

личных характеристиках пары круг-заготовка. Значение  $f_a$  можно брать из справочной литературы [3].

Данная разработка может оказаться полезной для предприятий переходящих на новый перспективный метод глубинного шлифования зубчатых колёс [4] или направляющих станков без предварительного фрезерования.

### Литература

1) Махаринский Е.И., Масилевич А. В. «Рабочие характеристики глубинного шлифования» – Сб. научных трудов «Машиностроение» 2001 Вып. 17. С. 38–42;

2) М.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский «Моделирование затупления шлифовального круга» – Вестні Академії Навук 1997 №4 С. 49–54;

3) Попов С.А. Малевский Н.П. и др. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов. М.: Машиностроение, 1977. – стр. 106 таб. 57

4) Ю.С. Елисеев, В.С. Новиков и др. «Профильное глубинное шлифование зубчатых колес» — Вестник машиностроения 2001 №1 С. 41–44.

УДК 621

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**Мисевич В.С.**

*Витебский государственный технологический университет  
Витебск, Беларусь*

1. Широкое применение САПР ТП и станков с ЧПУ, сделали необходимым постоянное использование понятия «информация» при проектировании технологических процессов, а также при исследовании перспектив развития технологии [1, 2]. Однако само понятие «информация» берет свое начало, в значительной мере, в математической теории связи К.Шеннона и не всегда отвечает задачам технологии машиностроения. Поэтому для моделей технологических задач необходимо уточнить и ограничить понятие «информация».

2. Самым общим понятием (категорией), используемым при описании окружающей нас реальности, является понятие «Мир», «Универсум». Для описания Мира используются такие категории как *пространство* и *материя*, заполняющая пространство. В свою очередь, материя характеризуется *разнообразием*

и движением, изменяющим разнообразие. Движение материи происходит в пространстве и во времени. Разнообразие материи, рассматриваемое в определенный момент времени, представляет собой *конфигурацию*, т. е. взаиморасположение частиц материи с учетом их вида, взаиморасположение материальных тел, а также форму и напряженность силовых полей с учетом их природы. Наиболее общим результатом движения материи во времени является *эволюция* — изменение ее разнообразия. Каждому моменту времени соответствует своя конфигурация материи. *Последовательность конфигураций* отражает эволюцию начальной конфигурации и представляет собой содержание понятия времени.

Конфигурация может быть *общей*, относящейся ко всему Миру, но может быть и *частной*, относящейся к ограниченной физической системе. Конфигурация может быть изменяющейся, *кинематической*, а может быть и неизменной, *статической*. Среди статических особое место занимают *жесткие* конфигурации, не изменяющиеся от ограниченных внешних воздействий. Очевидно, что к ним относятся твердые тела. *Деталь* представляет собой жесткую статическую конфигурацию.

Именно понятие конфигурации физической системы позволяет достаточно четко установить содержания понятия «информация» в ограниченном *физическом* смысле, не претендующем на общесистемное, философское и другие значения.

Информация — это данные о конфигурации материи в выбранной физической системе, полученные в целях человека и отраженные в некоторой искусственной конфигурации в соответствии с принятым кодом.

*Процесс изготовления детали* — это целенаправленное изменение исходной конфигурации (заготовки) для получения необходимой статической жесткой конфигурации (детали) с помощью потоков информации и энергии.

*Информация в технологическом аспекте* является еще более узким понятием, чем информация в физическом смысле, и является информацией о технологической системе.

Технологическая информация — это данные измерений конфигурации технологической системы, добытые в целях проектанта или оператора и зафиксированные в некоторой искусственной конфигурации (носителе информации) в соответствии с принятым кодом.

3. К технологическим задачам, которые целесообразно решать с помощью понятия информации, можно отнести: 1) задачи классификации технологий; 2) задачи проектирования и исследования процессов обработки, описания функционирования технологического оборудования — функциональные задачи; 3) задачи описания на системном уровне методов формообразования и их выбора и синтеза.

4. С помощью понятия информации может быть выполнена наиболее общая классификация технологий — видов технологической деятельности человека. В любой технологической системе существуют потоки информации  $I$ , энергии  $E$  и материи — материала  $M$ . Но один из них (или сочетание двух и более) определяют вид технологии. Рассмотрим соединения  $I$ ,  $E$ ,  $M$  и вытекающую из них классификацию технологий (в широком смысле).

