

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

© 2011 С.И. Брусов, С.А. Маркин, А.С. Тарапанов

Технологический институт им. Н.Н. Поликарпова Государственного университета –
учебно-научно-производственного комплекса, г. Орел

Поступила в редакцию 19.30.2011

В статье анализируются основные схемы классификаций методов механической обработки, схемы и способы формообразования винтовых поверхностей, приводится методика генерирования новых методов обработки.

Ключевые слова: *кинематический анализ, винтовая поверхность, методы формообразования, схемы резания*

Детали и изделия, рабочие и вспомогательные поверхности которых описаны по винтовым образующим, широко применяются в современном машиностроении. Существует множество деталей и изделий с винтовой поверхностью, различающихся отношением длины к диаметру, конфигурацией профиля, углом подъема винтовой линии. Винтовые механизмы широко используются в различных машинах, детали одних из них работают в зацеплении и служат или для изменения частоты вращения, либо для преобразования вращательного движения в поступательное, реже для превращения поступательного движения во вращательное (косозубые зубчатые передачи, червячные передачи, ходовые винты и т.п.), в других – винтовые поверхности выполняют самостоятельные функции: рабочие поверхности в объемных камерных счетчиков, в винтовых насосах для добычи и перекачки нефтепродуктов, поверхности металлообрабатывающих инструментов и т.д. [1]. Изготовление таких деталей является сложным процессом, требующим особого подхода для каждой отдельной поверхности. Процесс обработки винтовой поверхности характеризуется большим количеством различных кинематических схем и методов обработки; сложностью профилирования режущих кромок инструмента, в особенности для обработки винтовых канавок с большим углом подъема винтовой поверхности и криволинейным профилем; высокими требованиями к качеству обработанной поверхности, к кинематической точности и погрешностям профиля даже на этапе предварительного формообразования.

Брусов Сергей Иванович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика». E-mail: bsi16177@gmail.com

Маркин Сергей Александрович, магистрант. E-mail: impulsluch@mail.ru

Тарапанов Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и конструкторско-технологическая информатика». E-mail: tarapanov@rambler.ru

Основополагающими работами в области анализа кинематики механической обработки в целом, и винтовых поверхностей в частности являются работы Г.И. Грановского – классификационная база для развития и прогнозирования новых способов обработки [2], Ю.В. Цвис – методы расчета винтовой поверхности инструмента [3], В.С. Люкшина – теория винтовых поверхностей в проектировании металлообрабатывающего инструмента [4], Е.Г. Коновалова – универсальная кинематическая схема [5], А.О. Этина – кинематический анализ с технологическими признаками способов обработки, А.А. Федотенко – классификация методов с использованием образующей и направляющей [6], С.И. Лашнева и М.И. Юликова – аналитическая методика проектирования инструментов для обработки винтовых поверхностей [7]. Большое количество систем классификации способов формообразующей обработки обуславливает предпосылки к выявлению и анализу закономерностей различных методов и процессов обработки.

В основу общего математического описания методов лезвийной обработки винтовых поверхностей входят [8] следующие предположения:

- процесс формообразования целиком определяется движением отрезка пространственной линии, моделирующей лезвие;
- движение лезвия происходит относительно неподвижной заготовки;
- в процессе движения линия, моделирующая лезвие, может менять свою конфигурацию;
- элемент линии является бесконечно малым стержнем длиной ds , нулевой толщины, следовательно, имеющим 5 степеней свободы: 3 поступательных, характеризуемых тремя компонентами вектора скорости $\vec{v}(s,t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$ центра масс, имеющего радиус-вектор $\vec{r} = \vec{r}(s,t)$ (t – время, s – координата точки лезвия); 2 вращательных вокруг центра масс (вращение вокруг оси, совпадающей с элементом ds , не учитывается), характеризуемых вектором $\vec{\omega}(s,t)$.



