

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ

*Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь*

Качественные и количественные характеристики способа формообразующей обработки резанием определяются в первую очередь структурой способа, совершенством его структурных компонентов [1]. Это выражается в том, что эффективность способа в значительной мере зависит от метода формообразования поверхности, параметры которого могут быть стабильными или переменными в процессе обработки. Управление ими представляет перспективное направление в технологии механической обработки [2, 3]. Данное обстоятельство обуславливает необходимость разработки универсальных методов управления формообразованием как основы синтеза эффективных схем обработки различных поверхностей резанием и реализующих их исполнительных систем при функциональном проектировании станочного оборудования. Применительно к формообразующей обработке управление следует рассматривать как процесс преобразования и передачи информации в соответствии с основной функцией формообразования [4].

Исходя из известных воззрений [5-7], способ обработки резанием является техническим системным объектом, который имеет определенную структуру. В способе обработки выделяются, как основные, следующие структурные компоненты [7]: схема формообразования поверхности; метод обработки, определяемый совокупностью физических, химических и иных процессов, связанных с удалением материала резанием, его поверхностно-пластическим или объемным деформированием; потоки материалов, энергии и информации, осуществляемые посредством формообразующей системы.

При таком представлении способ обработки может рассматриваться как технология формообразования, под которой понимается совокупность метода обработки и реализующего его оборудования [4].

Возможные способы обработки заданной поверхности могут различаться всеми или отдельными структурными компонентами. Например, при нарезании резьбы резцом в зависимости от распределения между инструментом и заготовкой элементарных движений, создающих исполнительное винтовое движение, возможны четыре способа формообразования. Данное обстоятельство с учетом разнообразных по форме обрабатываемых поверхностей обуславливает многооб-

разии возможных способов обработки. Отсюда следует необходимость их исследования и сопоставительного анализа при синтезе или выборе рациональных.

Целенаправленное изменение (управление) любых из входящих в указанные компоненты признаков обуславливает иные технико-экономические показатели способа обработки. Таким образом, способ формообразующей обработки резанием является управляемым системным объектом, т.е. его выходные параметры могут целенаправленно изменяться. Способ (схема) формообразования как структурная часть способа обработки также представляет собой структурный системный объект. Отсюда следует вывод об управляемости формообразования и о возможности использования в способе обработки резанием системы управления формообразованием.

Задачи управления формообразованием могут быть различными в зависимости от технологических потребностей производства. Как показывает анализ известных способов обработки резанием, *основной целью управления формообразованием* является повышение его эффективности, в частности, улучшение качественных и количественных показателей: повышение универсальности; минимизация и стабилизация погрешностей макро- и микрогеометрии обработанной поверхности; повышение производительности; стабилизация параметров схемы формообразования и процесса резания и др.

Управление формообразованием, как процесс преобразования и передачи информации, целесообразно рассматривать с двух точек зрения: во-первых, как информационный процесс на этапе проектирования (по схеме “чертеж - деталь” [4]), во-вторых, как непосредственное изменение параметров обработки. Таким образом, можно выделить две разновидности управления формообразованием: *проектировочное* и *технологическое*. Соответственно объектами анализа являются проектировочная и технологическая системы управления.

При анализе системы *проектировочного* управления формообразованием следует иметь в виду то, что она будет выполнять свою функцию лишь при наличии управляемых адаптивных процессов выбора и разработки способов (схем) формообразования. В противном случае она представляет собой систему управляемого выбора, что характерно для современного уровня развития большинства отраслей машиностроения.

Проектировочная система управления предполагает наличие сквозной системы автоматизированного проектирования и производства, включающей в себя автоматизированные системы научных исследований, автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и управления технологическими процессами.

В обеспечении технического прогресса системы проектировочного управления являются перспективными, особенно при использовании для обра-

платки резанием современных гибких производственных модулей и гибких производственных систем, позволяющих оперативно реализовать различные схемы управления процессами формообразующей обработки, в частности, благодаря применению мехатронных исполнительных систем.