$I$  — информация — выработка информации (измерительные устройства), передача информации (связь, интернет), переработка информации (ЭВМ);

$E$  — энергия — выработка энергии (электростанции), передача энергии (ЛЭП);

$M$  — материал — добыча и первичная переработка материала (шахты и обогатительные фабрики);

$IE$  — энцрмация — формообразование на станках с ЧПУ (сервопривод);

$IM$  — информат — хранение информации (носители, в частности, диски), перенесение информации на расстояние (письма, газеты);

$EM$  — эмермат — сохранение энергии (аккумулятор, нефть);

$IEM$  — креация — создание деталей (литье, стереолитография).

Наиболее важный вывод который следует из этой классификации, заключается в том, что изготовление (творение) деталей является наиболее сложным видом человеческой деятельности, так как включает в себя в качестве основных все три потока  $I$ ,  $E$ ,  $M$ .

6. Информационная модель перемещения рабочего органа станка, управляемого сервоприводом, может быть представлена в виде  $I_{\text{при}} = l / \Delta l$ , где  $l$  — длина перемещения в мм;  $\Delta l$  — дискрета системы ЧПУ. Соответствующая ей модель памяти регистра ЭВМ имеет форму  $I_{\text{сис}} = 2^n$ . Для нормальной работы необходимо, чтобы выполнялось неравенство  $I_{\text{сис}} > I_{\text{при}}$ . Эти информационные модели тривиальны и не требуют пояснений. Однако единицу измерения этой линейной информации, строго говоря, нельзя назвать битом, так как бит (binary item — двоичная единица) определяется как информационная энтропия  $H$  канала с двумя элементами ( $n = 2$ ) с вероятностью их состояния в «единице» 0,5 ( $p_i = 0,5$ ) [3]. Для избежания путаницы целесообразно называть частное от деления величины на ее дискрету (квант), например  $l/\Delta l$ , — «квит» (quantum item — квантовая единица). Однако сложившаяся традиция труднопреодолима.

7. Информационная модель пропускной способности электронных устройств системы ЧПУ строится как число импульсов (датчика), проходящих через электронику в единицу времени, и называется добротностью  $D$  [4]. Для нормального протекания процесса обработки добротность системы должна быть больше добротности процесса.

8. Информационная модель формообразующей способности сервопривода — энирмация — строится как произведение потока информации на поток энергии [5]:

$$W = \frac{I}{t} \cdot \frac{E}{t} = \frac{\varphi / \Delta\varphi}{t} \cdot \frac{M\varphi}{t} = \frac{M}{\Delta\varphi} \cdot \frac{\varphi^2}{t^2}$$

Для процесса обработки и сервопривода с шаговым двигателем энирмация может быть представлена в форме

$$W = \frac{M}{\Delta\varphi} \omega^2$$

где  $M$  — крутящий момент двигателя (процесса), а  $\Delta\varphi$  — его угловая дискрета. Для шагово-импульсных сервоприводов энирмацию удобно представлять в форме:

$$W = k_{кр} \omega^2$$

где  $k_{кр}$  — крутильная жесткость сервопривода. Для нормальной работы системы необходимо обеспечить неравенство  $W_{сис} > W_{при}$ .

Энирмация является величиной сохраняющейся. Ее нельзя изменить за счет механических передач от двигателю к шпинделю.

На рис. 1 показана схема связи величин, которые служат для описания функционирования станка в самом общем виде.

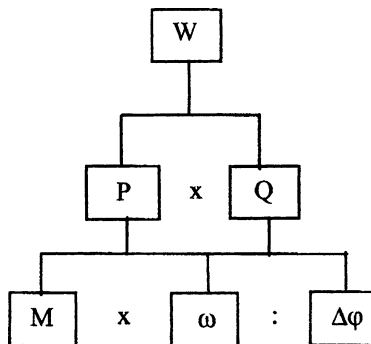


Рис. 1. Схема связи величин, описывающих работу шпинделя в станке с ЧПУ

Энирмация позволяет не только выбрать сервопривод для выполнения конкретного процесса обработки, но и создать обоснованный типоразмерный ряд сервоприводов. Так некоторые управляющие системы фирмы Siemens имеют энирмацию, превышающую энирмацию любого процесса обработки, выполняемого на станках.

