

раслям экономики. Учет стоимости человеческого капитала в формировании стоимости продукции будет способствовать более объективной оценке затрат труда работников различных отраслей экономики и повышению их соответствия заработной плате отдельных работников.

На этой основе представляется актуальной разработка комплекса мероприятий по повышению эффективности управления человеческим капиталом, позволяющего активизировать процесс вовлечения финансовых активов работников в финансирование затрат на человеческий капитал. Это позволит предприятиям достигнуть более высокого уровня человеческого капитала при минимальных дополнительных затратах собственных средств. С другой стороны, достигнутый эффект будет двусторонним за счет того, что увеличение уровня человеческого капитала приведет к росту трудовых доходов как работников, так и предприятия в целом.

УДК 621.9.02-182.66-752

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОЦЕССА ПЛАНЕТАРНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ

В. А. Косарев

Московский государственный технологический университет «Станкин»

Предложена модель в виде гиперграфа, на основе которой определены задачи, связанные с перспективными направлениями разработок и исследований процесса формообразования отверстий планетарным движением инструмента.

С развитием гибких производственных систем в машиностроении особый интерес вызывают методы обработки сложных поверхностей на станках с ЧПУ. Формообразование поверхностей в отверстиях планетарным движением инструмента является одним из таких методов [1].

Процесс формообразования (ПФ) поверхностей в отверстиях планетарным движением инструмента следует рассматривать в виде системы отдельных, функционально связанных между собой, конструктивных и технологических элементов, наглядно представленной в виде ориентированного гиперграфа Γ_{163} (рис. 1).

При разработке модели формирования ПФ в виде гиперграфа за основу была принята структура системы «Технолог» [2, 3]. Модель M_1 в виде гиперграфа Γ_{163} (Т, Е) позволяет более наглядно представить структуру формирования ПФ и долю элементов объектного обеспечения, у которого каждое ребро $l_i \in E$ представляет некоторое подмножество вершин $l_i \subseteq T$.

Каждое ребро l_{11} является множеством элементов, которые представляют собой последовательные этапы работы системы проектирования ПФ: t_1 (П) характеризует обрабатываемую поверхность, t_2 (ДЛ) определяет глубину обрабатываемого отверстия, t_3 (МАТ) определяет характеристику обрабатываемого материала, t_4 (МЕТ) – выбор метода обработки, t_5 (ОБ) – вид образующей поверхности инструмента, t_6 (СД) – характер сдвига образующей инструмента при обработке, t_7 (ИН) – вид инструмента, t_8 (МКР) – определяет доминирующие нагрузки при формообразовании, t_9 (СТ) – доминирующий параметр, определяющий стойкость инструмента, t_{10} (ПК) – параметр качества обрабатываемой поверхности.

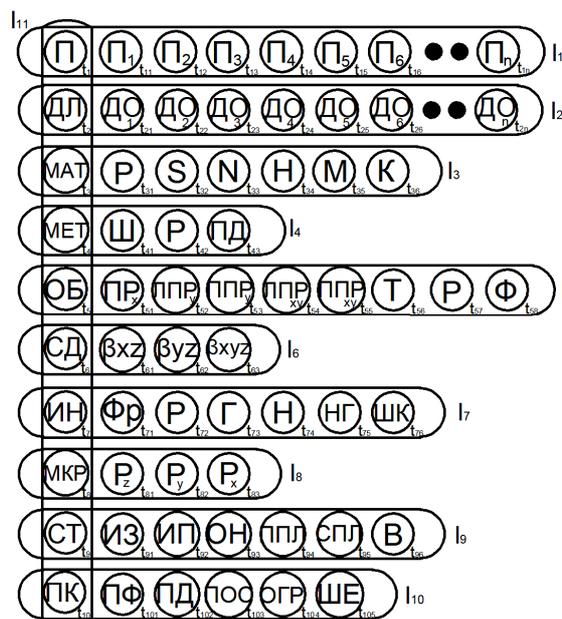


Рис. 1. Гиперграф Γ_{163} ПФ внутренней резьбы

Каждое ребро l_i характеризует множество вариантов свойств, характеристик рассматриваемого элемента или особенности его технологических условий ПФ. Модель в виде гиперграфа Γ_{163} обладает наглядностью и сравнительной простотой построения, но выполнять преобразования на данной модели сложно. Введение дополнительных дуг (связи) в гиперграфе образует зоны с транзитивным замыканием, что позволяет по данному графу построить матрицу циклов. Формирование циклов зависит от поставленных технологических задач. Кроме того, возможно построение маршрутов графа, моделирующих последовательное направление разработок и исследований с целью расширения технологических возможностей ПФ. С помощью построенной матрицы описаны циклы по решению задач, связанных с перспективными направлениями разработок и исследований ПФ-отверстий планетарным движением инструмента.

Выявлено, что одним из факторов, ограничивающего технологические возможности ПФ, является недостаточная жесткость инструмента, так

как ему приходится работать в ограниченном пространстве. Для решения данной проблемы разработана модель M_2 .

$$I_{п1} = \{t_{16} (t_{28}) t_{31} t_{32} t_{42} t_{54} t_{55} (t_{63}) (t_{71}) (t_{81}) (t_{96}) (t_{102})\}.$$

Анализ конструкции инструмента, предназначенного для обработки резбовых поверхностей данным методом, показал, что одной из причин износа инструмента является повышенная вибрация. Исследования в этом направлении определяет модель M_3 .

$$I_{п2} = \{t_{16} (t_{25}) t_{31} t_{42} t_{54} t_{55} t_{63} (t_{71}) (t_{72}) (t_{82}) (t_{96}) (t_{95}) (t_{104}) (t_{105})\}$$

Выбор третьего направления исследования был предопределен тем, что при наличии малых подач и достаточно высокой скорости обработки данным методом есть все предпосылки для формообразования внутренней резьбы методом пластической деформации. Это выражается следующей моделью M_4 .

$$I_{п3} = \{t_{16} t_{22} (t_{33}) (t_{43}) t_{55} t_{54} t_{63} (t_{74}) (t_{75}) (t_{82}) (t_{101}) (t_{102})\}$$

Выделенные в скобках вершины t_n в моделях M_2 , M_3 , M_4 определяют направления либо новых разработок конструкций инструмента, либо исследования в области изменения параметров ПФ. В частности, для реализации первой модели M_2 разработан инструмент с передней направляющей (патент на изобретение № 2300449, 2007 г.). Для реализации второй модели M_3 предложена сборная твердосплавная пластинка с демпфирующими свойствами (патент на изобретение № 2323067, 2006 г.). Для реализации третьей модели M_4 предлагается способ и инструмент пластического деформирования (патент на изобретение № 2373017, 2009 г.)

Таким образом, при имеющихся конструктивных решениях по каждому направлению для реализации в дальнейшем поставленных научных задач и разработок ПФ-отверстий планетарным движением инструмента появляется возможность определения элементов, параметров и их взаимосвязей с выделенными вершинами гиперграфа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Локтев, Д. А. Обработка резьбы (обзор современных методов и конструкций инструментов) / Д. А. Локтев – М. : Машиностроение, 2001. – 48 с.
2. Горанский, Г. К. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства / Г. К. Горанский, Э. И. Бендерова. – М. : Машиностроение, 1981. – 456 с.
3. Гречишников, В. А. Моделирование систем инструментального обеспечения автоматизированных производств / В. А. Гречишников. – М. : Машиностроение, 1988. – 60 с.