

УНИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИИ ДЛЯ МАКРОПРОГРАММИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

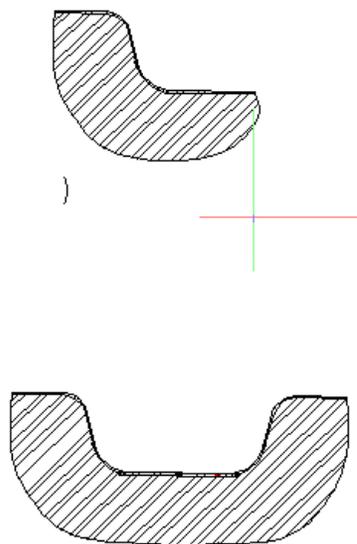
Шармазанашвили А.Н., Доронкин Б.И., Мауцин Г.В., Дружинина Н.М.

Постоянное усовершенствование программно-математического и аппаратного обеспечения средств автоматизированной подготовки управляющих программ - САПР-УП и систем управления (СУ) станками класса CNC, позволило внедрить новые методы проектирования и управления технологическими процессами. Одним из них является метод макропрограммирования операционной технологии в основу которого лежит принцип синтеза операции из заранее сформированных, унифицированных конструкторско-технологических решения (КТР). В настоящее время преимущества макропрограммирования широко известны, это:

- 1) оперативность и простота процесса подготовки управляющих программ;
 - 2) основа для создания интегрированных систем конструкторско-технологического проектирования [1];
 - 3) средство для оперативной адаптации управляющей программы на конкретные производственные условия [2]
- и т.д.

Конструкторско-технологические решения при этом реализуются в виде циклов обработки, библиотека которых в САПР-УП предназначена для моделирования операционного технологического процесса и синтеза плана операции, а в СУ класса CNC - для формирования управляющей информации для исполнительных органов станка.

В общем случае КТР представляет совокупность конструктив

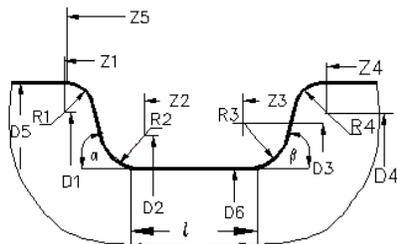
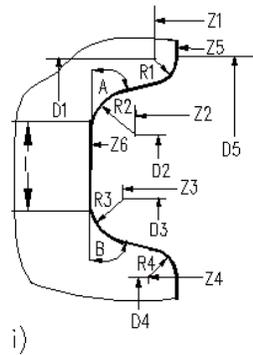
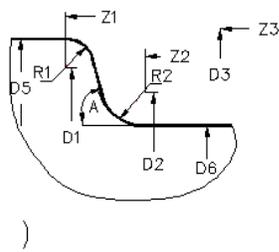


ного описания элемента детали и технологии его получения. При этом на практике может существовать довольно широкое многообразие конструкторско-технологических решений. Поэтому целесообразно весь набор циклов условно разделить на базовый - содержащий максимально инвариантные, для обрабатываемых деталей, КТР и дополнительный - постоянно модифицируемый, содержащий оригинальные КТР.

В этой связи в статье рассмотрен метод формирования базового набора токарных циклов обработки основных форм поверхности деталей типа тел вращения, позволяющий максимально реализовать все преимущества макропрограммирования операционных процессов. Здесь и в дальнейшем под основной поверхностью понимается поверхность детали, которая в совокупности с поверхностью заготовки, образует припуск под черновую обработку.

Наиболее ответственной задачей при унификации конструкторско-технологических решений является проведение конструкторского анализа и выделение конструкторских элементов (КЭ) для описания основных форм поверхности.

Конструкторский элемент представляет унифицированную модель объекта проектирования, которой должны соответствовать альтернативные варианты технологических решений. Поэтому при выделении КЭ необходимо руководствоваться следующим положением - с одной стороны обеспечение возможности описания любого контура основной поверхности выделенными конструкторскими элементами, и с другой стороны максимальное обобщение модели объекта, с целью минимизации количества унифицируемых элементов и сокращения числа альтернативных циклов обработки.



