

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Равномерное введение стабилизирующих добавок Co, Ni в керамические порошки Al_2O_3 и ZrO_2 путем химического осаждения Co, Ni на частицах порошка позволяет осуществить локальное лазерное жидкофазное поверхностное спекание предварительно спрессованных порошковых компактов Al_2O_3/Co , ZrO_2/Co и ZrO_2/Ni , что в дальнейшем может быть использовано для повышения эксплуатационных характеристик изделий из оксидной керамики, в частности для повышения долговечности теплозащитных покрытий.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант T08M-002).

Список использованных источников

1. Сайфуллин, Р. С. Неорганические композиционные материалы / Сайфуллин Р.С. – М.: Химия, 1983. – 299 с.
2. Ильющенко, А. Ф. Теплозащитные покрытия на основе ZrO_2 . / А. Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск : НИИ ПМ с ОП (1998). – 128с.
3. Кайнарский, И. С. Процессы технологии огнеупоров / И. С. Канарский. – М.:Металлургия (1969).- 352 с.
4. Яковчук, К. Ю. Разрушение конденсационных покрытий металл-керамика при термоциклировании / К. Ю. Яковчук [и др.] // Пробл. спец.электрометаллургии. – 1989. – №4. – С.62-68.
5. Грачев, С. Е. Результаты лабораторных и стендовых испытаний образцов и лопаток с покрытиями $Ni-Cr-Al-Y/ZrO_2$ // Электронно-лучевые и газотермические покрытия. – Киев: ИЭС им.Е.О.Патона. – 1988. – С.37-43.
6. Касаткин, А. В. Формирование жаростойких покрытий при воздействии лазерного излучения / А. В. Касаткин [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 1995. – С.68-70.
7. Толочко, Н. К. Трансформирование покрытий ZrO_2 под действием лазерного излучения / Н. К. Толочко [и др.] // Материалы, Технологии, Инструменты. – 2001. – Т.6, – №3, – С.82-85.

SUMMARY

Laser surface melting of heat resist ZrO_2 ceramic and Al_2O_3 oxide ceramics has been carried out. Particles of ZrO_2 and Al_2O_3 were preliminary coated Co or Ni by chemical method. Flowed ceramic surface have smooth without breaks.

УДК 658.51:621.81

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВА В ЗАДАЧЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТИПИЗИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Н.В. Беляков, Н.Н. Попок

В настоящее время в машиностроении находят применение системы автоматизированного проектирования технологических процессов двух видов: 1) системы адресации; 2) диалоговые системы. Первые разработаны для деталей типа тел вращения и планок на базе комплексного технологического процесса (ТП) на типовые детали. Вторые могут быть использованы и для нетипизированных деталей, но только достаточно опытным технологом. С их помощью технолог,

используя опыт и интуицию, может выбрать из базы данных переходы, оборудование и т.д., нормировать расход времени и материала, рассчитать режимы резания. Однако эти системы не позволяют для нетипизированных деталей в автоматизированном режиме назначить технологические базы, порядок обработки поверхностей, порядок смены баз внутри этапов типовой схемы механической обработки, выдавать задание на проектирование (выбор) станочных приспособлений. Для нетипизированных деталей проектируется индивидуальная технология обработки каждой заготовки. По оценкам экспертов 80 % нетипизированных деталей относится к классам «корпус» и «некруглые стержни».

Для решения задачи компьютерного проектирования технологии изготовления нетипизированных деталей классов «корпус» и «некруглые стержни» необходимо создать информационную конструктивно - технологическую модель объекта производства.

Целью работы являлось 1) определение признаков классификации конструктивных элементов нетипизированных деталей классов «корпус» и «некруглые стержни»; 2) построение моделей состояния конструктивных элементов на этапах обработки; 3) определение моделей внутримашинного хранения и оперирования информацией о конструктивных элементах и размерных связях между ними в задаче синтеза технологического процесса механической обработки.

В работе использовались методы системно-структурного анализа и моделирования, теории графов, алгебры логики, теории множеств, теории алгоритмов и теории базирования.

Для решения задачи преобразования конструкторской информации в форму для формального принятия технологических решений в процедурах синтеза схем базирования, а также для связи элемента классификации с основами проектирования технологии предлагается рассматривать деталь как совокупность взаимосвязанных функциональных модулей разных уровней сложности и различного назначения. Функциональный модуль (ФМ) – это группа элементарных поверхностей, вместе выполняющих хотя бы одну функцию. Во многих случаях одна из поверхностей функционального модуля (главная поверхность) обеспечивает выполнение служебного назначения, а остальные являются вспомогательными.

Функциональные модули связываются друг с другом системой размеров (линейных и угловых) и допусков. Конфигурация детали может быть представлена в виде набора ФМ и характеристик их элементов (внутренних показателей) и структуры размерных и угловых связей между ними (внешних показателей).