Рис. 1. Способы лезвийной обработки винтовых поверхностей

Способы получения винтовой поверхности можно разделить на три основные группы: лезвийную обработку (рис. 1), абразивную и отделочную (рис. 2). Рассматривая способы лезвийной обработки винтовых поверхностей, необходимо учитывать кинематические особенности каждого типа способа обработки. При обработке дисковым инструментом винтовой поверхности ось инструмента и детали находятся на скрещивающихся прямых, главным движением является движение дисковой фрезы, движением подачи – вращательное движение винтовой поверхности вокруг своей оси, совмещенное с прямолинейным движением вдоль той же оси. При обработке червячным инструментом винтовой поверхности ось инструмента направлена параллельно оси детали, главное движение – вращательное движение инструмента вокруг своей оси, движения подачи – вращательное движение вокруг оси детали и поступательное вдоль нее и подачи врезания. При протягивании винтовой поверхности главным движением является прямолинейное перемещение инструмента по касательной к винтовой поверхности, а движение подачи совмещает в себе прямолинейное и вращательное перемещение инструмента.



Рис. 2. Способы абразивной и отделочной обработки винтовых поверхностей

Схемы обработки торцевыми и концевыми фрезами можно разделить на два вида: а) ось инструмента пересекается с осью детали под прямым углом; б) ось инструмента и ось детали находятся на скрещивающихся прямых, при этом главным движением является движение торцевой

или концевой фрезы, движением подачи – вращательное движение винтовой поверхности вокруг своей оси, совмещенное с прямолинейным движением вдоль той же оси. Более полный кинематический анализ способов обработки винтовых поверхностей с возможностью прогнозирования новых способов обработки возможен при использовании кодирования способов лезвийной обработки по методике, представленной в работе [8]. Для винтовых поверхностей она представлена на рис. 3. Данная схема основывается на классификации А.А. Федотенка [6], где ОБР – образующая, НАП – направляющая, КОП – копирование, ОБК – обкат, СЛД – след, КАС – касание, ПРФ – профильная схема срезания припуска, ГЕН – генераторная схема срезания припуска, ПРГ – прогрессивная схема срезания припуска, ППП – возможность осуществить любую из представленных схем срезания припуска (профильная + генераторная + прогрессивная). В таблице 1 приведены коды способов лезвийной обработки винтовых поверхностей.



Рис. 3. Схема кодирования способов лезвийной обработки винтовых поверхностей

Для более наглядного генерирования новых методов лезвийной обработки винтовых поверхностей можно представить данную методику кодирования в виде морфологической матрицы (рис. 4). Применение подобной матрицы позволяет генерировать новые методы лезвийной обработки винтовых поверхностей. К примеру, для способа обработки с кодом ОБР.ОБК.НАП. ОБК.ППП: движение обката происходит как по образующей, так и по направляющей с возможностью срезания припуска любой схемой резания, инструмент в форме вала совершает вращательные движения вокруг своей оси, ось инструмента направлена под углом к оси детали, равным углу подъема винтовой поверхности, при этом движение обката совершается также и по профилю винтовой поверхности. Инструмент имеет множество режущих кромок, что позволяет реализовать любую схему резания. Предложенный метод кодирования предоставляет возможность генерировать новые способы лезвийной обработки винтовых поверхностей, позволяет учитывать характер движения по направляющей и образующей, профиль режущих лезвий и их расположение.

Таблица 1. Кодирование способов лезвийной обработки винтовых поверхностей

Тип инструмента	Способ обработки	Код способа обработки
дисковой инструмент	обработка охватывающей головкой	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
	обработка дисковой фрезой	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
протяжной инструмент	протягивание	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
	строгание резцом	ОБР.ОБК.НАП.СЛД.ПРФ
червячный инструмент	обработка червячной фрезой	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
торцевой инструмент	обработка торцевой фрезой	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
	обработка концевой фрезой	ОБР.ОБК.НАП.КАС.ПГП
	обработка обкатным долбяком	ОБР.ОБК.НАП.СЛД.ПГП
	обработка обкатным резцом	ОБР.ОБК.НАП.СЛД.ПГП

