Лекция 8. Современные САПР ТП и их совершенствование

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

До начала 90-х гг. XX в. в отечественном машиностроении, за редким исключением, применялись САПР ТП отечественной разработки. Многие предприятия и прежде всего оборонно-промышленного комплекса создавали, эксплуатировали и тиражировали собственные системы. Наряду с эффективно работавшими САПР ТП существовало значительное число систем, не отвечавших предъявляемым к подобным системам требованиям, имевших весьма ограниченные области применения, малую надежность и т.д. Необходимость работы с такими системами часто вызывала у технологов-проектировщиков негативное отношение к самой идее автоматизации проектирования ТП.

В конце XX в. политика предприятий в области САПР ТП серьезно изменилась. Предприятия перестали разрабатывать собственные системы и начали покупать лицензионные САПР ТП необходимой конфигурации и функционального назначения. Число отечественных разработчиков САПР ТП резко сократилось. На рынок стали поступать зарубежные системы. Однако, если адаптация САПР К зарубежной разработки к отечественным условиям применения и ее «русификация» проходят сравнительно просто, то аналогичные действия с САПР ТП часто вызывают серьезные затруднения. Прежде всего сказываются различия в нормативных базах (отечественные стандарты не совпадают с зарубежными). Не совпадают марки используемых материалов, разнятся методики определения их характеристик. Не совпадает общая методология проектирования ТП, подходы к определению режимов обработки, оценки возможных сил резания и т.д. Все это накладывает серьезные ограничения на конкурентоспособность САПР ТП зарубежной разработки на отечественном рынке.

Рыночной «нишей» САПР зарубежного производства на отечественном рынке можно считать САПР К и САП. Создание САПР маршрутной и операционной технологий для использования на отечественных предприятиях следует считать прерогативой отечественных разработчиков. На некоторых отечественных предприятиях уже начали применять «связки» САПР зарубежной и отечественной разработки: автоматизированное конструирование изделия и его элементов выполняют с помощью зарубежной САПР К, а технологическую подготовку — с помощью отечественной САПР ТП. При интеграции систем становятся первоочередными проблемы совместимости форматов экспортируемых (импортируемых) данных.

Рассмотрим реализации некоторых отечественных САПР ТП, находящих применение в промышленности.

КОМПАС-Автопроект. **Разработчик — компания АСКОН**. Комплекс КОМПАС-Автопроект ориентирован на использование в интегрированных системах автоматизированной поддержки ЖЦИ на базе CALS-технологий, как средство автоматизации ТПП.

КОМПАС-Автопроект начиная с версии 9.3 является сервером автоматизации, предоставляющим клиентским приложениям для использования свыше 300 различных методов и сервисных программ.

Внешние приложения, работающие с КОМПАС-Автопроект, могут:

• реагировать на события, происходящие на сервере: открытие и закрытие баз данных, смена подсистем, таблиц, изменение данных, завершение приложения и др.;

• получать данные о текущем состоянии системы: содержание активной таблицы, последний выполненный SQL-запрос, конфигурационные настройки, имя пользователя, его ранг и т.д.;

• управлять системой: загружать требуемые базы данных, автоматически перемещаться по таблицам, копировать информацию из справочников, выделять блоки записей, производить их удаление или вставку и т.д.

Открытая архитектура системы позволяет предприятиям самостоятельно разрабатывать новые программные модули, встраивать их в программный комплекс. Использование возможностей сервера автоматизации КОМПАС-Автопроект облегчает разработку приложений, практически снимает ограничения по адаптации системы под специальные требования заказчиков и обеспечивает решение разнообразных задач ТПП, включая возможности интеграции с уже работающими на предприятии системами ERP/MRP/PLM.

Основным техническим средством рабочего места системы является персональный компьютер стандартной конфигурации с операционной системой Windows.

Реализованные технологические модули обеспечивают:

• расчет норм расхода материала;

• расчет режимов резания;

• определение режимов сварки;

• нормирование затрат труда;

• оформление технологической документации на разработанный ТП;

• поиск ТП в архиве.

При автоматизированном расчете норм расхода материала учитывают нормативы технологических потерь, отходы вследствие некратности размеров исходного материала и т.д. В зависимости от вида и профиля заготовки предусмотрены различные методы расчета, например, расчет норм расхода листового материала при индивидуальном раскрое и т.д. Возможна настройка системы на алгоритмы нормирования материала, действующие на предприятии. Для оптимального раскроя листового материала предусмотрена входящая в состав программного комплекса САПР Интех-Рас-крой W/L.