Как известно, любой контур детали типа тел-вращения может быть описан элементарными поверхностями геометрической основой которых являются цилиндр, конус, сфера или тор. Их объединением могут быть получены самые разнообразные КЭ для задания контура детали.

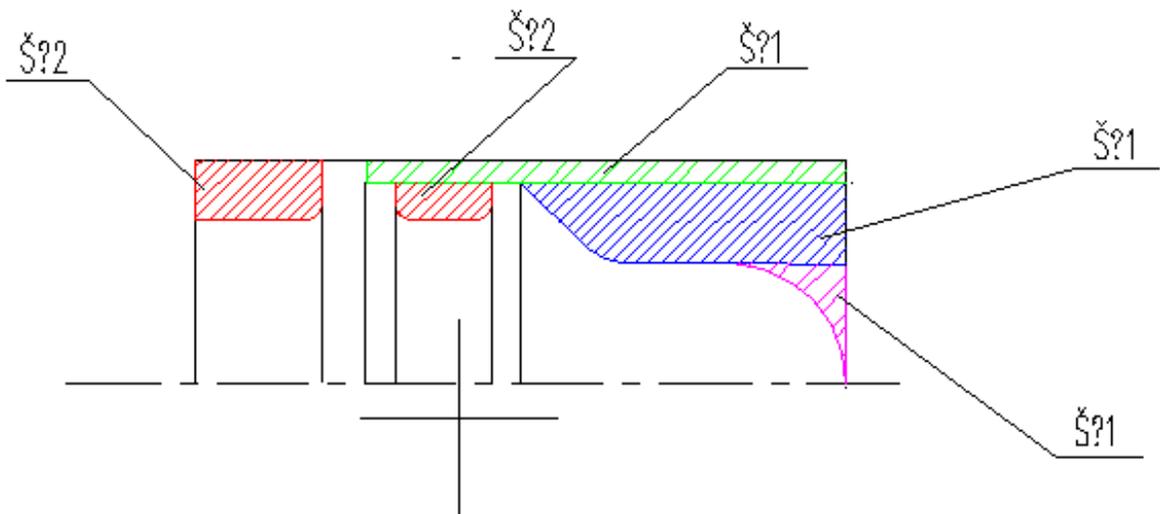
В свою очередь основные формы поверхности детали можно представить как совокупность КЭ следующих типов [3]:

- 1) Открытые КЭ - ограничивающие подвод режущего инструмента и его перемещения обеспечивающие образование поверхностей, с одной стороны.
- 2) Полуоткрытые КЭ - ограничивающие подвод режущего инструмента и его перемещения обеспечивающие образование поверхностей, с двух сторон.
- 3) Закрытые КЭ - ограничивающие подвод режущего инструмента и его перемещения обеспечивающие образование поверхностей, с трех сторон.

В зависимости от ориентации в стандартной системе координат токарного станка X0Z открытые, полуоткрытые и закрытые КЭ можно разделить на

1. Наружные -открытые (со стороны $-Z, X, Z$), полуоткрытые (со стороны X, Z) и закрытые (со стороны X) КЭ;
2. Торцовые -открытые (со стороны $-X, Z, -X$) и закрытые (со стороны Z) КЭ;
3. Внутренние -открытые (со стороны $Z, -X, -Z$), полуоткрытые (со стороны $Z, -X$) и закрытые (со стороны $-X$) КЭ;

При этом если произвести нумерацию точек пересечения элементарных поверхностей в следующем порядке: со стороны X от



начала координат по направлению Z; со стороны -X от Z по направлению начала координат, то в общем случае можно записать характеризующие уравнения для открытых, полуоткрытых и закрытых КЭ:

