

ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Согласно системной модели, основными структурными компонентами способа обработки, определяющими его технико-экономические показатели, являются: метод обработки, способ формообразования поверхности и обрабатываемая система [1]. Такая структура обуславливает необходимость комплексного решения задач совершенствования известных и создания новых способов обработки. При этом важно исключить принципиальные ошибки при разработке технических решений, к которым в рассматриваемом случае можно отнести следующие.

Во-первых, выбор метода обработки, т. е. вида используемой энергии, способа ее подвода, технологической среды, механизма разрушения и схемы удаления с заготовки материала [1]. Важность этого этапа обусловлена тем, что метод обработки в основном определяет поток энергии в технологической системе и, следовательно, производительность способа обработки.

Во-вторых, выбор способа формообразования, т. е. характеристического образа и исходной поверхности инструмента, пространственной и временной схем формообразования обрабатываемой поверхности и его кинематики. Способ формообразования задает информационные связи способа обработки и в значительной мере определяет его универсальность, точность и производительность процесса формообразования.

В-третьих, определение и оптимизация кинематической схемы обработки, т. е. совокупности сообщаемых инструменту и заготовке абсолютных движений, присущих принятому методу обработки и способу формообразования. Кинематическая схема обработки является основой синтеза структуры станка.

В-четвертых, разработка обрабатываемой системы, т. е. станка, инструмента, приспособления. Обрабатываемая система обеспечивает заданные потоки информации, энергии и материалов и в конечном счете определяет технико-экономические показатели способа обработки.

Выделение указанных этапов обусловлено их качественным различием, однако решаемые на них задачи должны быть взаимосвязаны общей целью — созданием эффективного способа обработки. В частности, процесс формообразования нельзя рассматривать в отрыве от процесса резания. При выборе кинематической схемы обработки необходимо учитывать возможности ее реализации обрабатываемой системой. Последняя для эффективного использования возможностей метода должна проектироваться с учетом особенностей кинематики и динамики процесса резания. Несоблюдение этого условия ведет к снижению эффективности способа. Например, существенные преимущества ротационного точения часто не могут быть реализованы на универсальных токарных станках. С другой стороны, усовершенствование конструкции станка не компенсирует ошибок в выборе способа формообразования. Примером могут служить станки для обработки винтовых поверхностей переменного шага с неравномерным движением одного исполнительного органа [2], которым присуще значительное изменение скорости движения формообразования, что отрицательно влияет на производительность.

Согласно указанным выше этапам, можно наметить общие пути интенсификации способов обработки: разработка или выбор эффективных методов обработки; синтез рациональных способов формообразования; синтез оптимальной кинематической схемы обработки; проектирование рациональной кинематической структуры и конструкции станка, конструкции приспособления и режущего инструмента.

Метод обработки может быть обоснованно выбран на основе сравнительного анализа [3], при котором критерии эффективности (производительность, себестоимость, качество обработки, энергоемкость и др.) выражаются через сопоставимые параметры процесса резания, геометрические параметры обрабатываемой поверхности и инструмента и оцениваются на основе практических данных о разрешающих возможностях сравниваемых методов в отношении показателей эффективности.

Выбор рационального механизма разрушения обрабатываемого материала, способа срезания слоя металла, технологической среды, вида и способа подвода энергии, оптимизация параметров резания обуславливают связь между методом обработки и его технико-экономической эффективностью. Последняя существенно зависит и от схемы формообразования [4], что на практике часто не учитывается. Связано это, по-видимому, с тем, что если вопросы выбора и совершенствования методов обработки достаточно отработаны, то выбор схем и кинематики формообразования осуществляется нередко интуитивно или на основе известных аналогий. Например, у большинства станков для обработки лопастей движителей реализуется одна схема формообразования, основанная на сообщении инструменту винтового движения вдоль оси изделия по аналогии с геометрической моделью образования винтовой поверхности. В результате при переходе от широколопастных к узколопастным изделиям производительность станка существенно уменьшается. В еще большей степени это проявляется при обработке винтовых поверхностей типа шлицев и резьб переменного шага по схеме с одним неравномерным движением [2]. Отсюда очевидна практическая значимость выбора и оптимизации схем и кинематики формообразования, особенно сложных поверхностей, допускающих многовариантность способов формообразования.

Оптимальная схема формообразования обеспечивает при одинаковой производительности процесса обработки более высокую точность поверхности или при одинаковой точности более высокую производительность. Установлено [4], что это достигается в результате выполнения критериев непрерывности процесса формообразования и оптимального контакта исходной поверхности инструмента с заданной поверхностью. Аналитическое описание этих условий выражает количественную связь между основными показателями эффективности — производительностью и точностью процесса формообразования, с одной стороны, и геометрическими параметрами схемы и скоростью формообразующего движения, с другой. В связи с этим определение схемы формообразования должно базироваться на исследовании проектной поверхности, проходимости инструмента и его контакта с проектной поверхностью. Следовательно, для выбора рациональной схемы формообразования необходимо: исследовать проектную поверхность и определить условия проходимости инструмента; установить направление движения формообразования, оптимально удовлетворяющее критериям непрерывности и контакта. Выполнение указан-

ных критериев может быть обеспечено выбором траектории движения формообразования и рациональной формы исходной поверхности инструмента, управлением в процессе обработки формой образующих элементарных поверхностей и другими приемами. Таким образом, задача определения схемы формообразования может быть алгоритмизирована на основе математической, геометрической и кинематической моделей формообразования.