Подсистема расчета режимов резания для методов механической обработки позволяет определять основное и вспомогательное время соответствующего технологического перехода. Учитывают тип и геометрию обрабатываемого конструктивного элемента, физико-механические свойства материала и

состояние поверхностного слоя заготовки, жесткость технологической системы, паспортные данные станка, параметры режущего инструмента и т.д. Вспомогательное время на основной переход определяют по общемашиностроительным нормативам. Возможна настройка на различные алгоритмы расчета, в том числе с использованием методик, принятых на предприятии.

При определении режимов для различных способов сварки выполняют выбор необходимых сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, защитных газов) и норм их расхода. Учитывают конструктивные элементы сварных швов по действующим стандартам, положение шва в пространстве и используемое оборудование.

Предусмотрено нормирование операций по укрупненным типовым нормам, а также нормирование отдельных технологических переходов. Нормирование по укрупненным типовым нормам применяют в единичном и мелкосерийном производствах. Подробное нормирование по каждому переходу — в крупносерийном и массовом. При нормировании учитывают время на установку заготовки, на контрольные измерения, а также необходимое подготовительно-заключительное время. При определении штучно-калькуляционного времени учитывают тип производства, а также все основные составляющие штучного времени.

Возможно оформление различных технологических документов:

- ведомостей для своевременного обеспечения производства материалами, оснасткой или расчета себестоимости изготовления заказа;
- карт (например, операционных).

Программа оформления технологических документов использует специальную пошаговую среду набора и настройки их параметров. Возможно формирование документов в среде MS Excel, их вставка в карты эскизов из CAD-систем, добавление в карты любых текстовых документов, в том числе и подготовленных в редакторе Microsoft Word.

Поиск ТП в архиве выполняют по содержанию технологических операций и переходов. Пользователь может вести поиск ТП по используемому оборудованию, режущему инструменту, средствам измерения и т.д. Технологические решения, реализованные в найденном ТП, можно использовать в дальнейшем, как решения-аналоги.

T-FLEX (интегрированный комплекс программ). Разработчик — компания «Топ Системы» включает:

Комплекс ориентирован на использование в качестве основы (ядра) интегрированной системы автоматизированной поддержки и управления ЖЦИ и реализуется на персональных компьютерах стандартных конфигураций с операционной системой Windows.

Каждый компонент комплекса может использоваться автономно, иметь современный интерфейс. В набор выполняемых функций входят все стандартные операции, производимые системами среднего уровня.

Одной из основных идей, заложенных в программные продукты T-Flex, является идея параметризации — стремление получить конкретный объект проектирования, например, модель конкретной детали, путем соответствующего изменения (или задания) необходимых значений параметров имеющейся параметризованной модели объекта.

После создании чертежа или трехмерной модели в T-FLEX CAD данные о ее геометрии, размерах и технических условиях могут быть переданы в полуавтоматическом или автоматическом режиме в систему T-FLEX/ТехноПро, где будет получен комплект документов в соответствии с ЕСТД.

Разработчики комплекса считают, что параметрические изменения исходных конструкторских моделей деталей приведут к необходимым автоматическим изменениям в технологической документации. Аналогичная ситуация прослеживается и на примере :вязки T-FLEX CAD-T-FLEX ЧПУ: благодаря полной интеграции этих систем технологу становятся доступны все параметрические инструменты конструктора. При изменении чертежа или трехмерной модели изменяется управляющая программа, которая по отельной команде может быть сохранена в PDM-системе.

В САПР ТП T-FLEX/ТехноПро используют параметрическое технологическое проектирование. В базе данных системы хранят лараметрические ТП, соответствующие параметрическим моделям 1зделий в интегрированной с ней САПР К. Процесс проектирова--шя сводят к адаптации параметрической модели ТП, играющей юль ТП-аналога, к конструктивно-технологическим характеристикам конкретной детали, корректировке полученного единичного ТП и его редактированию. Последние действия обязательны, ак как количественные изменения параметров модели детали могут фивести к качественным изменениям технологических решений. Хля спроектированного процесса формируют новый комплект тех-юлогических документов, который в виде объектов T-FLEX DOCs юхраняют в базе PDM-системы.

