

УДК 658.52.011

ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

© 2011 Н.Ю. Глинская, В.В. Елагин

Аэрокосмический институт Оренбургского государственного университета

Поступила в редакцию 21.03.2011

В статье рассматриваются подходы к повышению уровня автоматизации технологического проектирования за счет формализации основных этапов проектирования.

Ключевые слова: САПР ТП, базирование, обменный файл STEP

В настоящее время невозможно представить себе процесс технологической подготовки производства без применения информационных технологий. Различные автоматизированные системы используются на всех этапах жизненного цикла изделия. Однако уровень автоматизации принятия технических решений у большинства этих систем (особенно систем автоматизированного проектирования технологических процессов) недостаточно высок. Прежде всего этот недостаток относится к наиболее сложному этапу разработки технологического процесса – формированию маршрута обработки детали. Проблема повышения уровня автоматизации технологического проектирования связана с решением двух принципиальных задач: внесение в систему автоматизированного проектирования информации о детали и формализация процесса технологического проектирования. На ранних стадиях развития САПР ТП первая задача решалась методом разработки специальных языков описания детали: от объектно-ориентированных до универсальных. Пытались также использовать разнообразные коды деталей, сформированные на основе классификаторов поверхностей. С переходом на универсальные САПР ТП от этого способа отказались, как в большинстве случаев отказались и от идеи автоматизированного формирования маршрута обработки.

Рассмотрим первую из названных задач – задачу получения технологической системой проектирования информации о детали. При технологическом проектировании, помимо

геометрической информации о детали, необходима информация о требованиях к точности размеров, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей, а также информация о необходимости применения операций термообработки. На формирование маршрута обработки окажет влияние также форма заготовки и способ ее получения. Вся указанная информация содержится в результате работы конструкторской САПР в виде модели и чертежа детали. Однако существующие ныне форматы представления результатов работы конструкторских САПР содержат в основном графическую (dxf, IGES) и геометрическую (step) информацию, которой недостаточно для решения задач технологического проектирования. Таким образом, необходимо не только сформировать технологическую информацию о детали, но и найти форму ее представления. Создание информационной технологической модели детали может стать связующим звеном между конструкторской и технологической системами проектирования.

Вторая сторона этой проблемы заключается в том, что ныне существующие САПР ТП, основанные на библиотеках типовых решений не могут использовать технологическую информацию, так как отсутствует алгоритм синтеза технологического процесса. Отсутствие алгоритма синтеза технологического процесса обусловлено, прежде всего, отсутствием формализации процесса технологического проектирования. Совершенно очевидно, что при компьютерном проектировании и при разработке техпроцесса технологом вручную часть решаемых при проектировании задач изменится.

Автоматизированное формирование маршрута обработки детали возможно 3 способами: методом адресации (анализа), методом синтеза с прототипами и методом синтеза с элементами-аналогами. Первый метод – метод

Глинская Нина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения, металлорежущих станков и комплексов». E-mail: n u_gl@rambler.ru

Елагин Валерий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения, металлорежущих станков и комплексов». E-mail: Elagin@mtron.ru

анализа или адресации, при котором комплексный или типовой техпроцесс помещается в базу данных САПР ТП. Процесс формирования маршрута обработки из группового маршрута или из маршрута – аналога называется настройкой. Второй метод – метод синтеза маршрута обработки. Суть метода такова. В базу данных помещаются планы обработки элементарных поверхностей детали. Затем на основе алгоритма формирования маршрута из базы данных выбираются необходимые планы обработки. Существует модификация и этого метода – синтез с наличием аналога (прототипа). В этом случае предлагается синтезировать техпроцесс из фрагментов, имеющих в базе данных техпроцессов-аналогов.

На начальных этапах разработки САПР ТП в 70-х, 80-х годах прошлого века системы разрабатывались в практически точном соответствии с указанными методами. При использовании метода анализа разрабатывались формализованные условия применимости технологических переходов и операций. При использовании метода синтеза технологического процесса и в тех работах была велика роль проектировщика – пользователя системы. Именно он указывал поверхности, которые можно использовать в качестве технологических баз или поверхностей, которые могут быть обработаны с одной установки. Таким образом, можно сказать, что основную трудность при формализации процесса разработки технологического процесса представляют вопросы выбора баз и определения поверхностей, обрабатываемых с одной установки. Эти задачи связаны между собой. Таким образом, формализация задачи выбора баз позволит существенно облегчить задачу автоматизации формирования маршрута обработки.

Для того, чтобы забазировать деталь, необходимо лишить ее 6 степеней свободы. При всей сложности задачи выбора баз для обработки детали число вариантов базирования не так велико. Если условно разделить детали на 2 группы: тела вращения и корпусные детали, то и в первой, и во второй группе возможны 2 варианта сочетания базовых поверхностей. Для корпусных деталей это координатный угол, который реализуется 3 плоскостями, или плоскостью и 2 отверстиями, причем в отверстиях чаще всего используются оси, т.е. скрытые базы. У валов в качестве двойной направляющей могут наряду с осью использоваться наружные цилиндрические поверхности, расположенные на значительном расстоянии друг от друга.