9. Модель технологической системы в виде серого ящика показана на рис. 2. *Кондиционер* — это совокупность устройств и средств, обеспечивающих условие протекания процесса обработки. *Креатор* — это устройство непосредственно формирующее деталь т. е. сервопривод с инструментом. *Воздействие* — это процесс воздействия на материал заготовки потоков информации и энергии. К технологической системе подводится материал  $M$ , энергия  $E$  и информация  $I$ . Информация может подводиться в свободном виде или в связанном, в соединении с энергией  $I + E$ , как в сервоприводе, или в соединении с материалом  $I + M$ , как в прокате. В зависимости от способа подачи информации в технологическую систему, с учетом физики процесса воздействия, будет изменяться процесс формообразования. Рассмотрев все варианты подачи информации в технологическую систему и все виды воздействий, можно получить полный перечень методов формообразования на системном уровне.

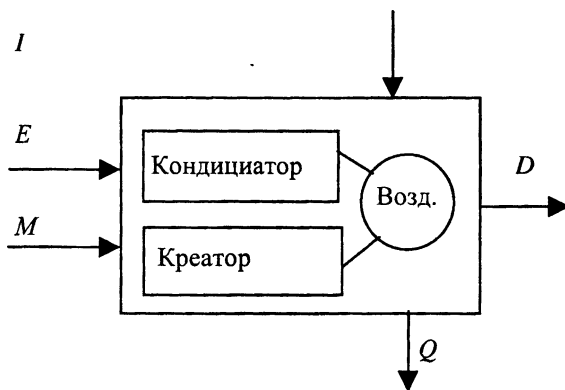


Рис. 2. Серый ящик технологической системы

### Литература

1. Смирнов А.И. Анализ перспектив развития методов формообразования в машиностроении. Обзор. — М, НИИМАШ, 1982.—49 с.
2. Мисевич В.С., Нисневич Я.Г. Использование понятия информации при проектировании технологических процессов и автоматических обрабатывающих систем // Ред. ж. “Станки и инструмент”. —1986. — 43 с. Деп. в ВНИИТЭМР 18.05.87. № МШ-87.
3. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация.— М.: Наука, 1973.— 511 с.
4. Алексеева Н.Н., Лебедев А.Н. Система синхронизации вращения шпинделей инструмента и изделия // Станки и инструмент, № 1,

1978. С 15–16. 5. Мисевич В.С., Нисневич Я.Г. Проектирование системы управления с синхронной связью для станков с ЧПУ // Станки и инструмент, № 10, 1988. С34–36.

УДК 621.833.389

## **АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРУЖИННО-ПАЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕДАЧАХ**

**Пашкевич М.Ф., Рогачевский Н.И., Рогачевский С.Н.**  
*Могилевский государственный технический университет*  
*Могилев, Беларусь*

В изделиях машиностроения широко применяются червячные редукторы благодаря их известным достоинствам, которые проявляются в полной мере лишь при соблюдении достаточной точности зацепления, обусловленной не только высокой точностью деталей редуктора, но и величинами погрешностей их взаимного расположения, которые регламентированы более жестко чем, например, в редукторах с цилиндрическими зубчатыми передачами. Существенным недостатком червячных редукторов является низкий КПД, обусловленный геометрией и кинематикой зацепления. Стремление устранить недостатки червячных передач привело к созданию пружинно-пальцевых винтовых передач, которые представляют собой новый тип передач со скрещающимися осями. Эти передачи по принципу работы схожи с червячными передачами, но имеют существенное отличие – отсутствие червяка и собственно червячного колеса. Вместо червяка здесь используется закрепленная на ведущем валу витая цилиндрическая пружина, а вместо червячного колеса применяется диск с закрепленными в нем в подшипниках пальцами. Такие передачи просты в изготовлении, не требуют высокой точности изготовления деталей и их монтажа, так как упругая податливость пружины компенсирует значительные погрешности, не имеют дорогостоящих антифрикционных материалов, и обеспечивают высокий КПД, так как в них трение скольжения заменено качением витков пружины по вращающимся в подшипниках качения пальцам. Они отличаются конструктивной простотой, низкой материалоемкостью, высокой ремонтопригодностью, возможностью работы при отсутствии масляной ванны (то есть в качестве открытых передач).

Для научно обоснованного подхода к проектированию пружинно-пальцевых передач необходима теория зацеплений в этих передачах. Некоторые