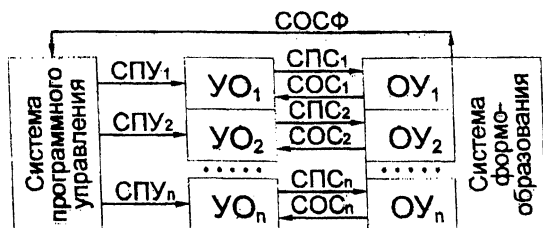
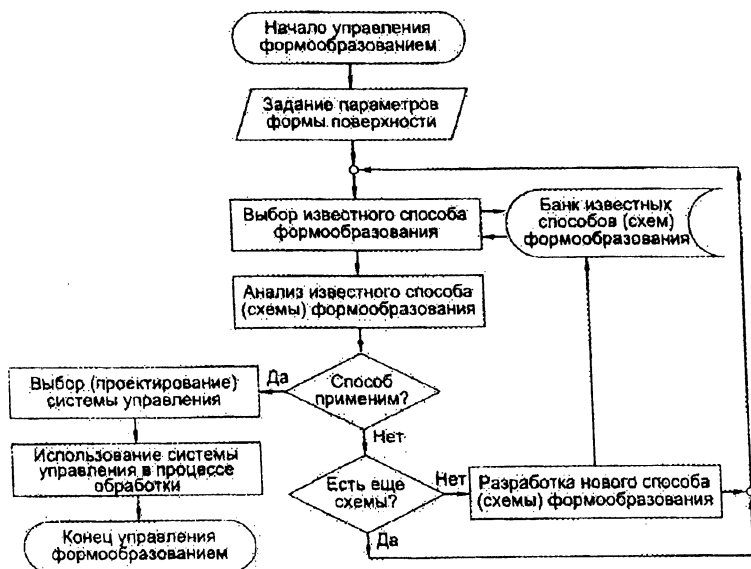


Рис. 1. Блок-схема технологического управления формообразованием:

$УО_{1...n}$ — управляющий орган системы управления;

$ОУ_{1...n}$ — объект управления системы формообразования;

$СПС_{1...n}$ $СОС_{1...n}$ — сигналы прямой и обратной связи соответственно

Методы технологического управления формообразованием, т.е. управления непосредственно в процессе обработки резанием, являются объектом анализа в проведенных нами исследованиях. Определяя управление как информационный процесс, можно представить систему технологического управления формообразованием в виде следующей схемы (рис.1).

Первичной задачей разработки управления формообразованием является выявление управляемых объектов системы (способа) формообразования. Анализ известных способов формообразующей обработки резанием и системных моделей позволил выявить ряд основных групп объектов управления в системах формообразования, которые представлены на рис.2. Данная модель развивается, т.е. может быть раскрыта более подробно при соответствующей детализации управляемых компонентов системы формообразования.

Анализ системы формообразования, как управляемой подсистемы способа обработки резанием, выявление ее управляемых компонентов, а также рассмотрение известных способов регулирования процессами резания позволили выделить четыре обобщенных группы методов управления формообразованием: *геометрические, кинематические, цикловые и комбинированные.*

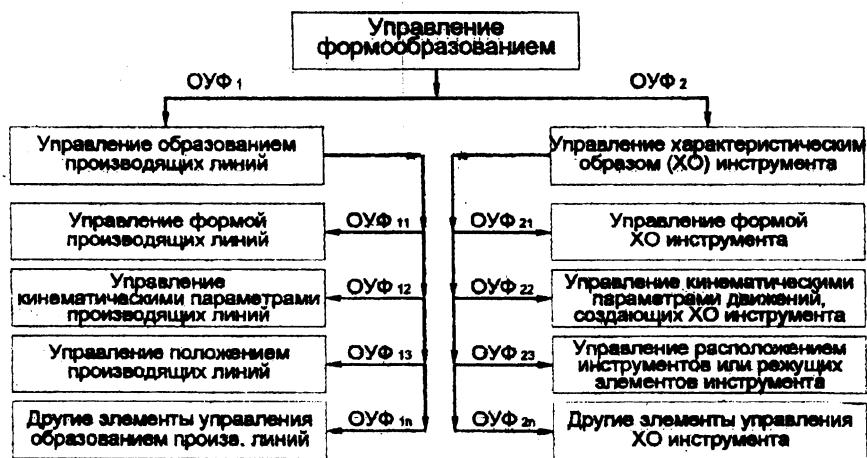


Рис.2. Управляемые объекты системы формообразования

Каждый из указанных методов направлен на достижение определенной цели управления за счет изменения параметров способа обработки в цикле формообразования. Геометрические и кинематические методы управления служат соответственно для изменения геометрических и кинематических

