

Секция 2.

Технология машиностроения

**28 мая 2002 г.,
14.00 – 18.00**

**Главный учебный корпус БНТУ
аудитория 204**

Председатель секции: Спиридонов Н.В. – д.т.н., профессор

Секретарь: Крайко С.Э. – ассистент

УДК 621.783.223:658.52.011+536.75

Л.М. Акулович, М.Л. Хейфец, Е.З. Зевелева, А.А. Садюкович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Конструкторско-технологический институт
средств механизации и автоматизации*

Минск, Беларусь

Полоцкий государственный университет

Новополоцк, Беларусь

Повышению эффективности машиностроения служит создание комплекса технологических, транспортных, энергетических и информационных машин и аппаратов, выполняющих ту логически завершенную часть производственного процесса, которой является технологический процесс. Такая совокупность производящих машин получила название технологических комплексов (ТК) [1,2]. Поэтому одной из основных проблем современного машиностроительного производства является всемерное сокращение сроков проектирования, изготовления и внедрения новых ТК на базе высокоэффективных технологий [3].

В связи с этим актуальной является разработка методологии оптимизационного синтеза технологических комплексов высокоэффективной обработки изделий, включающей:

- обоснование выбора высокоэффективных комбинированных методов обработки, обеспечивающих ресурсосбережение при изготовлении и ремонте изделий машиностроения;

- проектирование структуры широкоуниверсального ТК высокоэффективной обработки, упрочнения и восстановления деталей машин;

- оптимизацию параметров процессов, реализуемых ТК высокоэффективной обработки и разработку технологических маршрутов упрочнения и восстановления деталей.

Перспективным направлением в машиностроении являются создание и внедрение в производство новых методов обработки (МО), основанных на сочетании в одном процессе различных видов энергии или различных способов воздействия на обрабатываемый материал.

В общем виде системная модель технологии [4] представляется в виде трех входных потоков: вещества, энергии, информации. Метод обработки целесообразно рассматривать в виде подсистем: энергетической и информационной. Энергетическая подсистема доставляет и преобразует энергию, необходимую для воздействия на заготовку с целью изменения ее физико-механических свойств, снятия или нанесения материала. Эта подсистема определяется видом обработки. Информационная подсистема управляет потоками энергии и вещества, обеспечивая их доставку в необходимом виде и количестве в заданное место рабочего пространства с целью обеспечения определенной формы, размеров и качества поверхности детали.

Процесс обработки целесообразно рассматривать как некоторую энергетическую систему, воздействующую на заготовку с целью перехода ее из одного состояния в другое, соответствующее новому качеству [5]. Это воздействие осуществляется в несколько этапов. На первом этапе подводимая энергия преобразуется в рабочую с помощью технологического оборудования. На втором этапе рабочая энергия превращается в энергию воздействия на обрабатываемый объект. На третьем этапе энергия воздействия приводит к образованию физико-химических механизмов обработки заготовки, являющихся главным элементом формирования параметров метода обработки (производительность, энергозатраты, качество поверхности и т. п.).

При обосновании выбора технологических решений и синтезе комбинированных методов необходимо учитывать стабильность формирования параметров качества обработки и рассматривать механизмы управления устойчивостью технологического процесса путем применения обратных связей [6]. Поэтому в качестве целевой функции вместо конкретных значений совокупности критериев выбора предлагается

использовать критерии процессов самоорганизации [7], т.к. условия, обеспечивающие самоорганизацию поверхностных явлений и стабилизацию формирования параметров качества обработки, являются следствием избыточности рассматриваемой технологической системы по структурному составу [1].

Использование критериев образования структур и фаз многократно сокращает объем экспериментальных исследований процессов формирования поверхностного слоя при высокоэффективных методах обработки.

В случаях, когда физико-химические механизмы формирования поверхностного слоя не известны, предложено описывать процессы не системой уравнений баланса, а законами распределения случайных величин [7].

Создание ТК высокоэффективной обработки, обеспечивающих стабилизацию параметров качества детали и автоматизацию управления технологическими процессами, целесообразно проводить на основе обеспечения условий для самоорганизации поверхностных явлений.