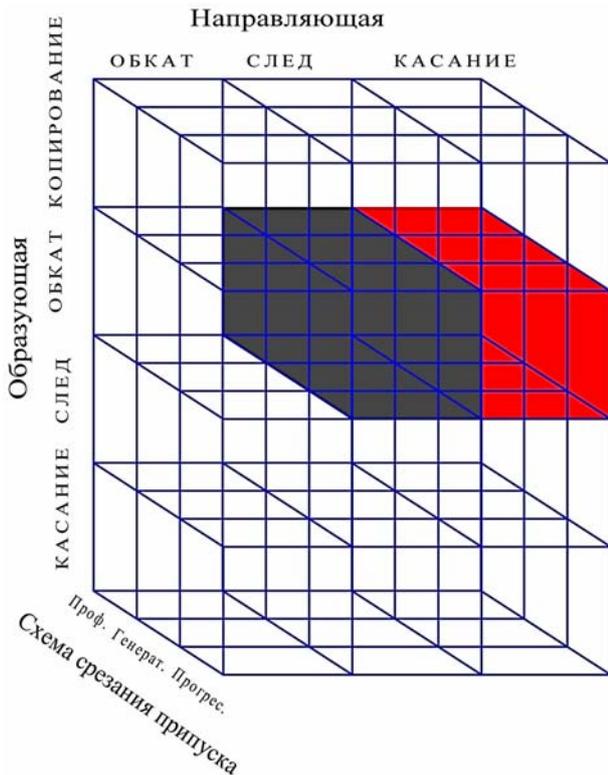


Рис. 4. Морфологическая матрица кодирования методов лезвийной обработки винтовых поверхностей

Выводы: на основе методики, использующей обобщенное математическое отображение схемы резания при обработке винтовой поверхности, описанной в [1], могут быть получены зависимости распределения толщины срезаемого слоя по длине режущей кромки, графическое отображение движения режущего лезвия, зависимости силы резания от подачи, скорости резания и других технологических параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Брусов, С.И. Комплексный анализ параметров лезвийной обработки винтовых поверхностей / С.И. Брусов, А.С. Тарапанов, Г.А. Харламов. – М.: Машиностроение-1, 2006. 128 с.
2. Грановский, Г.И. Кинематика резания. – М.: Машгиз, 1948. 200 с.
3. Цвис, Ю.В. Профилирование режущего обкатного инструмента. – М.: Машгиз, 1961. 154 с.
4. Люкин, В.С. Теория винтовых линий и поверхностей. – М.: Мосстанкин, 1963. 216 с.
5. Коновалов, Е.Е. Основы новых способов металлообработки. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. 286 с.
6. Федотенок, А.А. Кинематическая структура металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1970. 407 с.
7. Лашнев, С.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ / С.И. Лашнев, М.И. Юликов. – М.: Машиностроение, 1980. 374 с.
8. Харламов, Г.А. Теория проектирования процессов лезвийной обработки / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2003. 252 с.

THE KINEMATIC ANALYSIS OF METHODS OF SCREW SURFACES MACHINING

© 2011 S.I. Brusov, S.A. Markin, A.S. Tarapanov

Technological Institute named after N.N. Polikarpov of State University – Educational Scientific Production Complex, Orel

In article the main schemes of classifications the methods of machining, schemes and methods of forming the screw surfaces are analyzed, the technique of generating the new methods of machining is resulted.

Key words: kinematic analysis, screw surface, forming methods, cutting schemes

Sergey Brusov, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department “Machine Building Technology and Design-Technological Computer Science”. E-mail: bsi16177@gmail.com
 Sergey Markin, Magistrant. E-mail: impulsloch@mail.ru
 Alexander Tarapanovm Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department “Machine Building Technology and Design-Technological Computer Science”. E-mail: tarapanov@rambler.ru