

УДК 621.9

И.Н. Фролова¹, О.И. Кутилова²**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (САПР ТП)**ПКО «Теплообменник»¹,Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

В статье рассмотрены методы автоматизированного проектирования, современные системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) и произведен анализ наиболее распространенных программ для проектирования технологических процессов.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, технологический процесс.

Современное машиностроительное производство испытывает постоянно возрастающую потребность в полноценных высокоэффективных САПР ТП.

Существуют три основных метода автоматизированного проектирования технологических процессов [1]:

- индивидуальное проектирование;
- проектирование на основе группового технологического процесса;
- проектирование технологического процесса методом синтеза.

Метод индивидуального проектирования заключается в ручной компоновке необходимой последовательности операций и переходов с использованием имеющейся в САПР ТП базы данных (база содержит списки наименования операций, переходов, перечни оборудования и оснастки). Предполагается также разработка технологического процесса на основе процесса-аналога, т.е. разработанных ранее технологических процессов (при этом проектирование сводится к редактированию имеющегося технологического процесса). Для поиска процесса-аналога необходимо решить задачу поиска детали-аналога. При этом могут использоваться специальные классификаторы деталей и алгоритмы поиска.

Проектирование на основе группового технологического процесса базируется на предварительно выполненном группировании деталей и разработке группового технологического процесса (групповой технологический процесс используется в качестве шаблона, который настраивается на параметры конкретной детали).

Метод синтеза технологического процесса состоит в алгоритмическом формировании технологического процесса на основе имеющегося геометрического и технологического описания детали. Данный метод по настоящее время находит ограниченное применение, поскольку не реализовано строгое математическое описание формирования структуры технологического процесса на основе геометрии детали и технологических атрибутов.

Большинство широко используемых программ для разработки технологических процессов на практике применяется примерно одинаково, а именно в диалоговом режиме с некоторой степенью автоматизации отдельных шагов. Типичные приемы работы инженера-технолога выглядят в таком случае примерно так: из имеющихся в программе справочников последовательно выбираются технологическая операция, оборудование, технологические переходы (текст которых при необходимости редактируется), инструмент. При этом в зависимости от того, насколько полно и тщательно настроена база данных соответствующей программы, эти шаги могут быть до некоторой степени автоматизированы. При наличии уже разработанного в программе техпроцесса-аналога технолог просто копирует его в разрабатываемую технологию (целиком или выбрав необходимый фрагмент), после чего корректирует.

Когда описание техпроцесса сформировано на экране, комплект документации необходимого вида распечатывается. Таким или похожим способом работают большинство технологов – практически независимо от того, какую программу они при этом используют.

Этот способ существенно ускоряет разработку технологической документации в сравнении с обычным ручным способом и в то же время не требует особо трудоемкой настройки программного обеспечения. Относительно хорошо зарекомендовавший себя метод автоматической генерации техпроцессов на основании ТП комплексной детали, во-первых, годится только для однотипных и не очень сложных деталей, а во-вторых, требует серьезной подготовки. Как минимум, необходимо придумать саму комплексную деталь и ее элементы, разработать групповой техпроцесс. Вопрос же полностью автоматической генерации технологии изготовления на любую деталь пока остается открытым и на сегодняшний день практического решения не имеет.

Еще одним весьма распространенным приемом автоматизации разработки технологической документации был способ «кодирования» деталей с последующим автоматическим созданием на ЭВМ маршрутных и операционных карт. Инженер-технолог заполнял специальную форму (карту), в которой по определенным правилам кодировал обрабатываемые поверхности заготовки. Оператор вводил эти коды с карты в специальную программу, которая выдавала уже почти готовый техпроцесс (комплект документов). Распечатанные документы при необходимости дополнялись и исправлялись вручную. Такой способ требовал специальной подготовки. Программы были совершенно не интерактивны. Для получения желаемого результата требовалось еще и правильно закодировать деталь, что не очень просто. Несмотря на это, описанный подход практически избавлял рядового технолога от рутинной работы по ручному заполнению маршрутных и операционных карт, благодаря чему снискал большую популярность.

Примерами отечественных программ для проектирования технологических процессов являются САПР ТП «Вертикаль», «Т-Flex Технология» и «ТехноПро». Данные системы являются крупнейшими отечественными САПР ТП в странах СНГ и в целом отражают степень автоматизации разработки технологических процессов в отечественном машиностроении.

Порядок работы пользователя в САПР ТП «Вертикаль» ориентирован на привычный технологу процесс формирования «бумажной» технологической документации. Быстрый доступ ко всем справочным данным многократно сокращает время поиска информации, необходимой для принятия технологических решений. В системе «Вертикаль» реализованы различные методы проектирования: на основе техпроцесса-аналога; с использованием библиотеки часто повторяемых технологических решений; типовых и групповых технологических процессов; проектирование с использованием библиотеки конструкторско-технологических элементов; заимствование технологических решений из ранее разработанных технологий; диалоговый режим проектирования с использованием баз данных системы.

«Т-Flex Технология» - полнофункциональная программа для автоматизации технологической подготовки производства, обладающая гибкими современными средствами разработки технологических проектов любой сложности. Эта САПР ТП позволяет получать по спроектированным моделям и чертежам всю необходимую технологическую документацию. Система «Т-Flex Технология» поддерживает различные методы проектирования:

- диалоговое проектирование с использованием баз технологических данных;
- проектирование на основе техпроцесса-аналога;
- заимствование технологических решений из ранее разработанных технологий;
- проектирование с использованием библиотеки технологических решений;
- проектирование групповых и типовых технологических процессов;
- из общего технологического процесса;
- автоматическое проектирование с использованием библиотеки технологических решений.