Входящие в комплекс T-FLEX системы подготовки программ для танков с ЧПУ - системы T-FLEX ЧПУ 20 и T-FLEX ЧПУ 30 -юзволяют создавать управляющие программы практически для всех :уществуюших сегодня видов обработки: электроэрозионной, ла-ерной, токарной, сверлильной, фрезерной (2 —5-координатной) і гравировки. Архитектурно эти системы встроены в конструкторкую систему T-FLEX CAD, т. е. имеют общий интерфейс моделирования и общее параметрическое ядро. Это позволяет создавать рограммы ЧПУ, ассоциативно связанные с конструкторской гео-етрией 2D- и 3Э-моделей. При изменении геометрии деталей по тределенным параметрам происходит автоматизированное изме-ние управляющих программ для их обработки.

Используя ассоциативно связанные модели деталей и программ ЧУ, специалисты могут применять на предприятиях типовые шения путем заимствования проектов в базе знаний T-FLEX

ТехноПро (комплекс технологического проектирования и подготовки производства). Разработчик — корпорация «Вектор-Альянс».

Комплекс ориентирован на использование в качестве технологического ядра системы автоматизированной поддержки ЖЦИ на базе CALS-технологий.

Предусмотрена поставка комплекса в трех версиях:

• ТехноПро Базовая — базовая версия для работы на локальных рабочих местах или в сетях для нескольких пользователей;

• ТехноПро Стандартная — клиент-серверная стандартная версия для работы в больших сетях с сотнями пользователей и единой SQL-базой;

• ТехноПро Основная — клиент-серверная версия с максимальными возможностями, содержит уникальные средства автоматического проектирования и создана для работы в больших сетях с сотнями пользователей и единой SQL-базой.

Здесь под SQL-базой понимают базу данных с промышленной СУБД MS SQL Server для хранения больших объемов информации.

Являясь минимальным компонентом комплекса, система ТехноПро Базовая содержит все средства, необходимые для проектирования ТП.

ТехноПро Базовая обеспечивает поддержку проектирования операционной технологии, включая заготовительные операции, операции механической и термической обработки, нанесения покрытий, слесарные операции, операции технического контроля, сборки, штамповки, сварки и др. Система формирует операционные, маршрутно-операционные и маршрутные технологические карты, ведомости оснастки, карты контроля, материалов и комплектующих, титульные листы и прочие технологические документы.

Пользователь сам определяет структуру единичного маршрутного ТП, применяя диалоговое редактирование или ТП-аналог. Широко использована конструкторско-технологическая парамет-ризация. Параметрические ТП, названные разработчиками комплекса общими технологическими процессами (ОТП), содержат описание технологии изготовления групп, деталей без указания конкретных размеров или исполнений.

При использовании на предприятии типовых или групповых ТП ТехноПро Базовая обеспечивает возможность их параметризации. Такие параметрические ТП могут автоматически пересчиты-ваться, причем информацию для пересчета (описание конструкции) можно получить из конструкторских САПР или вести вручную с чертежа, выполненного на бумаге.

Информационное обеспечение комплекса ТехноПро включает пять взаимосвязанных баз данных: изделий и спецификаций, конкретных (единичных) ТП (КТП), ОТП, информационной базы (ИБ), базы условий и расчетов (БУР).

Общие технологические процессы используют для параметрического проектирования, как исходный ТП-аналог, единичных, типовых и групповых ТП. В случае проектирования групповых ТП

достаточно ввести в систему список деталей, для которых будет формироваться ТП, и варианты размеров или других параметров из таблицы группового чертежа.

В сформированном ТП и в операционных картах система ТехноПро автоматически создает таблицы с указанием перечня деталей и соответствующих значений технологических (выполняемых) и чертежных значений размеров или иных параметров обрабатываемых элементов. Групповые ТП могут быть спроектированы в системе ТехноПро для любых видов производства: литья, штамповки, механообработки, гальванопокрытия, окраски, термообработки и др. После формирования ТП пользователь просматривает и редактирует его в диалоговом режиме.

Интеграция ТехноПро с САПР К создает основу для одновременного (параллельного) выполнения конструкторского и технологического проектирования. Комплекс обладает интерфейсами с системами T-FLEX CAD, SolidWorks, Pro/ENGINEER, Unigraphics и др.

ADEM (интегрированная CAPP/CAD/CAM система). Российский разработчик — компания Omega ADEM Technologies Ltd.

Интегрированная система ADEM, вышедшая на отечественный и зарубежный рынки в середине 90-х гг. XX в., появилась в результате научных исследований, проведенных совместно специалистами России, Израиля и Германии. Задача этих исследований состояла в определении параметров программного комплекса для автоматизации основного объема проектно-конструкторско-технологических работ для предприятий машиностроительного профиля.