Открытые КЭ:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_2 && \text{по } -Z, X, Z \\ Z_1 &< Z_2 \\ X_1 &> X_2 && \text{по } X, Z, -X \\ Z_1 &= Z_2 \\ X_1 &= X_2 && \text{по } Z, -X, -Z \\ Z_1 &> Z_2 \end{aligned}$$

(1)

Полуоткрытые КЭ:

$$\begin{aligned} X_1 \ X_2 \ \dots \ X_i &= X_1 && \text{по } X, Z \\ Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_i \\ X_1 \ X_2 \ \dots \ X_i &= X_1 && \text{по } Z, -X \\ Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_i \end{aligned}$$

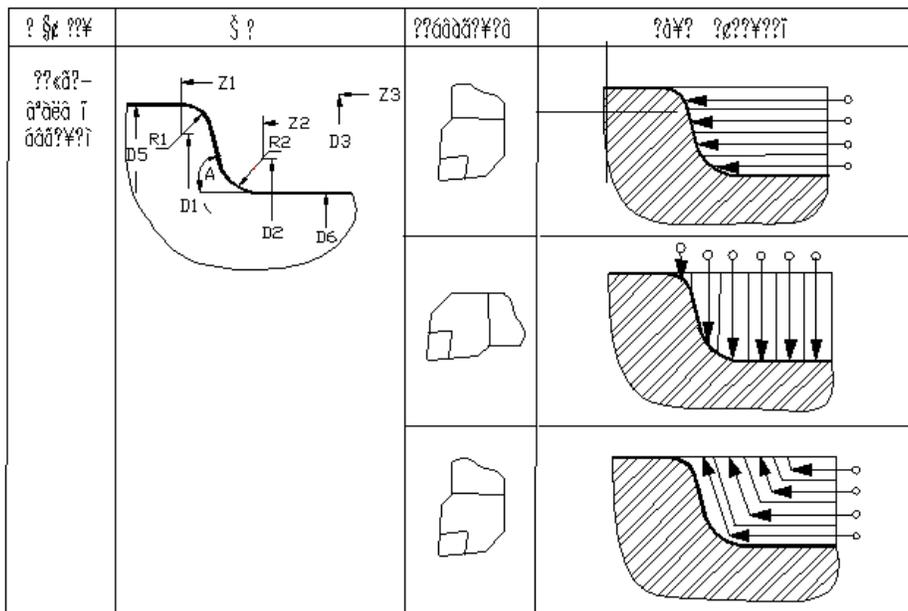
(2)

Закрытые КЭ:

$$\begin{aligned} X_1 \ X_2 \ \dots \ X_i < X_{i+1} \ X_{i+2} \ \dots \ X_k &= X_1 && \text{по } X \\ Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_k \\ X_1 \ X_2 \ \dots \ X_k \\ Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_i < Z_{i+1} \ Z_{i+2} \ \dots \ Z_k &= Z_1 && \text{по } Z \\ X_1 \ X_2 \ \dots \ X_i > X_{i+1} \ X_{i+2} \ \dots \ X_k &= X_1 && \text{по } -X \\ Z_1 \ Z_2 \ \dots \ Z_k \end{aligned}$$

(3)