«Т-Flex Технология» является приложением к PDM-системе «Т-Flex DOCs». Благодаря этому в технологическом модуле используется необходимая технологом часть функциональности PDM. В результате создается единое информационно-справочное пространство

для технологов и конструкторов. Например, с помощью средств «T-Flex DOCs» обеспечивается работа с общими для конструкторов и технологов справочными данными. Состав изделия, а также все разрабатываемые технологии сохраняются в общей базе данных на сервере, что при соответствующем разграничении доступа к информации позволяет организовать коллективную работу над проектами.

Система «ТехноПро» предназначена для проектирования операционной технологии, включая операции: заготовительные, механической и термической обработки, нанесения покрытий, слесарные, технического контроля, сборки и др. В «ТехноПро», наряду с оригинальным методом проектирования по «общим технологическим процессам», реализованы и традиционные методы: по типовому, групповому, технологическому процессу-аналогу. Технолог сам выбирает метод проектирования, наиболее подходящий в конкретном случае, а также способ его использования: автоматический, полуавтоматический, диалоговый или их сочетание.

Анализ некоторых отечественных САПР ТП [2] представлен в виде табл. 1. В строках таблицы приведены элементы процесса проектирования технологии, подлежащие автоматизации (или элементы ТПП – технологической подготовки производства). В столбцах – степень автоматизации этих элементов, применительно к рассмотренным выше САПР ТП. САПР анализировались применительно к процессу механической обработки изделия.

Таблица 4

Анализ некоторых отечественных САПР ТП

Элементы ТПП	САПР ТП		
	«Вертикаль»	«T-FLEX Технология»	«ТехноПро»
Автоматический ввод исходных данных об изделии (геометрия)	Только из САПР «КОМПАС». Геометрическая модель используется для обзора	Отсутствует	Отсутствует
Формирование структуры технологического процесса по геометрическим элементам модели	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Автоматическое формирование технологических эскизов на основе 3D-модели детали	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Автоматическое управление изменениями	Только в связке с «ЛЮЦМАН:PLM»	Только в связке с «T-FLEX Docs»	Отсутствует
Автоматическое формирование технологической документации	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Универсальность по отношению к САД-системе	Не универсальна. Необходим модуль интеграции под конкретную САПР	Не универсальна. Необходим модуль интеграции под конкретную САПР	Нет необходимости, поскольку информация с 3D-модели не используется
Наличие технологических справочников	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Связь с распространенными БД и СУБД	Присутствует	Присутствует	Присутствует. Примечание: необходимо наличие MS Access на рабочей станции
Интеграция в единое информационное пространство предприятия	Вместе с «ЛЮЦМАН:PLM», либо необходим модуль интеграции	Вместе с «T-FLEX Docs», либо необходим модуль интеграции	Необходим модуль интеграции

В результате анализа выявлены следующие недостатки существующих САПР ТП (и как следствие проблемы в отечественной ТПП):

- реализация индивидуального метода проектирования и метода проектирования на основе группового технологического процесса накладывает ограничения, присущие этим методам (невозможность автоматического формирования технологического процесса или его части на основе геометрии детали, получаемой с 3D-модели, недостаточная интеграция в единое информационное пространство предприятия);
- отсутствие автоматического ввода исходных данных об изделии (данные интерпретируются технологом, хотя имеются все предпосылки для передачи этой функции САПР ТП);
- автоматическое формирование технологических эскизов отсутствует.

Анализ показывает, что на данный момент возможности автоматизации ТПП, представляемые методами индивидуального и группового проектирования практически исчерпаны. Однако процесс проектирования технологического процесса остается практически ручной работой, что увеличивает долю по времени ТПП в жизненном цикле изделия. Возникает острая необходимость в разработке САПР ТП, функционирующей на основе метода синтеза технологического процесса. В настоящее время разрабатываются алгоритмы, позволяющие описать структуру технологического процесса в зависимости от геометрических параметров детали. Развитие САПР систем позволяет присваивать поверхностям 3D-моделей технологические атрибуты, которые могут быть использованы в качестве параметров в сформированной структуре технологического процесса. База данных оборудования и оснастки, имеющаяся в PDM-системе предприятия позволяет без дублирования информации встроить САПР ТП в единое информационное пространство предприятия. Гибкость проектируемого технологического процесса обуславливается ассоциированием структуры технологического процесса с 3D-моделью детали, а также импортом из внешней базы данных параметров технологического процесса (имеющееся оборудование, партия выпуска и т.д.).

Таким образом, можно сделать вывод, что качественное изменение в ТПП произойдет при реализации в полной мере метода синтеза технологического процесса, поскольку остальные методы проектирования технологического процесса исчерпали свои возможности, не удовлетворяя потребностей технологов в степени автоматизации ТПП.

Библиографический список

1. Зильбербург, Л.И. Информационные технологии в проектировании и производстве / Л.И. Зильбербург, В.И. Молочник, Е.И. Яблочников. – СПб.: Политехника, 2008.
2. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2007.

*Дата поступления
в редакцию 26.01.2010*

I.N. Frolov, O.I. Kutilova

THE ANALYSIS OF MODERN SYSTEMS OF THE AUTOMATION DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

In a paper computer-aided design methods, modern systems of computer-aided design of technological processes are considered and the analysis of the most widespread programs for projection of technological processes is made.

Key words: computer-aided design, technological process.