Таким образом, для формализации определения комплектов баз ориентации, определения последовательности обработки и смены баз предлагается оперировать с моделью геометрических отношений между ФМ разных уровней сложности и служебного назначения, причем с учетом особенностей обработки конструктивных элементов и детали.

Классификатор ФМ деталей по сложности ФМ-р построен иерархически [1,2]. ФМ нулевого ФМ-0р и второго ФМ-2р рангов сложности делятся на технологические и исполнительские. ФМ нулевого ранга ФМ-0р представляют собой элементарные поверхности, из которых строятся ФМ остальных уровней классификации. Деталь, таким образом, является функциональным модулем шестого и выше рангов сложности. Каждому элементу множества модулей каждого ранга в зависимости от главных поверхностей ставится в соответствие совокупность ряда признаков: ФМ-р → к_пк_кг_св_ст, где к – класс ФМ (плоские ФМ, ФМ вращения, винтовые ФМ); к_п – подкласс ФМ (плоский ФМ, ФМ- паз, ФМ-окно, ФМ- направляющая, ФМ элементарный вращения, ФМ- канавки продольные, ФМ канавки торцовые, ФМ- резьбы) и т.д. Используя такую классификационную сетку, несложно каждому компоненту поставить в соответствие определенный идентификатор (код), отражающий ранг ФМ, и определяющий его на множестве признаков.

Классификационное множество модулей по служебному назначению предлагается представлять в виде выражения

$$\Phi M = (OBV) \cup (KP) \cup (KM) \cup (OBH),$$

где (ОВВ) – множество функциональных модулей, образующих основные и вспомогательные сборочные базы; (КР) – множество крепежных функциональных модулей; (КМ) – множество модулей коммуникаций; (ОБН) – множество объединительных модулей.

Деталь можно представить в виде выражения

$$KD = \Phi M_1 \cup \Phi M_2 \cup \Phi M_{j-1} \dots \cup \Phi M_j \dots \cup \Phi M_n.$$

Причем под множеством ΦM_i подразумевается комплексный ФМ – структурно максимально сложный, имеющий наивысшие показатели качества, все поверхности которого возможно обработать с одного установа:

$$\Phi M_j = (n_1, n_2, \dots, \bar{n}_m, \dots, n_{i-1}, \dots, n_i),$$

где $n_i \in \Phi M$ -ip, \bar{n}_m – главные поверхности модуля. Структурный состав частного модуля формируется методом адресации из комплексного ФМ:

$$\Phi M_1 = (n_1, n_3 \dots n_6); \Phi M_5 = (n_1, n_2 \dots n_9) \text{ и т.д.}$$

На основе проведенного анализа чертежей деталей, а также технологических процессов их механической обработки в конструкторских и технологических бюро станкостроительных заводов Витебской области ОАО «ВИЗАС», РУП «ВИСТАН» (г. Витебск), РУПП «Красный борец» (г. Орша) определено порядка 1100 частных функциональных модулей различных классификационных множеств. Комплексирование частных ФМ по конструктивному и технологическому признаку позволило разработать иллюстрированный классификатор комплексных ФМ деталей классов «корпус» и «некруглые стержни» по служебному назначению.

Увеличение значений параметров точности ФМ и детали в целом при механической обработке происходит последовательно за несколько ступеней (этапов: з – заготовительный, п – предварительный, ч – чистовой, о – отделочный). Это вызвано наследованием погрешности обработки и введением химико-термической обработки. Поэтому деталь предлагается представлять не просто набором ФМ и геометрических связей между ними, а моделями состояний ФМ на этапах обработки.

Определение состояния ФМ (ΦM_j^z , ΦM_j^p , ΦM_j^c , ΦM_j^o) и маршрута его обработки на этапах предлагается осуществлять двумя способами: 1) с помощью стандартных маршрутов, применяемых на том или ином предприятии для ФМ различного служебного назначения, 2) с помощью синтеза возможных вариантов маршрута ФМ низкого ранга на основе моделирования состояния показателей его качества. Для формализации назначения маршрута по первому методу предлагается использовать понятие технологического регламента (ТР) обработки ФМ – совокупности упорядоченной технологической информации о ФМ:

$$\Phi M_j \rightarrow TP_j = \{n_i^{пч}, \text{пер}_{y,i}, P_u, Y_n, \Xi\},$$

где $n_i^{пч}$ – совокупность обрабатываемых ФМ нулевого ранга; $\text{пер}_{y,i}$ – переходы обработки и их точность); P_u – виды режущего инструмента и их размерные характеристики); Y_n – фрагменты управляющей программы для станков с числовым программным управлением; Ξ – этап типовой схемы обработки, в который распределяется переход. Разработаны технологические регламенты и схемы распределения припусков по этапам типовой схемы для наиболее распространенных комплексных ФМ.