Результаты исследования самоорганизации в процессах нанесения, термообработки, деформирования и резания поверхностных слоев изделий позволяют сделать вывод о том, что технологический комплекс может длительное время работать устойчиво в автоматическом режиме и не требует внешних управляющих воздействий. Это указывает на целесообразность проектирования технологических комплексов в виде автономных гибких производственных модулей комбинированной электромагнитной и термомеханической обработки изделий.

Технологический комплекс в общем случае рассматривается как иерархически построенная система "человек - машина" [1], включающая следующие уровни: 1) функциональные элементы (ФЭ), такие как главное движение, движение подачи и движение инструмента; 2) функциональные подсистемы (ФПС) в виде агрегатных блоков; 3) функциональные системы (ФС), обеспечивающие рабочие, транспортные движения, питание и удаление, а также обслуживание; 4) технологические модули (ТМ) или агрегатные станки, энергетические и информационные машины; 5) автоматические и полуавтоматические линии и участки, образующие ТК.

Каждая подсистема n -го уровня является элементом подсистемы $(n+1)$ -го уровня. Состав ТК, каждой ФС и ФПС, входящих в ТМ, а также функции составляющих их ФЭ соответствуют содержанию тех технологических операций, для которых создается данный технологический комплекс.

Каждая ФПС состоит в общем случае из нескольких ФЭ, в названии которых фигурируют названия выполняемых ими функций (движений). Функциональная подсистема данного вида в ходе технологического процесса выполняет определенную типовую функцию, т.е. типовую технологическую операцию.

Структурный синтез элементов на основании изучения связей позволяет выделить в составе ТК ряд унифицированных блоков [8]: 1) главного движения, обеспечивающий вращение заготовки относительно горизонтальной оси; 2) привода инструмента: а) поступательного движения вдоль оси вращения заготовки и движения резания; б) вращательного движения, скорость которого определяется по усилиям в процессе обработки; 3) подачи: а) порошка для наплавки или полирования; б) рабочей СОЖ; 4) привода электромагнитной системы, используемые: а) для управления технологическим процессом; б) для контроля и регулирования качества обработки и 5) служащие: а) для подачи энергии и б) для управления энергетическими воздействиями на поверхностный слой обрабатываемой заготовки.

В общем случае для выполнения необходимого набора движений технологический комплекс строится из блоков осуществляющих: 1) вращательное движение детали; 2) вращательное движение инструмента; 3) три взаимно перпендикулярных поступательных движения стола; 4) дополнительное вращательное движение инструмента; 5) установочное поворотное движение оси ротационного инструмента; 6) крепление детали на столе при обработке плоских поверхностей и 7) крепление инструмента при токарной обработке.

Структурный синтез технологических комплексов высокоэффективной комбинированной обработки поверхностей вращения, торцевых и плоских поверхностей показал целесообразность создания универсальных технологических комплексов для обработки деталей типа тел вращения в виде гибкого производственного модуля, состоящего из унифицированных блоков: осуществляющих главное, дополнительные и установочные движения деталей и инструментов, а также, обеспечивающих их установку и закрепление.

Объединение комбинированной обработки поверхностей вращения и плоских поверхностей, при использовании дополнительных блоков, дает возможность создавать гибкие обрабатывающие центры.

Гибкая высоконадежная производственная система подразделяется на: 1) исполнительные устройства (объект управления и приводы); 2) информационные устройства (датчики, как внутреннего состояния системы, так и внешнего состояния среды); 3) систему управления (ЭВМ и микропроцессоры). Взаимодействие между ними осуществляется через устройства сопряжения (интерфейс).

Рассмотрим требуемое сочетание функциональных элементов на множестве компоновок технологического комплекса.

Нагружение конструкции силами при формообразовании поверхности происходит в пределах некоторой области пространства, которая называется рабочим полем компоновки. В пределах рабочего поля проявляются качественные характеристики ТК - жесткость, точность и др.

Поскольку формообразование выполняется путем относительных перемещений детали и инструмента, то рабочее поле компоновки (РП) образуется в результате взаимодействия областей пространства, которые может занимать деталь наибольших размеров (ПД) и режущая часть инструмента наибольшего размера (ПИ) при всех их координатных перемещениях, из чего следует способ определения пространственных границ РП как области пересечения ПД и ПИ.

