

МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КИНЕМАТИКИ РЕЗАНИЯ

Новиков Ф.В., докт. техн. наук, Якимов А.В., докт. техн. наук, Новиков Г.В., канд. техн. наук,
Якимов А.А., канд. техн. наук
(г. Харьков; г. Одесса, Украина)

In activity the approach to simulation of unified submission of a kinematics of cutting, i.e. all diversity of kinematic configurations of cutting is justified.

Процесс резания представляет собой упорядоченное разрушение обрабатываемого материала под действием механических нагрузок для формообразования геометрических поверхностей детали, предусмотренных ее чертежом. В курсе теории резания материалов изучаются в основном вопросы физики резания. Вопросы кинематики формообразования поверхностей относятся больше к курсу технологии машиностроения. Однако ни в одном из указанных курсов проблема кинематики резания в полном объеме не освещена, хотя, следуя логике, и курс теории резания и курс технологии машиностроения должны начинаться постановкой задач по кинематике. Особенно это относится к теории резания материалов, где изучаются различные виды режущих инструментов, изготовленных специально для формообразования различных геометрических поверхностей деталей.

Детали машин, как правило, ограничены прямолинейными поверхностями и поверхностями тел вращения. Поэтому рассмотрим с единой позиции кинематические условия получения этих поверхностей при резании. Предположим, простейший инструмент – резец (представленный на рисунке условно призматическим стержнем) может совершать движения в трех взаимно перпендикулярных направлениях x, y, z . Для образования плоскости xoy на заготовке в процессе резания резцу достаточно сообщить два прямолинейных движения в направлениях x и y . Данный вид обработки получил название *строгание*. Плоскость xoy на заготовке можно получить также в результате вращательного движения заготовки 1 и перемещения резца в направлении y . Обработка наружной поверхности заготовки производится по траектории, описываемой окружностью радиуса R . При $R \rightarrow \infty$ – приходим к первому случаю, когда резец совершает два прямолинейных движения в направлениях x, y .

При отрицательном значении радиуса R окружность принимает положение 2 (на рисунке) и определяет внутреннюю обрабатываемую поверхность заготовки. Задавая вращательное движение заготовке и перемещение резца в направлении z , можно получить кольцевую канавку или произвести растачивание отверстия, а при $R < H < 2R$ (где H – условно ширина резца) – реализовать схему сверления.

При периодическом импульсном вращательном движении заготовки и перемещении резца в направлении z , можно нарезать зубья шестерне или пазы на внутренних или наружных поверхностях, что определяет известную кинематическую схему долбления.

Рассмотрим теперь положение окружности 3 радиусом R . Она определяет траекторию формообразования наружной цилиндрической поверхности заготовки, основанной на вращательном движении заготовки и перемещении резца в направлении y . Данный вид обработки получил название *точение*. При вращении заготовки и перемещении резца в направлении z можно осуществить подрезку торца заготовки или разрезать заготовку на части.

При $R \rightarrow \infty$ приходим к рассмотренному выше случаю строгания, а при отрицательном значении радиуса R – к расточке внутренней цилиндрической поверхности 4. Реализуя заданную кинематику резания (положения окружности 3 и 4), можно производить формирование наружной и внутренней резьбы резцом, а также нарезание зубьев и пазов на наружной и внутренней поверхностях заготовки.

Таким образом, рассматривая вращательные движения заготовки в двух плоскостях xoy, xoz и прямолинейные движения резца в трех направлениях x, y, z , можно смоделировать все возможные виды обработки, выполняемые однолезвийным инструментом (резцом).

Рассмотрим кинематику резания многолезвийными инструментами. Предположим, рабочая часть осевого многолезвийного инструмента (фрезы) имеет вид окружности (положение 4). Сообщая инструменту вращательное и поступательные (в направлениях x и y) движения, можно обработать плоскость xoy на заготовке или нарезать паз шириной H (при вращательном и поступательном движении в направлении x). Данный вид обработки называется фрезерованием цилиндрической фрезой (может быть также распространен на фрезерование концевой фрезой).

