Рис. 1.

Исходными данными для формирования геометрической модели рабочей поверхности почвообрабатывающего элемента является упорядоченный массив принадлежащих ей точек и режущая кромка инструмента – цилиндрическая винтовая линия. Исходные точки определяют плоские ДПК, представляющие семейство горизонтальных сечений формируемой поверхности.

Точки, расположенные на режущей кромке (на рис. 2,а это точка M) осуществляют движение по циклоиде (на рис. 2,а это кривая l) [3]. Точки каждого из горизонтальных сечений назначены внутри области, ограниченной кривой l . При этом траектория движения точки имеет с

кривой l общую точку касания. Такое расположение точек, принадлежащих рабочей поверхности, позволяет минимизировать сминание почвы.

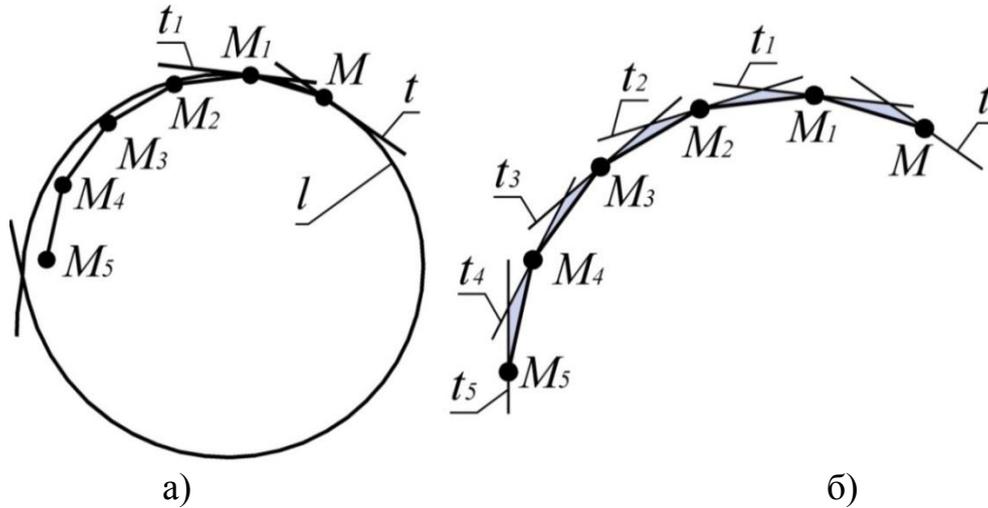


Рис. 2.

Предотвращению залипания почвой поверхности инструмента и снижению затрат энергии при обработке почвы способствует закономерное изменение кривизны вдоль линий, представляющих горизонтальные сечения поверхности.

Рассмотрим одно из горизонтальных сечений каркаса. Исходная ДПК состоит из 6 точек. Положения касательных в исходных точках назначаются следующим образом:

- определяется положение точки касания траектории движения рассматриваемой точки (M_1) с кривой l ;
- положение касательной в точке M_1 (t_1) определяется положением касательной к кривой l в точке касания.

В результате получена ДПК, заданная координатами точек и положениями касательных в этих точках (рис. 2,б). Далее проводится анализ ДПК, в результате которого точечный ряд разбивается на участки, на основе которых может быть сформирована кривая с монотонным изменением кривизны. В исходных точках определяются диапазоны значений радиусов кривизны, при которых задача формирования монотонной кривой имеет решение [1].

В результате сгущения получен точечный ряд, состоящий из 41 точки, задающий горизонтальное сечение рабочей поверхности. Полученный точечный ряд представляет кривую с монотонным изменением кривизны. Максимальное расстояние от звена сопровождающей ломаной линии точечного ряда до кривой, отвечающей условиям задачи, не превышает 10^{-6} .

В качестве направляющей линии каркаса принята цилиндрическая винтовая линия, которая представляет режущую

кромку инструмента.

На основе каркаса, состоящего из 5 горизонтальных сечений и пространственной направляющей кривой, в пакете SolidWorks сформирована поверхность рабочего органа (рис. 3).