параметров, а цикловые методы обеспечивают рациональную организацию цикла обработки за счет управления взаимосвязями компонентов способа формообразования, например, совмещение в одном цикле процессов частичного и полного формообразования. Геометрические, кинематические и цикловые методы управления могут использоваться также комбинированно, в различных сочетаниях.

Суть *геометрических методов управления* формообразованием состоит в закономерном изменении параметров образуемых производящих линий и характеристического образа инструмента с целью повышения эффективности формообразования. При таком управлении программно изменяются следующие геометрические характеристики: форма, размеры, границы, взаиморасположение и др. Наиболее эффективны геометрические методы для управления характеристическим образом инструмента, форма которого является одним из существенных признаков метода формообразования поверхности [2]. В частности, к геометрическим методам управления относятся: трансформация характеристического образа инструмента; изменение ориентации инструмента относительно направления исполнительного движения и др.

Суть *кинематических методов управления* формообразованием состоит в закономерном изменении кинематических параметров образования производящих линий и характеристического образа инструмента с целью повышения эффективности формообразования. При таком управлении программно могут изменяться следующие параметры движения: траектория, исходная точка, скорость, направление, путь. Наиболее универсальным из кинематических методов является изменение параметров движений исполнительных органов станка, а также сообщение дополнительных перемещений инструменту или его производящим элементам для управления траекторией движения или создания рациональной формы характеристического образа инструмента.

Цикловые методы управления формообразованием относятся к организации в пространстве и времени цикла обработки поверхности. В соответствии со структурной моделью [1] это связано с заданием положения производящих линий на формируемой поверхности, количества и расположения инструментов, последовательностью их работы — совмещенная или разделенная во времени. В частности, эффективными цикловыми методами управления являются совмещение процессов частичного и полного формообразования и многократное профилирование в одном цикле обработки поверхности, которые положены в основу ряда прогрессивных способов обработки сложных поверхностей [7].

Выводы

1. Структура способа формообразующей обработки и его основных компонентов позволяют рассматривать их как системные объекты, управление которыми обеспечивает повышение уровня технологий формообразования.

2. Управление способами формообразования возможно в рамках проектно-технологических и технологических систем геометрическими, кинематическими, цикловыми и комбинированными методами в соответствии с целями управления.

3. Выявленные в результате анализа методы управления формообразованием имеют универсальный характер и представляют эффективный инструмент синтеза рациональных схем обработки при функциональном проектировании станочного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов В.А. Общие принципы синтеза рациональных технологий формообразования сложных поверхностей резанием // Мир технологий: Междун. научно-практич. журнал. – 2003. – №1. – С.61–71.
2. Филонов И.П., Климович Ф.Ф., Козерук А.С. Управление формообразованием прецизионных поверхностей деталей машин и приборов. – Мн.: Дизайн ПРО. – 1995. – 208 с.
3. Маляренко А.Д., Филонов И.П. Технологические основы управляемого формообразования. – Мн.: ВУЗ-ЮНИТИ БГПА, 1999. – 212 с.
4. Смирнов А.И. Анализ перспектив развития методов формообразования в машиностроении. – М.: НИИМаш, 1982. – 49 с.
5. Подураев В.Н. Технология физико-механических методов обработки. – М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.
6. Данилов В.А., Терентьев В.А. Системная модель способа зубообработки как средство его интенсификации на этапе синтеза // Машиностроение: Сб. научн. тр. Вып.16; под ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП «Технопринт», 2000. – С.115-120.
7. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием. – Мн.: Наука и техника, 1995. – 264 с.