Комплекс ADEM состоит из нескольких модулей:

• **ADEM CAPP — система проектирования ТП**, которая позволяет с различной степенью автоматизации разрабатывать единичные, групповые и типовые ТП по многим направлениям (механообработка, гальваника, сварка, сборка, термообработка и т.д.);

• **ADEM CAD —** инструмент конструктора, который объединяет известные методы геометрического **2D и 3D** (твердотельного и поверхностного) **моделирования**;

• **ADEM CAM — подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ**;

• **ADEM Vault — электронный архив технических документов**, позволяющий объединить в одном информационном пространстве работу конструкторов, технологов и других участников конструк-торско-технологической подготовки производства;

• **ADEM TDM** — инструментальная среда, предназначенная **для разработки пользовательских приложений.**

• В системе **ADEM CAPP** сделана попытка повышения эффек тивности технологического проектирования за счет:

• дружественного пользовательского интерфейса (представление ТП в виде дерева, контекстно-зависимое меню и др.);

• интеграции с другими модулями системы;

• использования эффективных методов и способов модификации структуры и состава ТП;

• возможности сохранения частей ТП (операций, переходов и пр.) с целью дальнейшего их использования;

• возможности использования общей для предприятия нормативно-справочной информации, актуальной в любой момент проектирования.

Входную информацию о детали, для которой **проектируют ТП (обозначение, наименование, сведения о материале и др.) или импортируют из CAD-системы, либо вручную вводят с клавиатуры. Предусмотрен выбор информации из справочников базы данных системы.**

Последовательность операций (маршрутный ТП) определяет пользователь-технолог. Наименования операций и оборудование выбирают из соответствующих справочников. С каждой операцией может быть связан операционный эскиз или карта наладки. Чертеж или эскиз может быть подготовлен как в системе ADEM, так и импортирован из других систем. Для этого ADEM содержит ряд встроенных конверторов (DXF/DWG, SAT, IGES, STEP и др.). Предусмотрена возможность проектирования ТП на основе типовых ТП-аналогов, путем модификации структуры и параметров последних их редактированием.

Переходы, образующие операции, условно разбиты на три группы: установочные, основные и технического контроля. Основные переходы соответствуют конкретной выбранной операции. При формировании текста перехода технолог может использовать чертеж (скалывание размеров и другой различной текстовой информации). На основе заданных или определенных по нормативам режимов резания система рассчитывает основное время на переход.

При выборе технологической оснастки используют базы данных приспособлений, вспомогательного, режущего, слесарного, мерительного (универсального и специального) инструмента.

Вся введенная и полученная в процессе проектирования ТП информация помещается в макеты технологических документов. Макеты создают в модуле ADEM CAD, поэтому для их создания и просмотра дополнительное программное обеспечение не требуется. С системой ADEM стандартно поставляется набор макетов для формирования полного комплекта документации технологического назначения в соответствии с ЕСТД.

ГеММа-3D (система геометрического моделирования и программирования для станков с ЧПУ). **Разработчик — НТЦ ГеММа.**

Обеспечивает подготовку управляющих программ для токарных, фрезерных (2-, 3-координатная обработка), электроэрозионных (2-, 4-координатная обработка), гравировальных станков с ЧПУ, а также оборудования лазерной плазменной резки и листо-пробивной обработки. Система реализует функции обработки поверхностей по различным стратегиям, что важно для изготовления деталей по моделям, импортированным из других систем. Возможна перманентная коррекция подачи при

отработке сложных траекторий с целью оптимизации условий резания и обеспечения высокого качества обработки.

ГеММа-3D работает в едином технологическом комплексе с системой КОМПАС 3D. Модель будущего изделия строится в КОМПАС 3D, а затем передается в систему ГеММа-3D, где создается программа для станков с ЧПУ на изготовление данной модели.

Интерфейс с другими системами реализован через распространенный стандартный формат IGES, который имеется практически во всех российских и зарубежных CAD-системах. Этот формат позволяет передать любую геометрию, построенную в конструкторской системе. Модель, переданная в систему ГеММа-3D, без всяких доработок может служить основой для построения управляющих программ для станка с ЧПУ.

Компьютер с системой ГеММа может подключаться непосредственно к устройству ЧПУ. Система имеет собственный язык макропрограммирования GML (Gemma Macro Language), предназначенный для создания макропроцедур (макросов). С помощью макросов по желанию пользователей могут быть описаны необходимые им процедуры, не вписывающиеся в рамки уже действующей системы, например, циклы движения инструментов, не предусмотренные базовой конфигурацией системы.