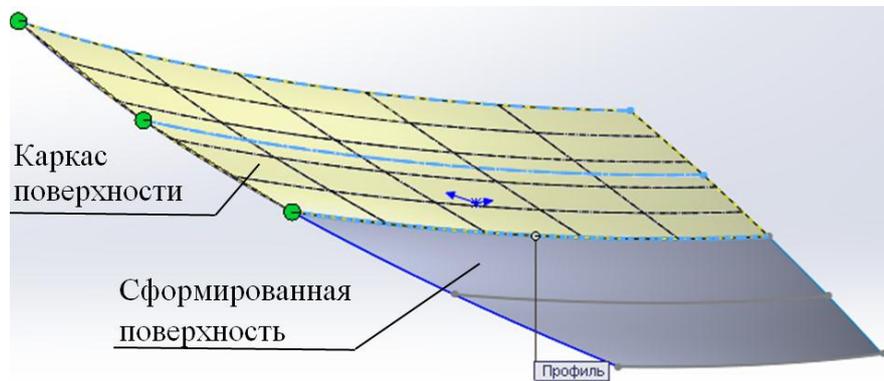


Рис. 3.

Полученная геометрическая модель инструмента используется в качестве исходных данных при разработке управляющей программы для станка с числовым программным управлением в пакете PowerMill.

Выводы. В работе предложена методика формирования компьютерной геометрической модели функциональной поверхности инструмента для рыхления почвы. Исходными данными является точечный массив, представляющий семейство горизонтальных сечений поверхности. Предложенная методика включает следующие этапы:

- расчет координат точек ДПК, которые являются элементом каркаса формируемой поверхности, по заданным геометрическим условиям;
- формирование В-сплайна, который интерполирует полученный точечный ряд;
- формирование криволинейной поверхности на основе каркаса, состоящего из семейства горизонтальных сечений и направляющей кривой.

Положение точек исходного точечного массива позволяет уменьшить сминание почвы при поступательно-вращательном движении инструмента. Закономерное изменение кривизны вдоль линий, представляющих горизонтальные сечения рабочей поверхности, способствует уменьшению затрат энергии при обработке почвы.

Разработанная методика может применяться как при решении задач обратного инжиниринга (восстановления геометрии изделия по реальному физическому образцу), так и при конструировании новых изделий.

Литература

1. *Гавриленко Є.А.* Визначення діапазонів геометричних характеристик монотонної дискретно представленої кривої / Є.А. Гавриленко, Ю.В. Холодняк // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка –Т. 54. – Мелітополь 2012. – С. 38-42.
2. *Гавриленко Є.А.* Програмна реалізація алгоритму моделювання одновимірних обводів по заданим геометричним умовам / Є.А. Гавриленко, Ю.В. Холодняк // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: науковий журнал. – Вип. 13. – Луцьк: ЛНТУ, 2013. – С.4-9.
3. *Синеоков Т.Н.* Теория и проектирование почвообрабатывающих орудий / Т.Н. Синеоков – М.: Машиностроение, 1965.– 484с.
4. *Холодняк Ю.В.* Формування ділянки дискретно представленої кривої із монотонною зміною кривини / Ю.В. Холодняк // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 57. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – С.211-216.

**ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ
ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ
ПО ЗАДАНИМ УМОВАМ**

Ю.В. Холодняк, В.О. Лебедєв

Анотація – запропонована методика формування геометричної моделі функціональної поверхні робочого органу для рихлення ґрунту. Характеристики поверхні формуються відповідно до умови мінімізації зминання і залипання ґрунтом робочого органу.

**GEOMETRIC MODELING OF THE FUNCTIONAL
DISCRETELY REPRESENTED SURFACE ACCORDING
TO THE GIVEN CONDITIONS**

Yu. Kholodnyak, V. Lebedev

Summary

The method of formation of geometrical model of functional surface of the working tool for loosening the soil is proposed in this article. The characteristics of surfaces are formed on the basis of conditions to minimize creasing and sticking soil working tool.