

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

(сообщение 1)

Канд. техн. наук, доц. А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ

(Статья представлена доцентом Новополоцкого политехнического института,
к. т. н. В. А. Петровым)

Разрабатывается методика формализации способов формообразования поверхностей в металлообработке. В основу методики положен аппарат теории множеств.

В [1] впервые выдвинут важный методологический тезис о не тождественности схемы резания кинематической схеме станка и на его основе сформулированы основные положения классификации схем резания по признаку сходства сочетаний абсолютных Движений инструмента и заготовки. В последующих работах [2—5], логически связанных с [1], в зависимости от целей конкретных исследований разрабатываются системы классификаций, основанные на анализе иных определяющих признаков: физических, технологических, энергетических, конструктивных и других. Названные работы имеют важное методологическое значение для создания научных основ единой классификации, охватывающей все многообразие процессов формообразующей обработки независимо от вида используемой энергии. Однако следует отметить и их определенную ограниченность, заключающуюся в одностороннем базировании на технологическую науку и вербальный язык для описания отличительных существенных признаков различных процессов, методов и способов обработки. В то же время известный опыт кибернетизации технологии показывает, что именно на стыке наук возможна наиболее строгая разработка проблем теоретической технологии. В статье на основании работ [1—3] с широким привлечением аппарата теории множеств разрабатывается методика формализованного описания способов формообразующей обработки по виду генерации поверхностей в пространстве и времени.

Как известно, образование реальной поверхности в металлообработке любым технологическим способом представляет собой по существу процесс образования соответствующей геометрической поверхности, под которой обычно понимают след, оставляемый одной производящей линией, называемой образующей, при ее движении по другой производящей линии — направляющей. Производящие линии реальных поверхностей создаются при помощи вспомогательных элементов, реализованных на рабочей части инструмента [6].

Рассматривая различные инструменты, можно заметить, что одни, например токарный резец, имеют один вспомогательный элемент, а другие, например фреза или многошариковая раскатка, имеют несколько последовательно расположенных вспомогательных элементов. Будем рассматривать вспомогательный элемент как множество материальных точек M^* . Тогда в общем виде совокупность вспомогательных элемен-

тов любого инструмента можно рассматривать как вполне определенный класс P множеств M_i .

$$P = \{ M_i \}_i (i = 1, 2, \dots k). \quad (1)$$

Назовем класс P характеристическим образом инструмента, так как именно этот класс определяет поведение производящих линий в процессе формообразования реальных поверхностей.

Будем рассматривать образующую и направляющую как вполне определенные множества точек M_0 и M_n . Тогда можно утверждать, что любая реальная поверхность в произвольный момент времени может быть представлена в виде произведения двух одномерных множеств, каждое из которых является однозначным отображением характеристического образа P инструмента в множества M_0 и M_n при относительном движении инструмента (точнее его характеристического образа) по производящим линиям

$$f: P \rightarrow M_0; \quad f: P \rightarrow M_n.$$

В качестве способа, посредством которого каждому $x \in P$ ставится в соответствие некоторый элемент из M_0 и M_n , укажем операцию пересечения множеств M_0 и M_n с характеристическим образом P [7].

Следовательно, чтобы рассмотреть конкретные способы образования реальных поверхностей во времени, достаточно проследить, как во времени образуются одномерные множества — образующая и направляющая линии.

Будем рассматривать отображение характеристического образа P в множество M точек отрезка L плоской кривой, отсчитываемое от некоторой фиксированной точки O на этой кривой, как однопараметрическое семейство точек, зависящих от времени t .

В выражении (1) $i = 1$. Тогда характеристический образ содержит единственное множество

$$M_1 = \{ x \}.$$

1. Пусть характеристический образ P непрерывно скользит вдоль кривой L . Тогда единственному элементу $x \in M_1$ при его отображении

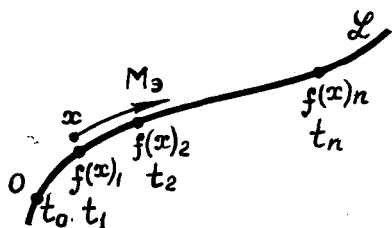


Рис. 1.

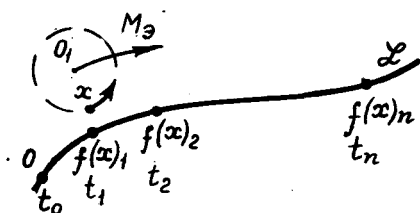


Рис. 2.

в M будет непрерывно и однозначно соответствовать образ $f(x)$ в множестве M , фиксируясь на отрезке OL (рис. 1) как возрастающая во времени последовательность

$$A_1 = \{ f(x)_1, f(x)_2, \dots, f(x)_n \}. \quad (2)$$

Назовем такой способ образования производящей линии непрерывным при скольжении (H^c_{11}).