Исходными данными для моделирования по второму методу являются:

Внешние показатели определяют расположение ФМ относительно других ФМ детали. Оперирование с внешними параметрами организовано с помощью графов размерных связей $R(x,y,z)$ главных поверхностей ФМ в трех координатных направлениях и графов угловых связей U обрабатываемых главных поверхностей ФМ по отношению к обрабатываемым поверхностям и угловых расположений обрабатываемых поверхностей по отношению к необрабатываемым на этапе типовой схемы обработки.

Множество R представляется в виде неориентированного графа типа дерева

$$R_{(x,y,z)} = (\bar{N}, V),$$

где $\bar{N} = \{\bar{n}_1, \bar{n}_2, \dots, \bar{n}_m\}$ $|\bar{N}| = m$ – множество вершин (главных поверхностей модуля).

Множество линейных размеров, соединяющих любые пары вершин $(\bar{n}_i, \bar{n}_j) \in \bar{N}$ есть множество ребер $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ $|V| = k$. Причем множество ребер является неориентированными линиями, для которых не существует порядок соединения вершин $v_j = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)$ или $v_i = (\bar{n}_j, \bar{n}_i)$. Граф $R_{(x,y,z)}$ представляется с помощью матрицы смежности

$$R_{(x,y,z)}^{cm} = \left\| v_{i,j} \right\|_{m \times m}.$$

Граф U отражает отношения перпендикулярностей и углов между главными поверхностями ФМ с учетом особенностей их технологического обеспечения. Связями на графе указывается отношение рассматриваемого ФМ к поверхности ФМ, являющейся базой ориентации. Направление связи указывает базовый элемент, по отношению к которому ориентируется поверхность.

Множество угловых связей можно представить в виде ориентированного графа

$$U = (\bar{N}, Y),$$

где $\bar{N} = \{\bar{n}_1, \bar{n}_2, \dots, \bar{n}_m\}$ $|\bar{N}| = m$ – множество вершин (главных поверхностей модуля).

Множество угловых размеров, соединяющих любые пары вершин $(\bar{n}_i, \bar{n}_j) \in \bar{N}$ есть множество дуг $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}$ $|Y| = l$. Множество дуг является ориентированными линиями, для которых существует порядок соединения вершин. Каждая дуга $y_i \in Y$ определяется упорядоченной парой вершин $y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_j \rangle$. Причем $y_i = \langle \bar{n}_j, \bar{n}_i \rangle$ и $y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_j \rangle$ – это различные дуги в графе.

Граф U предлагается представлять в виде матрицы инцидентности

$$U = \left\| y_{i,j} \right\|_{m \times k}.$$

Используя показатели множества ПКп_i как Хр, Гбр, Кч, Ор, а также принципы корректности задания ориентации, разработаны символьные логические правила формирования графов угловых расположений и графов симметричных деталей.

С помощью предлагаемой модели формирования информационной конструктивно-технологической модели становится возможным решение задачи определения комплекта баз ориентации [3] и последовательности обработки заготовки.

Исходными данными алгоритма определения комплектов баз ориентации являются $ФМ_j; IP_j; R_{(x,y,z)}; U$.

Для определения комплектов баз используется нижеприведенный алгоритм.

Шаг 1. Используя ФМ_j и ТР_j формируются модели модулей $\Phi M_j^{\Pi}; \Phi M_j^{\text{Ч}}; \Phi M_j^{\text{О}}$ и детали $KД_j^{\Pi}; KД_j^{\text{Ч}}; KД_j^{\text{О}}$ после выполнения этапа типовой схемы обработки.

Шаг 2. Задаются внутренние показатели ФМ $ПК\eta_i^{\Pi}; ПК\eta_i^{\text{Ч}}; ПК\eta_i^{\text{О}}$.

Шаг 3. Используя ПК η_i , R(x,y,z) и U чертежа детали формируются модели размерных и угловых связей поверхностей на этапах (рисунок 2).