Анализ состояния отечественных средств автоматизированной поддержки ЖЦИ машиностроения показывает, что отечественный рынок динамично развивается. Расширяется номенклатура средств автоматизации, постоянно растет их качество, расширяются их функции. Пользователями автоматизированных систем представляется все больше возможностей.

Направления совершенствования САПР ТП

Автоматизация выбора технологических баз. Выбор технологических баз — важнейший этап проектирования ТП. В современных САПР ТП он практически не автоматизирован — принятие необходимого решения полностью возлагается на пользователя. Общеметодический подход к автоматизированному выполнению данной задачи рассмотрен в подразд. 2.5. Сложность заключается в следующем:

• система должна «опознавать» заготовку как единый (целостный) объект в любом из ее промежуточных состояний. При этом каждая из поверхностей заготовки должна быть идентифицируема — должен существовать ее уникальный номер (маркер) и возможность определения всех ее конструктивно-технологических характеристик, необходимых для выбора баз;

• база данных о текущем состоянии заготовки должна быть динамической. В ней должны фиксироваться любые изменения состояния любой из поверхностей (изменения размеров вследствие снятия материала; появление новых поверхностей; изменения показателей качества и т.д.). В базе

должны автоматически появляться новые записи (соответствующие вновь сформированным поверхностям заготовки) при сохранении принятой системы идентификации поверхностей;

• должен быть организован автоматизированный отбор вариантов СУ заготовки с целью обеспечения заданного качества обработки.

Выбор технологических баз может быть автоматизирован путем создания одноименного модуля в составе САПР ТП.

Прогнозирование качества изделия. Основной целью проектирования ТП является гарантированное при его реализации достижение заданного качества изделия. Ни одна из существующих САПР ТП не обладает возможностью прогнозирования ожидаемого качества изделия при реализации проектных решений, сформированных с ее помощью. Более того, прогнозирование ожидаемого качества не выполняют и при неавтоматизированном (традиционном) проектировании ТП. Однако, если в последнем случае отсутствие прогнозирования ожидаемого качества объяснимо физической невозможностью выполнения необходимых расчетов, то в САПР ТП такая возможность существует. Ее нереализованность может быть объяснена отсутствием необходимого для этого математического аппарата.

Сквозной ТП, в результате выполнения которого формируются свойства изделий машиностроения, объединяет ряд последовательных технологических переделов: изготовление исходного материала, заготовительный, изготовление деталей, сборочный. Свойстве изделия, формирующиеся в ходе сквозного ТП разделяют на квазистабильные и изменяющиеся. Квазистабильные свойства «зародившись» на соответствующем переделе, в дальнейшем не испытывают прямых технологических воздействий, изменяющих значение соответствующих им показателей качества. Примером таких свойств могут служить прочностные свойства материала детали в ходе ТП не подвергавшейся упрочнению. Изменяющиеся свойства трансформируются в результате прямых технологических воздействий.

Показатели выходного качества изделия включают квазистабильные показатели, сформированные на заготовительном переделе и переделе изготовления деталей, а также показатели качества, сформированные при сборке изделия.

При принятии проектных технологических решений важно определить желательные (или даже оптимальные) уровни свойств, формирующихся на отдельных переделах.

Установить уровень свойства — значит определить ожидаемый (допустимый) диапазон изменения значений, характеризующих это свойство показателей качества. Применение модели трансформации свойств позволяет решить эту задачу.

Предложенный методический подход в принципе позволяет решать задачи прогнозирования достижимых при реализации ТП значений показателей качества изделия. Совершенствование мате-

матического и информационного обеспечения будет способствовать повышению надежности прогнозирования.

Направленное формирование свойств изделий. Автоматизация синтеза структур маршрутных ТП например, изготовления деталей машин позволит полноценно реализовать концепцию направленного формирования свойств изделий [9]. Данная концепция базируется на представлении формирования показателей качества изделий при их изготовлении совокупностью процессов изменения и сохранения свойств предмета производства.

Изменение свойств связано с воздействием на предмет производства технологических сред уровней отдельных операций, а сохранение свойств обусловлено взаимодействием предмета производства со средами технологических процессов.

