

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Махаринский Е.И., Ольшанский В.И., Сухиненко Б.Н., Буравцов А.А.,
Махаринский Ю.Е.

Наиболее фундаментальной работой из множества посвященных проблеме формализации индивидуального проектирования технологических процессов механической обработки является книга В.Г.Старостина и В.Е.Лелюхина [1]. Однако и в ней указанная проблема не нашла окончательного решения, так как многие рекомендации ее авторов недостаточно четки и определены.

Так не учитывается то обстоятельство, что одни и те же поверхности, но относящиеся к деталям разных классов, часто обрабатываются по-разному. С учетом данного обстоятельства и рекомендаций работы [1] были разработаны: 1) классификатор типовых переходов; 2) алгоритм выбора кода перехода для обработки типового компонента детали с заданными показателями качества; 3) алгоритм формирования (синтеза) плана (маршрута) обработки типовых компонентов детали; 4) программа синтеза вариантов плана обработки типовых компонентов детали.

Шестизначный код перехода отражает его класс и вид (первые четыре знака), а также особенности его выполнения (пятый знак) и требования к качеству обработки (шестой знак). Выбор переходов, необходимых для обработки типового компонента детали, осуществляется в два этапа. На первом с помощью таблицы соответствия выбираются первые четыре знака кода, а затем по таблице индивидуальных условий выбора – последних два знака. Результаты выбора для дальнейшей обработки сводятся в промежуточную таблицу, каждая строка которой содержит полный код перехода, показатели качества входа и выхода из него, а также (при необходимости) дополнительные условия выбора.

При заданных показателях качества рассматриваемого компонента в детали и в заготовке синтез возможных (конкурирующих) вариантов плана его обработки осуществляется при помощи следующих формальных процедур: 1) выбора и переноса в дополнительные таблицы кодов переходов, отвечающих определенным условиям соответствия заданных значений показателя качества с их диапазоном в промежуточной таблице, причем после каждого шага заданным становятся показатели качества входа дополнительной таблицы; 2) последовательного объединения переходов, если показатели качества входа дополнительной таблицы i -го шага выбора совпадают с показателями качества выхода таблицы, полученной на $(i+1)$ -м шаге.

Проверка программного продукта, реализующего указанные алгоритмы формирования планов обработки типовых компонентов детали показала, что эти алгоритмы работоспособны и не приводят к ошибочным решениям или к бесконечным циклам. Однако во многих случаях ответ содержит неоправданно большое количество вариантов планов обработки. Так для обработки отверстия диаметром 42 мм, по 7-му качеству точности, с $Ra=0.8$ мкм, в детали, относящейся к классу "тела вращения" программа предложила 72 варианта плана обработки.

Сокращение числа вариантов по локальным критериям предпочтительности (минимум затрат, минимум разнообразия инструментов и оборудования) не всегда позволяет сохранить, а не отбросить, именно глобально

оптимальный план обработки. Поэтому авторы настоящей работы предлагают в качестве локальных типовых решений использовать не типовые переходы, а типовые планы обработки типовых компонентов детали, которые можно разработать с учетом всей совокупности условий конкретных отраслей промышленности и даже конкретных предприятий. Такой подход резко увеличивает производительность проектирования ТП и сокращает вероятность получения глобально неоптимального результата.

Разработан формат типовых планов обработки (технологических модулей) в виде иерархической системы таблиц, в которых кроме информации, относящейся к необходимым для обработки компоненты детали переходам, указаны сведения об ориентации векторов доступности относительно глобальной для компоненты системы координат и о требованиях к схеме установки (2-3 варианта кода, требования к относительному расположению и показателям качества технологических баз). Последнее существенно упрощает алгоритмы синтеза операций технологического процесса изготовления детали.

В общем проектирование ТП можно разделить на следующие стадии. На первой - известными методами адресации из технологических модулей отбирается информация о переходах, необходимых и достаточных для изготовления всех компонентов детали. Коды этих переходов распределяются по этапам типовой схемы обработки. Результаты реализации i -го этапа типовой схемы формируют заготовку для $(i+1)$ -го этапа.

На второй стадии проектирования для каждого из этапов отбираются схемы установки. Для этого сначала согласно рекомендациям, которые содержатся в технологических модулях для каждого компонента детали, подбираются варианты оптимальных комплектов баз (погрешность схемы базирования равна нулю). Отбираются совпадающие комплекты и проверяется известным расчетом допустимость их использования для обработки других компонентов детали. Затем формируется необходимое и достаточное количество установок для обработки схемы. Схемы установки определяют недостающие связи между системами координат компонентов детали.

На третьей стадии проектирования осуществляется объединение элементарных переходов этапа в инструментальные с одинаковым вектором доступности и кодом установки. Как вариант может быть рассмотрена возможность объединения элементарных переходов в блочный с дальнейшей привязкой необходимости или эффективности таких переходов. Кроме того окончательно устанавливается порядок выполнения переходов внутри каждого этапа. При этом переходы объединяются в группы, порядок следования которых внутри группы безразличен, а порядок следования групп обусловлен либо стандартами технологических модулей, либо в типовой схеме обработки, либо дополнительными условиями (правилами) выбора.

На четвертой стадии проектирования осуществляется предварительный выбор технологического оборудования. Для этого сформированные инструментальные переходы сопоставляются с технологическими возможностями станков, модели которых подбираются из базы данных согласно рекомендациям технологических модулей, а габариты детали сопоставляются с габаритами их рабочего пространства. Сопоставление осуществляется путем операции логического умножения множеств переходов этапа с множеством допустимых переходов q -й модели станка. Результаты сопоставления заносятся в таблицу выбора оборудования где отметка 1 в q -м столбце для j -го перехода указывает на возможность его реализации на

q-м станке, а 0 - на невозможность этапа. Анализ такой таблицы позволяет связать предварительный выбор моделей технологического оборудования по критерию минимизации разнообразия моделей.

На пятой стадии проектирования осуществляется распределение переходов, закрепленных за выбранными моделями оборудования и технологическим операциям. Для этого эти переходы объединяются в группы с одинаковыми кодами установки и кодами вектора доступности. Для групп с одинаковыми кодами установки, но разными кодами вектора доступности, осуществляется проверка кодов функций управления станком на возможность их объединения в одну операцию (путем использования поворота и позиционирования стола).

На шестой стадии проектирования согласно формату описания компонентов операции, формируется список режущего инструмента, необходимого и достаточного для выполнения операции, и производится проверка возможности их установки на станке (наличие необходимого количества гнезд).

Вывод.

Предлагается система формальных процедур индивидуального проектирования технологических процессов изготовления сложных деталей машин, которая за счет оптимального сочетания методов адресации и синтеза, оптимальной декомпозиции продукта производства и процесса проектирования, соблюдения принципов достаточности информации, минимума альтернатив и достаточной вероятности обеспечит высокий уровень универсальности и гибкости САПР ТП, разработанной на их основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старостин В.Г., Лелюхин В.Е. Формализация проектирования процессов обработки резанием. - М.: Машиностроение, 1986.