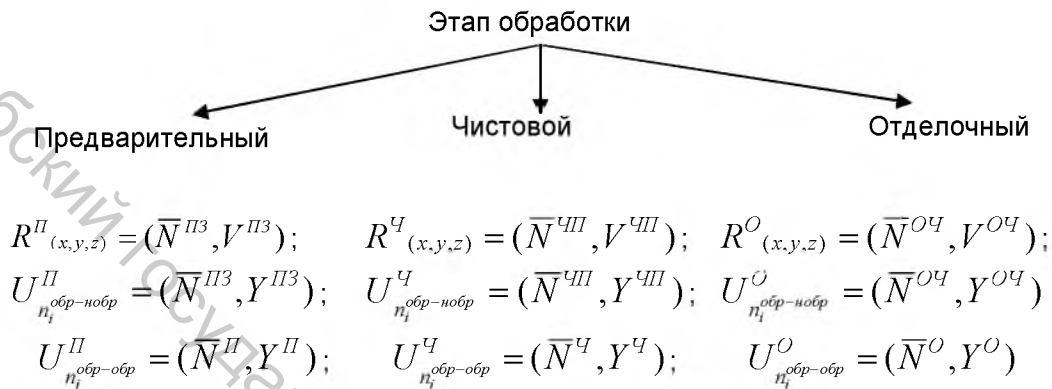


Рисунок 2 – Модели размерных и угловых связей на этапах обработки

Графы на этапах строятся по обозначениям размерных связей и допусков относительных поворотов с чертежа детали. Такой подход необходим для того, чтобы уменьшить наследование погрешности обработки и число звеньев технологических размерных цепей, в которых замыкающим звеном является чертежный размер.

Шаг 4. Совместный анализ графов размерных и угловых связей этапа обработки для определения возможных комплектов баз для осей (см. ниже) и плоскостей

$$\bar{n}_i(O) \rightarrow (R^{\Pi}_X \wedge R^{\Pi}_Y) \vee (R^{\Pi}_Y \wedge R^{\Pi}_Z) \vee (R^{\Pi}_X \wedge R^{\Pi}_Z);$$

$$\{v_{iX} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_X\} \wedge \{v_{iY} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Y\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\{v_{iX} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_X\} \wedge \{v_{iZ} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Z\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\{v_{iY} = (\bar{n}_i, \bar{n}_j)_Y\} \wedge \{v_{iZ} = (\bar{n}_i, \bar{n}_p)_Z\} \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p;$$

$$\bar{n}_i(O) \rightarrow U_{\eta_i^{\text{обр-нобр}}}^{\Pi} \vee U_{\eta_i^{\text{обр-обр}}}^{\Pi} \rightarrow y_i = \langle \bar{n}_i, \bar{n}_l \rangle \Rightarrow \bar{n}_j - \bar{n}_p - \bar{n}_l;$$

Согласно модели номер обрабатываемой поверхности (ее оси (O) или плоскости (P)) отыскивается на графе (по одной оси для плоской поверхности, по двум координатным осям для оси) размерных связей. Определяется ее связь (или связи) с другими ближайшими поверхностями на графах размерных связей, т.е. определяются кратчайшие пути на графе от рассматриваемой поверхности до других поверхностей. Далее для плоских поверхностей на графах угловых расположений обрабатываемых поверхностей комплект дополняется двумя поверхностями, для оси комплект дополняется одной поверхностью.

Таким образом, формируется массив возможных комплектов баз. Анализ сформированных массивов комплектов для ФМ с учетом ряда условий (возможность оборудования, требования по выбору баз на первой операции, использование настроечных баз) позволяет сформировать маршрут обработки заготовки [1,4].

Представление разработанных моделей, методик, алгоритмов, баз данных, баз знаний на языке теории графов, алгебры логики, теории множеств, теории алгоритмов, теории размерных цепей и теории вероятностей позволило создать

программно-информационный комплекс автоматизации процедур синтеза индивидуальных технологических процессов механической обработки оригинальных нетиповых заготовок деталей и доказать работоспособность моделей, методик и алгоритмов.

В результате проведенных исследований предложен метод синтеза информационной конструкторско-технологической модели нетипизированной детали и ее заготовки из параметризованных комплексных функциональных модулей, структуры размерных и угловых связей между главными поверхностями модулей, а также технологических регламентов обработки, позволяющий решить задачу определения порядка обработки и смены баз, синтеза комплектов баз для обработки заготовок нетипизированных деталей.

Список использованных источников

1. Беляков, Н. В. Формализация проектирования технологических процессов механической обработки корпусных деталей машин : научное издание / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 147 с.
2. Попок, Н. Н. Мобильная реорганизация машиностроительного производства / Н. Н. Попок. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – 396 с.
3. Махаринский, Е. И. Базирование в задачах создания САПР процессов механической обработки и средств оснащения / Е. И. Махаринский, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский // Вестник ПГУ. – 2008. – №2, Серия В. Прикладные науки. – С. 47-56.
4. Беляков, Н. В. Формализация синтеза технологических процессов механической обработки заготовок корпусных деталей машин / Н. В. Беляков // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – № 4. – С. 32–38.

SUMMARY

The method of a synthesis of information design and technological model of not typified detail and its preparation from complex functional modules, structures of dimensional and angular communications between the main surfaces of modules, and also production schedules of the machining is offered, allowing to present preparation in a problem of definition about machining and change of baselines, a synthesis of complete sets of baselines.