Отличительной особенностью предложенной концепции, принципиально отличающей ее от существующих, является то, что при принятии необходимых для изготовления изделий технологических решений учитываются возможные изменения значений всей совокупности показателей качества, а не некоторых из них. Последнее возможно только при использовании современной вычислительной техники, информационных и CALS-технологий, что является одним из основных условий реализации концепции.

Предложенный подход к формированию технологических решений ориентирован на использование в автоматизированных системах поддержки ЖЦИ машиностроения. Использование даже некоторых из разработанных методик формирования технологических решений (в частности, технологического подобия) позволяет сократить длительность производственного цикла и затраты на реализацию проектных решений не менее чем на 10...15%.

Принципиально возможно в зависимости от заданных условий эксплуатации и эксплуатационных свойств изделий формировать оптимальные технологические среды, что позволит изменять свойства предмета производства в желаемом направлении.

Предложенная концепция ориентирована на применение в первую очередь при производстве сложных наукоемких изделий машиностроения. Ее полноценная реализация позволит вооружить отечественное машиностроение мощным средством повышения качества и конкурентоспособности продукции.

Интеграция САПР ТП в системы поддержки и управления ЖЦИ. Проблема объединения автоматизированных систем, обеспечивающих поддержку отдельных этапов ЖЦИ, в интегрированную систему поддержки и управления ЖЦИ исключительно актуальна**. Основным инструментом ее реализации являются CALS-техно-логии.**

В основе концепции CALS-технологий лежит использование единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), обеспечивающего единообразные

способы информационного взаимодействия всех участников ЖЦИ: заказчиков, поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала.

Многие фирмы — разработчики средств автоматизации уже сегодня выпускают программные комплексы, ориентированные на использование в интегрированных системах поддержки ЖЦИ. Это, например, CAD/CAM/CAPP/PDM-системы.

Через PDM-систему осуществляется связь с системами управления предприятием. Развитие концепции поддержки ЖЦИ привело к идее построения комплексов программных продуктов, призванных обеспечить «прозрачность» и управляемость всех процессов, которые сопровождают любое изделие: маркетинга, проектирования, производства, эксплуатации и утилизации. Такие автоматизированные системы называют PLM-системами, или системами управления ЖЦИ. Программные комплексы, в которых в той или

иной мере реализована высказанная идея, иногда называют системами высокого уровня.

Внедрение PDM-систем подразумевает автоматизацию всех процессов, связанных с проектированием. Внедрение PLM-систем должно осуществляться в условиях автоматизации всех остальных процессов, имеющих отношение к изделию. Система управления ресурсами (ERP) охватывает сопутствующие направления (маркетинг, финансы, управление информационными и материальными потоками) и обеспечивает связь с непосредственным производством.

На машиностроительных предприятиях объединяющие информационные системы внедряют поэтапно. Создание PLM-систем практически невозможно без отлаженной методологии и опыта эксплуатации CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM-систем в технических подразделениях и ERP-систем в хозяйственно-экономических службах.

При внедрении комплексов программ проектирования и подготовки производства необходимо ориентироваться на интегрированные решения, в которых технология единого информационного пространства обеспечивается за счет связи отдельных модулей посредством внутренних программных механизмов.