Большинство САД систем строят модель детали в правой декартовой системе координат. Для корпусных деталей роль установочной базы чаще всего играет плоскость, совпадающая или параллельная координатной плоскости ХОУ (это не обязательное условие). Она лишает деталь возможности перемещения вдоль оси Z и поворотов вокруг осей X и Y. Для того, чтобы лишить деталь оставшихся перемещений и поворотов, плоскости, играющие роль направляющей и опорной баз, должны быть перпендикулярны установочной базе и перпендикулярны друг другу (отсюда и название «координатный угол»). Ось отверстия в корпусной детали может выполнять функции опорной или двойной опорной базы. Оси отверстий должны быть перпендикулярны к плоскости, являющейся установочной базой.

Базирование тел вращения связано с соотношением габаритных размеров детали. Если длина наружной или внутренней цилиндрической поверхностей меньше их диаметра, то поверхность или ее ось может быть двойной опорной базой, при этом плоская торцовая поверхность играет роль установочной базы. Если длина цилиндрической поверхности больше её диаметра, то цилиндрическая поверхность или её ось играет роль двойной направляющей, а плоская торцовая поверхность – опорной. Следовательно, для формализованного представления вышеизложенного необходима информация о расположении поверхностей детали в заданной системе координат и габаритных размеров поверхностей. Каноническое задание плоскости задается уравнением

$$Ax+By+Cz+D=0 \quad (1)$$

У плоскостей, параллельных координатным плоскостям, только один из коэффициентов при переменных x, y и z равен 1, остальные равны нулю. Эта единица и будет указывать, вдоль какой координатной оси будет лишать возможности перемещения данная плоскость. Соответственно, имена переменных, у которых коэффициенты равны нулю, будут указывать оси, вокруг которых эта плоскость лишит возможных поворотов. Описание модели детали с использованием инструментов стандарта STEP позволяет получить каноническое представление плоскостей, а также позволяет определить положение осей цилиндрических поверхностей и их характеристики. Одним из вариантов получения канонического представления поверхностей является использование средств Open CASCADE. Распознавание плоскости показано на рис. 1, а распознавание цилиндрической поверхности – на рис. 2.

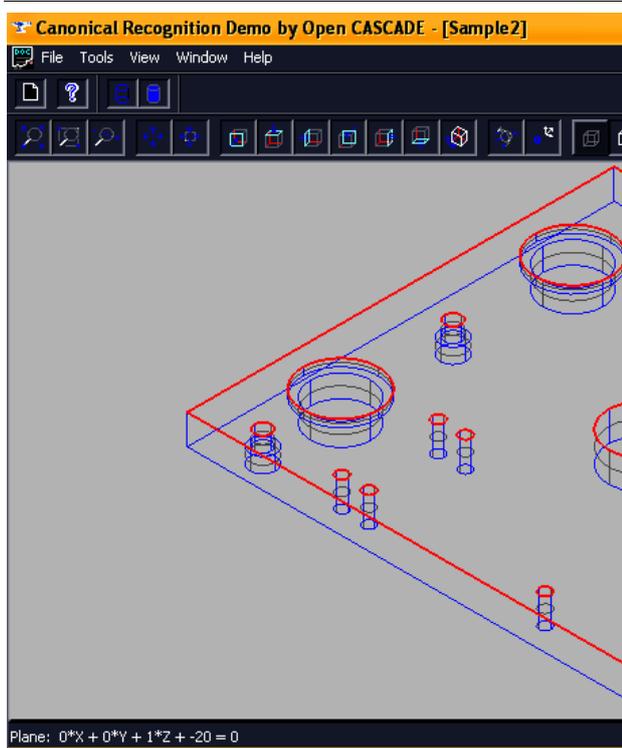


Рис. 1. Каноническое распознавание плоскости

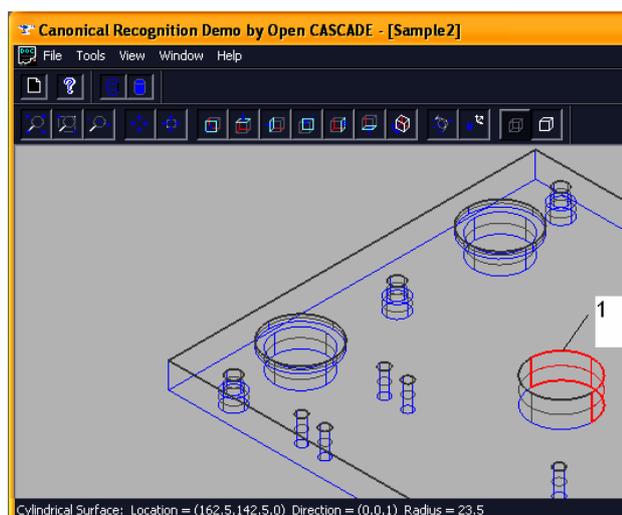


Рис. 2. Каноническое распознавание цилиндрической поверхности

Таким образом, из обменного файла STEP может быть сформирована информационная модель, представленная на рис. 3. Число лишаемых степеней свободы определялось в этой модели для корпусных деталей «по максимуму» - плоскость лишает 3 степени свободы, цилиндрическая поверхность для корпусной детали – 2 перемещений. Единицы в столбцах a,b,c не учитываются. Производя суммирование строк таблицы, получим комбинации строк, дающих в результате единичную строку.