Можно указать ряд общих приемов оптимизации кинематики формообразования поверхности [5]:

- синтез рациональной структуры сложных исполнительных движений, обеспечивающей лучшие динамические условия резания и работы станка;

- стабилизация скорости движения формообразования с целью обеспечения постоянства скорости резания или подачи, а также изменение ее по определенному закону, например, исходя из условия обеспечения постоянства параметров среза, усилия резания, деформации системы СПИД и т. д.;

- стабилизация кинематических (рабочих) углов режущей части инструмента с целью оптимизации геометрии резания, повышения точности формообразования, расширения технологических возможностей способа обработки;

- разделение движений профилирования и резания для повышения качества обработки при финишных способах обработки или объединение этих движений в одно с целью упрощения кинематики станка;

- введение дополнительных движений, не влияющих на форму образуемой поверхности, но повышающих эффективность способа обработки (например, увеличение стойкости инструмента, обеспечение надежного стружкодробления) или изменяющих свойства обработанной поверхности, например, созданием на ней определенного микрорельефа.

Кинематические схемы обработки представляют частные случаи распределения относительных движений между инструментом и заготовкой, составляющих кинематику формообразования. Важность выбора рационального распределения движений обусловлена тем, что от него во многом зависят степень сложности, универсальности, жесткости и другие характеристики обрабатываемой системы, особенно если движение формообразования создается несколькими элементарными. Во многих случаях предпочтительнее сообщать движение одновременно инструменту и заготовке, нежели одному из элементов сложного движения, например планетарного. Помимо упрощения конструкции это обеспечивает лучшие динамические условия работы станка вследствие уменьшения инерционных нагрузок и расширения его технологических возможностей. Иногда целесообразно простое или одно из элементарных движений разложить на два, сообщаемых инструменту и заготовке и направленных навстречу друг другу.

Задачи, решаемые на заключительном этапе, т. е. при разработке обрабатываемой системы, весьма разнообразны. Из них следует отметить синтез кинематической структуры станка, которая должна обеспечить как процесс формообразования, так и оптимальные условия резания. Оптимизация кинематической структуры предполагает обоснованность решений по каждому этапу ее синтеза, т. е. при разработке структуры отдельных кинематических групп и их объединении в структуру станка. Практическими путями решения этой задачи являются оптимизация структуры внешних и внутренних связей в нем [6]. Рассмотренные пути оптимизации схем обработки, кинематики формо-

образования и структуры станков могут быть использованы в качестве критериев анализа и оценки совершенства известных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев В.Н. Методические основы создания новых физико-механических способов обработки, их промышленная реализация//Изв. вузов. Машиностроение. — 1980. — № 9.
2. Данилов В.А. Совершенствование способов обработки винтовых канавок переменного шага//Изв. вузов. Машиностроение. — 1981. — № 7.
3. Этин А.О. Кинематический анализ методов обработки металлов резанием. — М., 1964. — 323 с.
4. Данилов В.А. Влияние схемы формообразования на эффективность обработки резанием сложных поверхностей//Изв. вузов. Машиностроение. — 1982. — № 6.
5. Данилов В.А. Пути оптимизации кинематики формообразования сложных поверхностей при обработке резанием//Изв. вузов. Машиностроение. — 1983. — № 11.
6. Данилов В.А. Некоторые пути совершенствования кинематической структуры станков для обработки сложных поверхностей//Изв. вузов. Машиностроение. — 1984. — № 7.

УДК 621.91.01

Ю.А.НОВОСЕЛОВ, канд.техн.наук,
М.И.МИХАЙЛОВ (ГПИ)

О КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В зависимости от условий функционирования инструмента следует различать его потенциальную и технологическую надежность.

Потенциальная надежность характеризует качественный уровень инструмента по всем показателям надежности в стабилизированных условиях его использования, которые назовем стандартными (определенные заготовка, оборудование и оснастка с четко регламентированными характеристиками и условиями обработки и т. д.). Поведение инструмента в этих условиях и будет характеризовать его потенциальные возможности. Понятие потенциальной надежности целесообразно применять при проведении исследований надежности вновь созданного инструмента, сравнении различных конструкций, ускоренных испытаниях для паспортизации инструмента и т. д.

Технологическая надежность характеризует работоспособность инструмента в конкретных условиях его производственного использования как одного из элементов сложной технологической системы обработки. Это понятие может быть применено при исследовании конкретных технологических операций в условиях производства.

Целесообразно рассматривать надежность инструмента в одном из следующих аспектов: надежность единичного инструмента и надежность типа (типового представителя) инструмента. Первое понятие относится к конкретной инструментальной единице (инструменту) и определяет ее надежность в любых условиях функционирования (по выше рассмотренному принципу). Второе же понятие характеризует надежность всей рассматриваемой партии (например, годового фонда) данной инструментальной единицы, т. е. надежность как бы некоторого собирательного образа данного типа инструмента. Несмотря на то