Предложенный ГПМ позволяет проводить автоматизацию мелкосерийного производства, обеспечивая гибкий переход от технологического к предметному принципу работы за счет совмещения операций процесса обработки [6, 8].

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана методология оптимизационного синтеза технологических комплексов высокоэффективной обработки изделий, включающая: 1) анализ высокоэффективных методов обработки; 2) структурный синтез технологических комплексов; 3) параметрическую оптимизацию производственных модулей.

Методология охватывает основные направления развития технологических комплексов, выделенные И.И. Артоболовским [1] и Л.Н. Кошкиным [2]: 1) использует структурную и параметрическую избыточность в технологической системе; 2) применяет адаптацию обрабатывающих и обслуживающих подсистем; 3) объединяет материальное и информационное обеспечение технологических комплексов.

В результате исследований предложено при проектировании технологических комплексов высокоэффективной обработки изделий ограничивать структурную и параметрическую избыточность обрабатывающей системы, обеспечивая самоорганизацию и самонастройку функциональных подсистем комплекса на основе пространственной и временной концентрации технологических операций и транспортных переходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболовский И.И., Ильинский Д.Я. Основы синтеза систем машин автоматического действия. - М.: Наука, 1983. - 280 с.
2. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-ковачерные линии. - М.: Машиностроение, 1982. - 236 с.
3. Сироткин О. Технологический облик России на рубеже XXI века // Экономист. - 1998. - № 4. - С. 3 - 9.
4. Подураев В.Н. Технология физико-химических методов обработки. - М.: Машиностроение, 1985. - 264 с.
5. Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки. - Киев: Навукова думка, 1989. - 192с.
6. Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Хейфец М.Л., Чемисов Б.П. Проектирование технологических комплексов высокоэффективной обработки изделий на основе многофакторной оптимизации // Доклады АН Беларуси. - 1997. - Т. 41, № 3. - С. 121 - 127.
7. Ящерицын П.И., Шипко А.А., Хейфец М.Л., Попок Н.Н. Совершенствование производственных

систем на основе создания условий для самоорганизации технологических процессов и объектов // Доклады АН Беларуси.- 1996. - Т. 40, № 1. - С. 118 - 121. 8. Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Хейфец М.Л. Гибкий производственный модуль для комбинированной электромагнитной и термомеханической обработки изделий // Вестник машиностроения. - 1996. - № 3. - С. 33 - 36.

УДК 621.789-977

Г.Я. Беляев, Н.А. Сакович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В ЗОНЕ ТРЕНИЯ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ, УПРОЧНЕННЫХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Сопротивление изнашиванию трущихся поверхностей зависит в значительной степени от их способности удерживать слой смазки, который разделяет поверхности трения. Прочность же граничного слоя смазки обусловлена природой материалов трущихся поверхностей и природой самого смазывающего вещества, а также количеством входящих в сплав легирующих элементов.

Электропроводность контакта трущейся металлической пары исключительно чувствительна к наличию в зоне трения поверхностных пленок различной природы: адсорбционных, окисных, смазочных и др.[1,2]. С учетом этого в исследовательской практике разработаны и используются методы оценки состояния поверхности раздела по параметрам контактной электропроводности, чаще всего омическому сопротивлению. Достоинством таких методов, называемых обычно «электрическими», являются высокая чувствительность, получение информации непосредственно из зоны трения, возможность автоматизации эксперимента. Наиболее широкое применение электрические методы получили для диагностирования сопряжений при трении со смазкой. С учетом этого для определения прочности граничного слоя при граничном трении нами был применен электрический способ измерения.

Поверхности трения, воспринимающие усилия, состоят из участков: металлического контакта; участков, покрытых тонкой пленкой, пропускающих ток благодаря туннельному эффекту; участков, покрытых мономолекулярными пленками, играющих роль изоляторов. В связи с этим, чем выше способность трущихся поверхностей удерживать граничный слой смазки, тем больше омическое сопротивление в зоне скользящего контакта. Это явление и было положено в методику исследования спо-