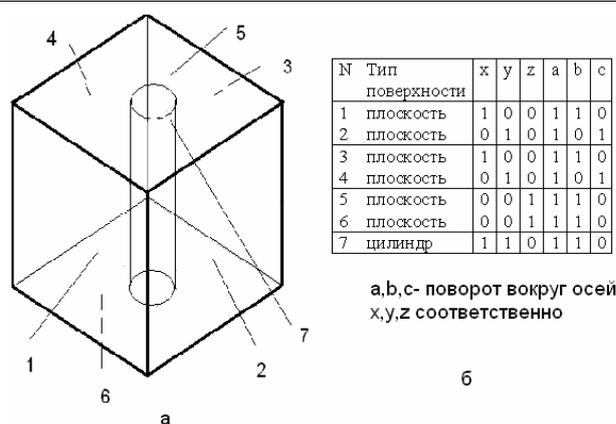


Рис. 3. а – пример детали, б – информационная модель по лишаемым степеням свободы

Эти комбинации строк будут определять возможные комплекты баз. Для определения точного числа лишаемых степеней свободы (тип базы) необходимо воспользоваться габаритными размерами плоскостей. Плоскость, имеющая наибольшую площадь, будет играть роль установочной базы, плоскость, у которой одно измерение существенно больше другого – направляющей. Оставшаяся в комплекте плоскость будет опорной базой. Если в предполагаемый комплект входят плоскость и 2 отверстия, то плоскость – установочная база, первое отверстие в списке комплекта – двойная опорная, второе – опорная база. Возможно наложение ограничений на диаметр отверстий. В этом случае отверстие большего диаметра будет являться двойной опорной, меньшего – опорной базой.

Для деталей типа тел вращения обычно определяют 5 опорных точек, шестая является скрытой и возникает от сил трения, при закреплении заготовки. У цилиндрических поверхностей можно при формировании модели определять отношение длины к диаметру и тем самым определять 2 или 4 степеней свободы она будет лишать. Принимаем, что плоскость лишает 3 степени свободы. Таким образом, если при суммировании строк, содержащих плоскость и цилиндрическую поверхность, получается 5 степеней свободы, то комплект сформирован, если больше пяти, значит принимается, что плоскость лишает одной степени свободы и является опорной базой.

Таких возможных комплектов баз может получиться несколько. В этом случае необходимо ввести в рассмотрение размерные связи. Увы, существующие в настоящее время прикладные протоколы стандарта STEP не позволяют учитывать размерные связи. Хотя некоторые разработчики CAD систем уже начинают вводить в 3D модели размерные и некоторые

иные характеристики. До того, как будут приняты соответствующие прикладные протоколы, информацию о размерных связях придется вводить в режиме диалога. Этот диалог должен вестись на этапе конструирования с использованием специальных программ – интерфейсов, которые позволяют считывать информацию из обменного файла STEP и вносить в него информацию или формировать некоторый промежуточный файл, содержащий информацию о размерных связях детали в виде логической матрицы соответствий. Программная реализация такого подхода может быть реализована как при помощи объектно-ориентированных технологий программирования, так и путем создания экспертной системы.

Выводы: проблемы считывания технологической информации и проблемы формализации задач технологического проектирования оказались тесно связанными. Только их совместное

решение позволит решить проблему повышения уровня автоматизации проектирования технологических процессов, и сделать САПР ТП действительно системами автоматизированного проектирования, а не автоматизированными справочниками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 41. Интегрированные обобщенные ресурсы. Основы описания и поддержки изделий. Введ. 2000_01_01. М.: Изд-во стандартов, 2000. 123 с.
2. ГОСТ Р ИСО 10303-11-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 11. Методы описания. Введ. 2000_01_01. М.: Изд-во стандартов, 2000. 270 с.

PROBLEMS OF FORMALIZATION THE PRIMARY GOALS OF TECHNOLOGICAL DESIGNING AND APPROACHES TO THEIR DECISION

© 2011 N.Yu. Glinskaya, V.V. Elagin

Space Institute of Orenburg State University

In article approaches to increase of level of automation at technological designing at the expense of formalization the basic design stages are considered.

Key words: *SAPR TM, basing, exchange file STEP*

Nina Glinskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the "Technologies of Machine Building, Metal-cutting Tools and Complexes" Department. E-mail: n_u_gl@rambler.ru
Valeriy Elagin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the "Technologies of Machine Building, Metal-cutting Tools and Complexes" Department. E-mail: Elagin@mtron.ru