2. Пусть характеристический образ P совершает сложное движение, например вращается вокруг некоторой точки O_1 , перемещающейся вдоль кривой L (рис. 2). Тогда элемент $x \in M_1$ будет отображаться в множество M через некоторые промежутки времени, определяемые

круговой частотой вращения P относительно точки O_1 . И на отрезке OL будет непрерывно фиксироваться возрастающая во времени последовательность

$$A_2 = \{f(x)_1, f(x)_2, \dots, f(x)_n\}. \quad (3)$$

Назовем такой способ образования производящей линии прерывистым (Π_{II})

$$M_9 = \{x\}_j (j = 2, \dots, n).$$

3. Пусть характеристический образ P обкатывается по кривой L (рис. 3). Тогда произвольному элементу $x \in M_9$ при отображении в M

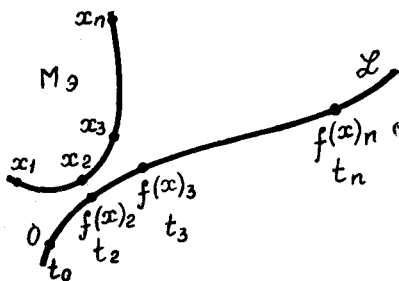


Рис. 3

будет однозначно соответствовать образ $f(x)_j$ в множестве M . На отрезке OL образы $f(x)_j$ будут фиксироваться в виде возрастающей во времени последовательности

$$A_3 = \{f(x)_2, f(x)_3, \dots, f(x)_n\}. \quad (4)$$

Назовем такой способ образования производящей линии непрерывным при качении (H^k_{1j}).

4. При отображении характеристического образа P одновременно каждому $x_j \in M_9$ ставится в соответствие $f(x)_j \in M$. Следовательно, на отрезке OL одновременно фиксируется множество

$$A_4 = \{f(x)_j\}_j (j = 2, \dots, n). \quad (5)$$

Таким образом получим способ единовременного (E) образования производящей линии.

В выражении (1) $i = 2, \dots, k$. Тогда характеристический образ P представляет собой последовательность равномошных множеств M_{9i}

$$M_{9i} = \{x\}_i.$$

Пусть характеристический образ P совершает сложное движение—вращается вокруг мгновенного центра вращения O_1 , перемещающегося вдоль кривой L так, что каждому элементу $x \in M_{9i}$ будет однозначно соответствовать образ $f(x)_i \in M$. На отрезке OL через промежутки времени, определяемые частотой вращения P относительно O_1 , будет фиксироваться возрастающая во времени последовательность семейств одноэлементных образов $f(x)_i$

$$A_5 = \{f(x)_i\}_i (i = 2, \dots, k). \quad (6)$$

Назовем такой способ образования производящей линии прерывистым (Π_{II})

$$M_{9i} = \{x\}_j (j = 2, \dots, n).$$

Пусть характеристический образ P обкатывается по кривой L так, что каждому $x_j \in M_{9i}$ при отображении в M взаимно однозначно соот-

ветствует образ $f(x)_{ij}$. Тогда на отрезке OL будет фиксироваться непрерывно возрастающая во времени последовательность

$$A_6 = \{ \{ f(x)_{22}, f(x)_{23}, \dots, f(x)_{2n} \} \{ f(x)_{32}, f(x)_{33}, \dots, f(x)_{3n} \} \dots \{ f(x)_{k2}, f(x)_{k3}, \dots, f(x)_{kn} \} \}. \quad (7)$$

Назовем такой способ образования производящей линии непрерывным (H_{ij}).

Сравнивая способы образования производящих линий H_{11} , H_{1j} , H_{ij} , замечаем, что они имеют сходную физическую сущность, а индексы при H отражают структурную особенность характеристического образа P . Тогда названные способы можно считать частными случаями класса H .

То же самое можно отметить и для способов P_{11} и P_{i1} , объединяя их в класс P .

Будем считать, исходя из условий образования реальных поверхностей, множества (2) ... (7) равномошными, если они рассматриваются на отрезках OL одинаковой протяженности. Тогда в порядке возрастания теоретической производительности рассмотренные классы образования производящих линий располагаются следующим образом P, H, E .

Сочетая каждый из трех полученных классов возникновения образующей с каждым из тех же классов возникновения направляющей, получим девять возможных классов образования поверхностей во времени. Однако принимая во внимание, что в исследуемом вопросе не существенно, сочетаем ли мы, например, класс H возникновения образующей с классом E возникновения направляющей, или наоборот, так что получим шесть существенно различных классов образования поверхностей в металлообработке. В порядке возрастания производительности они располагаются следующим образом: $P-P$, $P-H$, $H-H$, $E-P$, $E-H$, $E-E$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский Г. И. Кинематика резания, Машгиз, М., 1948.
2. Коновалов Е. Г. Основы новых способов металлообработки, изд-во «Наука и техника», Минск, 1961.
3. Панченко К. П. Определение и классификация схем резания, «Известия вузов. Машиностроение», 1964, № 2.
4. Эттин А. О. Кинематический анализ методов обработки металлов резанием, изд-во «Машиностроение», М., 1963.
5. Лифшиц А. П. Методика поиска новых процессов формообразования, «Вестник машиностроения», 1967, № 9.
- 6. Федотенок А. А. Кинематическая структура металлорежущих станков, изд-во «Машиностроение», М., 1970.
7. Заманский М. Введение в современную алгебру и анализ, изд-во «Наука», М., 1974.

Статья поступила 21 ноября 1977 г.