Открытые КЭ удовлетворяющие уравнению (1) являются эле-



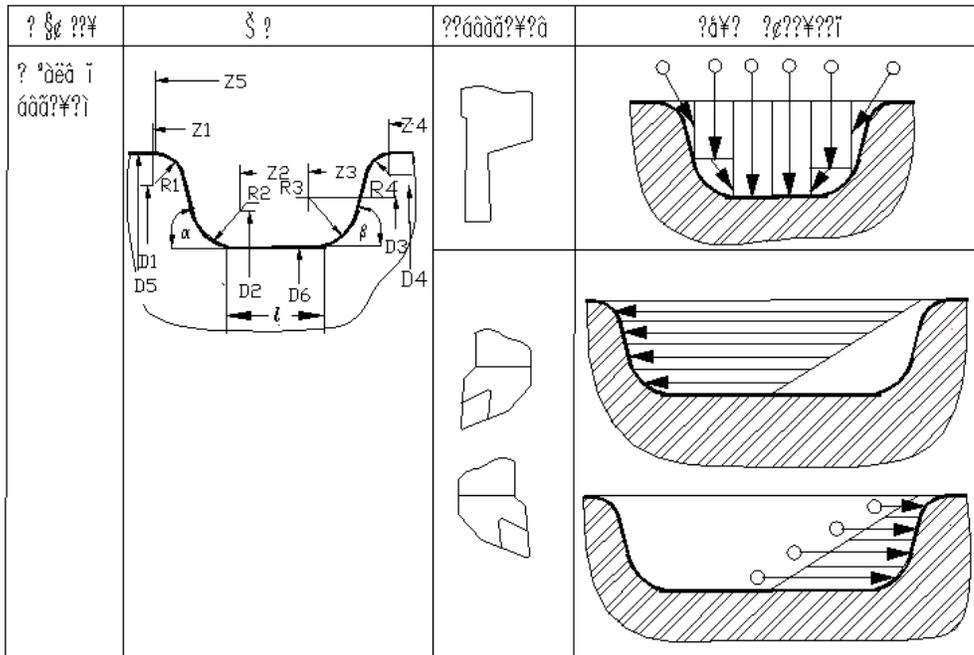
ментарными и для их обработки возможно формирование типизированных технологических решений.

Из полуоткрытых и закрытых КЭ, удовлетворяющих уравнениям (2) и (3) могут быть получены самые разнообразные формы, что естественно затрудняет формализацию технологии их получения. В этой связи в некоторых работах авторами предпринята попытка типизации технологических решений для обработки деталей валов с произвольным количеством ступеней. Так в частности в [3] и [4] в качестве альтернатив предлагаются две схемы обработки, реализующие разные законы распределения припуска на проходы. Однако очевидно что с позиции формирования альтернативных решений для обработки КЭ, этого недостаточно, а привлечение в анализ таких элементов технологического процесса как режущий инструмент, схема движения инструмента и т.д., делают задачу, из-за ее многовариантности практически нереализуемой.

Следовательно из полуоткрытых и закрытых КЭ необходимо выделить элементарные КЭ -представители, позволяющие сформировать альтернативные варианты технологических решений их обработки. Такими являются полуоткрытые и закрытые ступени.

Полуоткрытая ступень - представляет собой КЭ, полученный пересечением конусной поверхности с двумя цилиндрическими поверхностями, имеющая в точках пересечения окружности и удовлетворяющая уравнению (2) (рис.1а).

Закрытая ступень - представляет собой КЭ, полученный пересечением двух конусных поверхностей с двумя цилиндрическими/торцовыми поверхностями с соответствующими окружностями в точках пересечения и удовлетворяющая уравнению (3) (рис.1б).



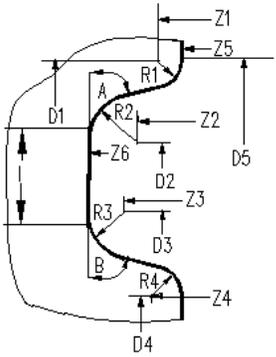
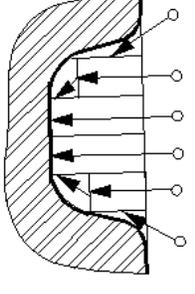
Таким образом для описания основных форм поверхностей детали типа тел-вращения были выделены следующие конструкторские элементы: полуоткрытая ступень - наружная, внутренняя; закрытая ступень - наружная, торцовая, внутренняя.

Следующим шагом конструкторского анализа является составление схемы параметризации сформированных КЭ. Параметры задаются в стандартной системе координат токарного станка, в плоскости XOZ. Их наличие должно обеспечить возможность определения всех точек сопряжения КЭ, например цилиндра с дугой окружности, дуги окружности с конусом и т.д. Следовательно получим следующие схемы параметризации (рис.2).

