

**УДК 621.9.02-229**

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МТП В САПР**

Карамышев Лев Алексеевич

*Студент 6 курса*

*кафедра «Технологии машиностроения»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.В. Зайцев,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения»*

Одной из важнейших функций технологической подготовки производства является проектирование технологических процессов (ТП) изготовления деталей. В структуре автоматизированного проектирования выбор технологических баз является ключевой и определяющей процедурой, так как от правильности ее решения зависят показатели точности, выбор оснастки и общая структура ТП.

Исторически в теории САПР ТП господствовало мнение о невозможности полной алгоритмизации этой задачи для деталей сложной формы, что требовало непосредственного участия технолога и решения задач в диалоговом режиме [1]. Однако современные исследователи подчеркивают, что геометрия является строгим разделом математики, и пространственное положение поверхностей может быть формализовано [2].

Существующие подходы к автоматизации выбора схем базирования можно разделить на эвристические методы и формально-математические методы на основе анализа степеней свободы. Эвристические методы, опирающиеся на производственные правила (конструкции «ЕСЛИ..., ТО...»), эффективны преимущественно для типовых процессов. При усложнении геометрии деталей такие системы сталкиваются с проблемой «комбинаторного взрыва» [3]. Решением стали логико-декларативные модели, использующие декомпозицию детали на технологические комплексы и генерацию вариантов с последующим строгим отсевом через предикаты [3]. Другим примером является использование проблемно-ориентированных языков и матриц обобщенных баз, где постоянство схемы базирования выступает критерием для формирования операций [4].

Второе, наиболее перспективное направление автоматизации связано с векторно-матричным подходом, который переводит словесные правила в строгий геометрический аппарат. В основе метода лежит описание каждой поверхности шестимерным вектором (или шестиклеточной матрицей), отображающим наличие линейных и угловых связей [5]. Геометрическая возможность базирования оценивается матрицей возможных связей (МАОС), а технологические свойства – технологической матрицей (МАТЕХ) [5]. Формирование комплектов баз происходит по «правилу достаточного покрытия» требуемой ориентации обрабатываемых поверхностей.

В современных условиях данный математический аппарат позволяет интегрировать его с 3D-моделями САД-систем, обеспечивая автоматическое извлечение топологии поверхностей и анализ технологических ограничений (протяженность базы, недоступность, взаимное положение элементов) [6].

Поскольку автоматическая генерация создает избыточное множество допустимых вариантов, критически важным этапом является фильтрация решений. Для этого применяется многокритериальный анализ, где варианты ранжируются по таким параметрам, как устойчивость заготовки, доступность баз, погрешность схемы и

затраты на реализацию [7]. Дополнительным мощным инструментом фильтрации служит система размерного анализа, которая автоматически выявляет размерные цепи и бракует те схемы базирования, при которых расчетный суммарный допуск превышает требования конструкторского чертежа [8].

Развитие методов автоматизированного выбора схем базирования прошло путь от формализации эвристического опыта к строгим математическим моделям. Наилучшие перспективы для полной автоматизации и исключения субъективного фактора имеет комплексный подход: первичный синтез альтернативных вариантов векторно-матричным аппаратом с последующим многокритериальным ранжированием и жестким отсевом по размерным цепям.

### **Литература**

1. *Цветков В.Д.* Система автоматизации проектирования технологических процессов. М.: Машиностроение, 1972. 240 с.
2. *Борисов О.Э.* Формализация проектирования последовательности обработки резанием поверхностей деталей: дис. ... канд. техн. наук. Владивосток, 2007. 177 с.
3. *Кондаков А.И.* Разработка научно-методической базы автоматизированной поддержки решений производственно-технологического цикла: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1999. 441 с.
4. *Беккер А.* Моделирование технологии механической обработки с применением информационно связанных моделей в качестве основы открытой САЕ-системы: дис. ... канд. техн. наук. Омск, 2006. 264 с.
5. *Старостин В.Г.* Формализация структурного синтеза процессов обработки резанием: дис. ... д-ра техн. наук. Владивосток, 2001. 195 с.
6. *Митин Э.В.* Автоматизация выбора технологических баз корпусных деталей на основе трехмерных моделей: дис. ... канд. техн. наук. М., 2005. 192 с.
7. *Леонов Ю.А.* Автоматизация выбора рациональных схем базирования заготовки при синтезе технологических процессов: дис. ... канд. техн. наук. Брянск, 2012. 175 с.
8. *Максимовский Д.Е.* Автоматизация выбора структур технологических процессов изготовления деталей на многоцелевых станках на основе 3D графических моделей: дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 185 с.