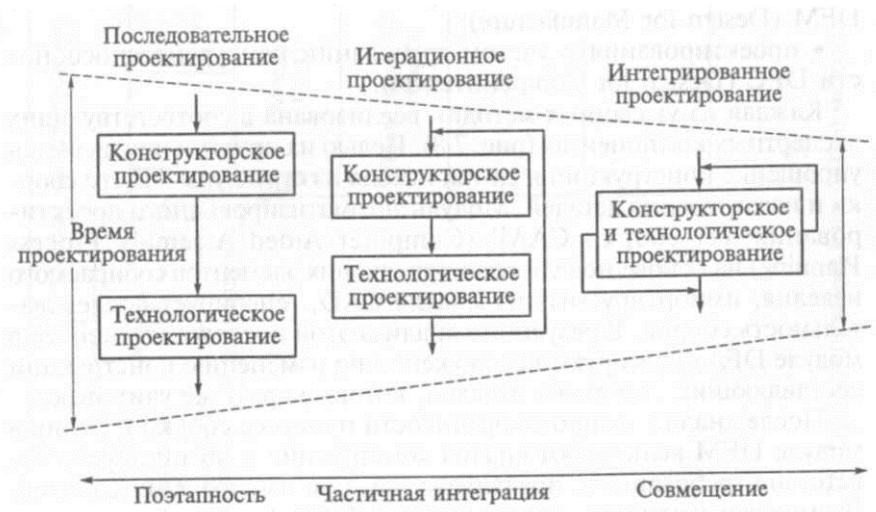

Рис. 7.7. Развитие методологии проектирования

Если поставщик предлагает различные модули, которые либо вообще не связаны между собой, либо могут обмениваться информацией (чертежами, 3Б-моделями, информацией о ТП, управляющими программами ЧПУ и др.) только через стандартные форматы обмена, это значит, что реализуемая информационная цепочка будет разорвана. Предприятие непременно столкнется с потерей данных, с необходимостью их повторного ввода и перекодировки. Это не только напрямую отразится на показателях экономической эффективности, но и сделает невозможной или трудноосуществимой саму идею организации единой PLM-системы.

При выборе САПР ТП для использования на машиностроительном предприятии следует отдавать предпочтение системам, входящим в интегрированные комплексы. Даже при поэтапном оснащении рабочих мест должна быть уверенность, что вновь приобретаемые модули станут частью единой системы, а программные продукты обеспечат решения сегодняшних задач предприятия и тех задач, которые встанут перед предприятием в будущем. Для этого у предприятия должен быть план собственного развития. Решение о приобретении отдельных модулей для интегрированных систем следует принимать с учетом экономических критериев, например, «полезный эффект (функциональность)/затраты». Учитывают затраты на обучение специалистов и техническую поддержку, а также стоимость и возможность доработок систем в процессе внедрения, поскольку редко бывает, что все модули программного комплекса идеально подходят для конкретного предприятия. Следует отдавать предпочтение решениям, которые уже длительное время существуют на рынке, динамично развиваются и успешно используются на других предприятиях.

Более подробно различные аспекты автоматизации поддержки и управления ЖЦИ изложены, например, в [15].

Внедрение новых методологий проектирования. Необходимость обеспечения высокого качества конструкторско-технологического проектирования сложных изделий при сокращении времени проектирования привела к разработке новых методологий проектирования.

Одной из таких методологий, получивших в последнее время широкое распространение в промышленно развитых странах, является методология Concurrent Engineering (CE-проектирование). В ее основе лежат принципы:

• единовременность — выполнение взаимосвязанных задач в одно и то же время при максимальном использовании преимуществ управления взаимосвязанной деятельностью;

• интеграция — связывание процессов через общее управление или отчетную информацию, либо управление независимыми заданиями;

• предвидение последствий проектных решений начального этапа проектирования для ЖЦИ.

CE-проектирование позволяет в значительной мере совместить процессы формирования конструкторских и технологических решений и существенно сократить длительность технической подготовки производства (рис. 7.7).