Очевидно что в зависимости от задания параметров, конструкторские элементы могут иметь несколько модификации, следовательно параметры условно можно разделить на основные и дополнительные. Основным является тот минимальный набор параметров, задание которых необходимо и достаточно для описания КЭ по уравнению (2) или (3). Дополнительные же параметры определяют дополнительные точки сопряжения в КЭ и тем самым являются необязательными. В результате обеспечивается максимальная простота и гибкость при использовании цикла.

Таким образом для полуоткрытых и закрытых ступеней получим (смотри таблицы 1,2,3). Пример формирования зон обработки с использованием выделенных конструкторских элементов, приведен на рис.3.

Формализацию технологических решений для обработки конструкторских элементов в простейшем случае необходимо проводить на уровне одного инструментального перехода, а в более сложном

? §? ???	§ ?	??ôôô?¥?ô	?ô¥? ??¥???
<p>? *ôôô î ô?ô¥? î ôôô?¥?î</p>			

- на уровне части операции - содержащей несколько инструментальных переходов с последовательностью их выполнения.

В этой связи основными этапами технологического анализа являются: определение номенклатуры обрабатываемых инструментов и выделение соответствующих схем перемещения.

При формировании номенклатуры инструментов для обработки основных поверхностей, целесообразно выбрать наиболее часто применяемые проходные и прорезные резцы, так как при этом обеспечивается минимальное количество инструментов в наладке. К тому же использование черновых проходных резцов с $\alpha < 90^\circ$, усложняет подготовку программ и требует дополнительной обработки по торцам резцами с углом в плане больше 90° . Поэтому для обработки полуоткрытых и закрытых ступеней были определены следующие инструменты:

- 1) проходные с $\alpha = 95^\circ$ и $\beta = 5^\circ / \gamma = 28..30^\circ$ в правом и левом исполнении;
- 2) подрезные и расточные с $\alpha = 95^\circ$ и $\beta = 5^\circ / \gamma = 28..30^\circ$;
- 3) прорезные (канавочные);

Выделение схем движения инструмента для полуоткрытых и закрытых ступеней необходимо произвести в два этапа; На первом этапе с учетом ряда методических рекомендации а также анализом производственного опыта ряда предприятия, синтезируются всевозможные схемы для выбранной номенклатуры инструментов. На втором этапе производится сравнительный анализ схем, с целью установления областей их наилучшего использования. В этой связи для обеспечения работоспособности выбранной схемы определяются условия ограничения - содержащие правила соответствия значениям

геометрических параметров КЭ и инструмента.

С учетом вышесказанного на основе методических рекомендации [5], [6], [7], анализом производственного опыта и по результатам имитационного моделирования была составлена библиотека унифицированных КТР обработки основных форм поверхности деталей типа тел-вращения (таблица 4).

Из сформированных конструкторско-технологических решений была разработана и внедрена на предприятии заказчика, базовое прикладное программно-математическое обеспечение для устройства ЧПУ класса CNC "Электроника" MC2106. Экономический эффект полученный при этом за счет максимального использования преимуществ макропрограммирования, составил 27,3 т.руб.

Литература

1. Горнев В.Ф., Савинов А.М., Валиков В.И. Комплексные технологические процессы ГПС/Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. В 14 кн. Кн.2/М.: Высш. школа, 1989.- 112с.
2. Шармазаншвили А.Н. Адаптивное программирование в ГПС /Сб. науч. трудов МГТУ им. Н.Э.Баумана N /1990.
3. Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ/М.: 1984.- 222с.
4. Капустин Н.М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ/М.: 1976.- 288с.
5. Косилова А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя/М.: 1985.- т.1 655с.
6. Операционная технология обработки деталей общемашиностроительного применения на токарных станках с ЧПУ/Рекомендации ЭНИМС/Москва 1974.- 74с.
7. Эстерзон М.А. Технология обработки на станках с программным управлением/М.: НИИМАШ 1974.- 152с.