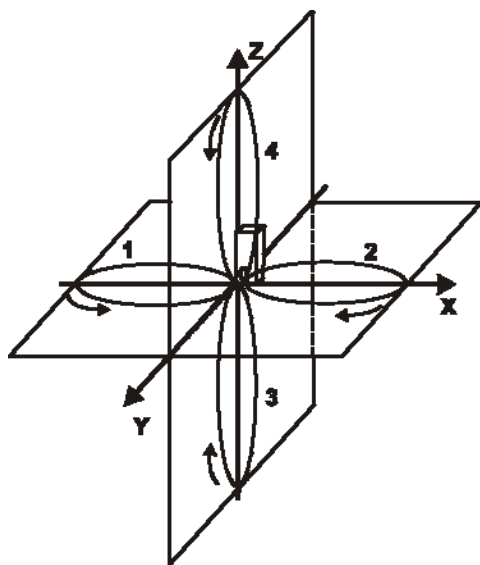


Рис. 4.1. Траектории движения обрабатываемых плоскостей заготовок в трехмерной системе координат

Сообщая цилиндрической заготовке (положение окружности 3) вращение, а вращающейся фрезе - перемещение в направлениях z или y , можно прорезать паз или сформировать наружную поверхность на цилиндрической заготовке.

Если рассматривать $R \rightarrow \infty$, то приходим к предыдущему случаю формообразования фрезерования плоскости xoy на заготовке. При отрицательном значении радиуса R , приходим к обработке внутренней поверхности зенкерованием, развертыванием, сверлением, протягиванием или осуществляя нарезание резьбы метчиком (общая при этом движение в направлении y соответствующему многолезвийному инструменту).

При отрицательном значении радиуса R окружности, определяющей положение 4 рабочей части многолезвийного инструмента, приходим к инструменту с внутренним расположением режущих лезвий, которым можно обрабатывать наружную цилиндрическую поверхность (положение 3) по схеме охватывающего фрезерования или протягивания, а также нарезать наружную резьбу плашкой, резьбонарезной головкой и т.д.

Если установить резцы на торцовой поверхности многолезвийного инструмента (рабочая поверхность которого определяется положением окружности 1 радиуса R) и сообщить ему вращательное и поступательное движение в направлении x , то приходим к схеме торцового фрезерования. С помощью данной схемы можно обрабатывать плоскости и наружные цилиндрические поверхности (положение окружности 3). При $R \rightarrow \infty$ приходим, например, к схеме наружного протягивания.

Проведенный анализ будет справедлив, если рассматривать в качестве многолезвийного инструмента шлифовальный круг или другой осевой абразивный инструмент (хон и т.д.). Если положение окружности 4 определяет рабочую поверхность периферии шлифовального круга, то сообщая кругу вращательное и поступательные перемещения в направлениях x, y или z , приходим к известным схемам плоского, круглого наружного продольного и врезного шлифования цилиндрической вращающейся заготовки, описываемой положением окружности 3.

При отрицательном значении радиуса R окружности заготовки 3 приходим к схеме внутреннего шлифования, а также к схеме хонингования.

При отрицательном значении радиуса R окружности шлифовального круга 4 приходим к охватывающему шлифованию или схемам суперфинишной обработки, выполняемых с использованием абразивных брусков и т.д. Описывая положение торцовой рабочей поверхности круга окружностью 1, приходим к схеме торцового шлифования.

Таким образом, используя три поступательные движения инструмента в направлениях x, y, z , а также по два вращательных движения в плоскостях xoy, xoz , можно с единой позиции представить кинематику резания, т. е. все кинематические схемы резания. Данный подход, на наш взгляд, имеет важное значение. Во-первых, на его основе можно определить все возможные комбинации движений при обработке плоских и цилиндрических поверхностей и провести своего рода "ревизию" применяемых на практике комбинаций с целью разработки новых кинематических схем обработки и конструкций инструментов. Во-вторых, появляется возможность с единой позиции математически описать параметры кинематики резания для всего многообразия кинематических схем резания, включая параметры срезаемого слоя, траектории перемещения инструмента и заготовки, кинематические изменения углов резания и т.д. В-третьих, появляется возможность наглядного геометрического представления трансформации кинематических схем резания, что особенно важно для учебного процесса.

Данный подход может быть использован при анализе и синтезе различных механических систем, связанных с передачей энергии, например, основанных на трении и зацеплении деталей машин и т.д.

Литература

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей редакцией Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т. 1. "Механика резания материалов" – Одесса: ОНПУ, 2002.– 580с.