Эффективному внедрению CE-проект

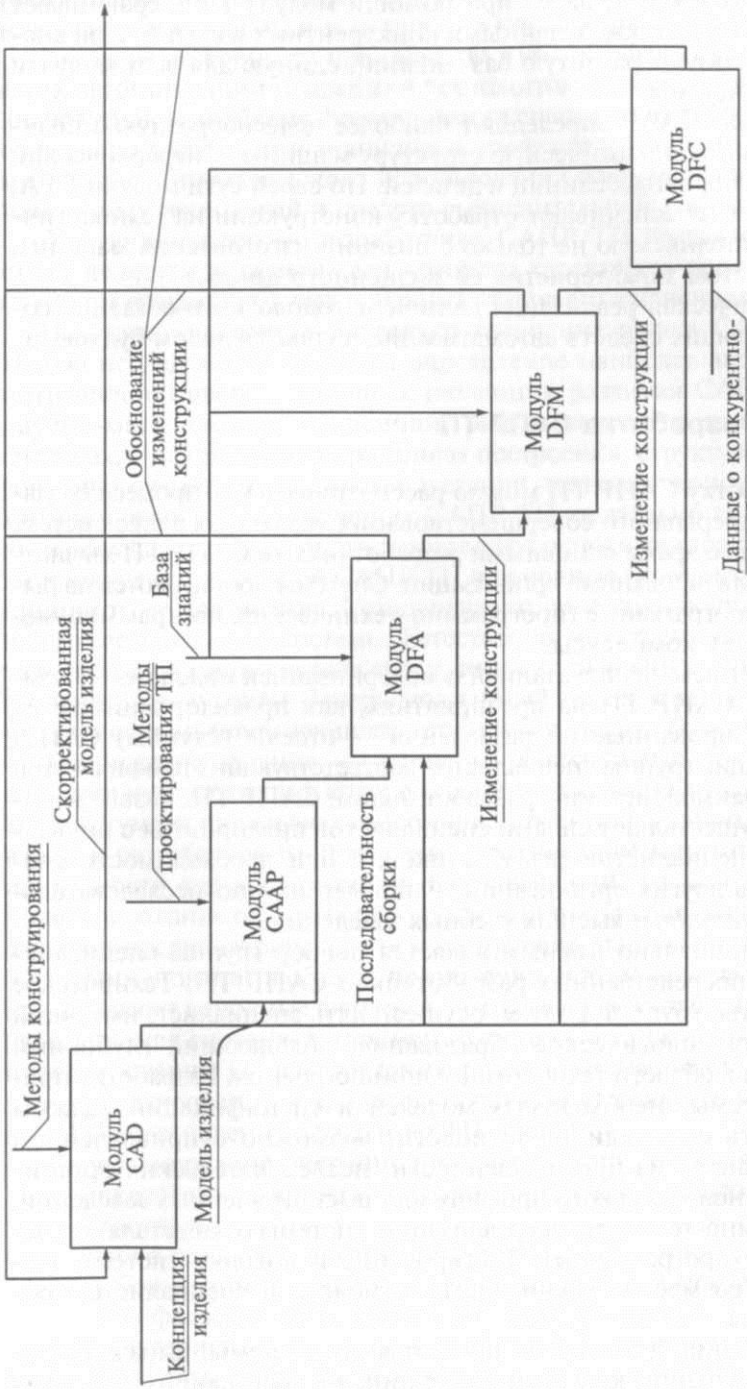

Рис. 7.8. Проектирование изделий по методологии DFMA

основных условий:

• создание междисциплинарных рабочих групп, включающих специалистов разного профиля (конструкторов, технологов, маркетологов и т.д.), объединенных общей целью — созданием конкурентоспособного изделия;

• организация работы всех участников групп в локальной сети с обменом информацией через общую базу данных в соответствии с уровнями доступа;

• разработка автоматизированных, CALS-совместимых средств, обеспечивающих поддержку формируемых проектных решений в соответствии с фирменным стилем предприятия.

При создании междисциплинарных групп должны быть разработаны и утверждены соответствующими нормативными документами процедуры принятия решения.

На сегодняшний день CE-проектирование не обладает процедурной частью, достаточной для ее эффективного внедрения в отечественном машиностроении. Вместе с тем в мировой практике известен ряд успешных и полноценных реализаций CE-проектирования, позволяющих, в частности, сократить длительность производственно-технологического цикла изготовления наукоемких изделий на 35...50 %.

Одним из направлений реализации CE-проектирования является методология DFMA (Design for Manufacture and Assembly), базирующаяся на методиках:

• проектирования с учетом требований сборки DFA (Design for Assembly);

• проектирования с учетом требований изготовления деталей DFM (Design for Manufacture);

• проектирования с учетом требований конкурентоспособности DFC (Design for Competitiveness).

Каждая из указанных методик реализована в соответствующих экспертных компонентах (рис. 7.8). Целью их применения является упрощение конструкции изделия исходя из структуры ТП его сборки и изготовления деталей. Модуль автоматизированного проектирования ТП сборки CAAP (Computer Aided Assembly Process Planning) на основе модели сопоставляющих элементов собираемого изделия, импортируемых из модуля CAD, генерирует последовательность сборки. В результате анализа этой последовательности в модуле DFA формируют предложения по изменению конструкции составляющих элементов изделия, которые сразу же учитывают.

После анализа непротиворечивости процесса сборки изделия в модуле DFM выполняют анализ конструкции с позиций ее соответствия требованиям, предъявляемым при изготовлении деталей. Возможные изменения вводят в модуль CAD. Альтернативные проекты разрабатываемого изделия,

сгенерированные во время анализов DFA и DFM, далее при помощи модуля DFC сравниваю! между собой, а также с данными конкурентных изделий. При анализе используют развитую базу знаний, единую для всех модулег анализа системы.

В модуле CAAP определяют наиболее целесообразную с позиций сборки технологическую структуру машины — иерархический порядок сборочных единиц и деталей. По своей сути модули DFA DFM, DFC обеспечивают отработку конструкции на технологичность, выполняемую не только с позиций изготовления машины, но и с учетом характеристик ее жизненного цикла.

Практическая реализация данной методологии и создание соответствующих средств автоматизации являются делом будущего.