

# CATIA NC Machining: автоматизация технологической подготовки производства

В данной публикации рассматриваются те возможности, которые различные PLM-системы могут предложить инженерам-технологам. Точнее технологам, которые разрабатывают программы для станков, оснащенных контроллерами с числовым программным управлением (ЧПУ). Для удобства обсуждения особенностей PLM-системы такой комплекс можно упрощенно разделить на три основные составляющие: модуль проектирования и конструирования, модуль технологической подготовки производства и систему PDM (Product Data Management). Под системой PDM здесь будем понимать систему хранения, управления информацией об изделии и средство обеспечения совместного режима проектирования и технологической подготовки производства.

При всем многообразии САПР (CAD/CAM/CAE) модули проектирования траектории обработки изделий для станков с ЧПУ, как правило, отвечают общим требованиям механообработки. Прежде всего попробуем обобщить требования к функционалу системы CAM, если говорить точнее – к технологическому модулю системы PLM, обеспечивающему проектирование траекторий станков с ЧПУ. В качестве примера САПР в статье используется система CATIA V5 R18, разработанная компанией Dassault Systemes.

## Модель

Система должна обеспечивать построение конструкторской модели (сборки или детали), а в случае специализированной конфигурации ПО для технолога – возможность открытия модели, созданной конструктором, или ее импорт, а также возможность редактирования. Очевидно, что модель должна содержать геометрическую информацию, то есть отображать все поверхности, предназначенные для обработки. В самом распространенном случае это твердотельная 3D-модель.

Геометрический моделлер должен предоставлять простые и легкодоступные средства по манипуляции с поверхностями, предназначенными для обработки. К таким операциям можно отнести операции по извлечению отдельных поверхностей из твердого тела (Extract или Copy Surf), обрезку-удлинение (Trim-Extrapolate) поверхностей, рассечение поверхностей (Split). Такую функциональность предоставляют практически все САПР.

## Концепция Мастер-модели

Одним из факторов, влияющих на повышение производительности труда на предприятии, является возможность ведения параллельной технологической подготовки производства. В данном случае технолог должен как можно раньше начать работать над изделием, не дожидаясь того времени, когда конструктор выпустит полностью согласованный и утвержденный чертеж. Не секрет, что значительное время работы конструктора занимает оформление чертежа. Технолог же готов начинать прорабатывать технологические процессы изготовления данной детали, как только он может получить информацию о габаритах, материале и основной форме изделия. Схема, показывающая цикл взаимодействия подразделений, представлена на рис. 1.



Рис. 1. Технологический цикл процессов механообработки

Для целей распараллеливания конструкторской и технологической работ может быть использован подход, реализованный в концепции мастер-модели. Действительно, в процессе создания твердотельной модели все основные размеры уже задаются конструктором, иначе геометрию модели просто не построить. Так почему бы эту информацию не отобразить непосредственно на модели? В дополнение к размерам достаточно добавить необходимые технологические данные типа допусков на размеры, шероховатости обрабатываемых поверхностей и технологические базы (рис. 2). Теоретически концепция мастер-модели может включать в себя и гораздо больше информации, в том числе и технологической, благодаря использованию специальной функциональности. В продуктах ком-

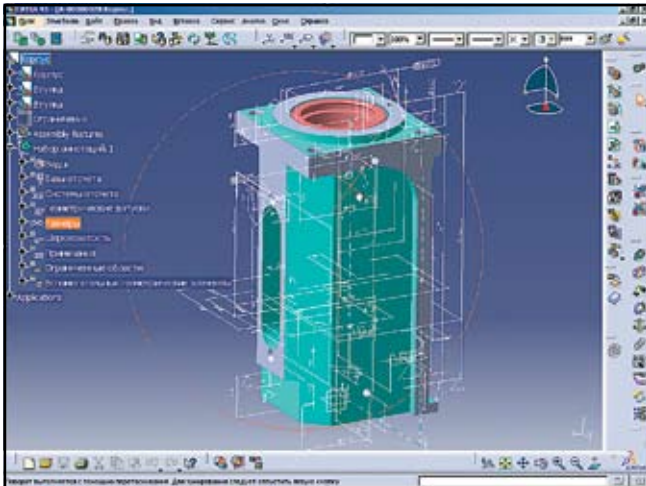


Рис. 2. Пример упрощенной мастер-модели

пании Dassault Systemes такие функции доступны при использовании модулей Knowledge.

## Заготовка

Важным элементом в цепочке разработки технологического процесса на механообработку является создание заготовки. Сразу надо отметить, что заготовка в CATIA V5 может быть любой формы и определяться в контексте конкретной детали как отдельное тело, несколько тел или даже задаваться в качестве отдельной детали – это очень удобно и практично, так как исключает путаницу при большом количестве переходов и не противоречит общепринятой методологии. Непосредственно при подготовке генерации траекторий обработки предлагается задать и все остальные параметры для данного технологического перехода, а именно – определить оборудование, выбрать обрабатываемую деталь, выбрать прижимы и плоскости безопасности, а также оси поворота оборудования и расположение системы координат.

## Модуль NC Machining

Следующим этапом необходимо спроектировать траектории обработки. Для этого существует множество различных стратегий обработки и подходов к их использованию для каждого конкретного случая. Здесь хотелось бы обратить внимание на качественную проработку интерфейса системы, его удобство и наглядность исполнения производимых технологом действий, в том числе динамический отклик системы на задание параметров для различных операций.

Независимо от степени сложности, насыщенности и типа обработки все модули связаны единым NC-интерфейсом с системой динамических подсказок (цветовых, текстовых), предупреждающих и предостерегающих пользователя от выполнения неправильных действий.

## Расчет траектории обработки

Система закладок и отображения стратегии обработки не позволяет ошибиться при выборе типа обработки и задания параметров, причем последо-

вательность задания исходных данных произвольная и не подчинена следованию жесткому алгоритму. Как только достигается необходимый минимум граничных условий для генерации траектории, специальный индикатор извещает о возможности ее просчета. Такая методология “одного окна” позволяет без лишних действий и усилий произвести просчет любой траектории механообработки.

После получения траектории технолог может воспользоваться различными средствами для ее редактирования и распространения на другие элементы геометрии. К таким средствам относятся функции трансформирования траекторий и их редактирования

В том же окне задания траекторий обработки выполняется задание и редактирование параметров подводков, отводов и задание показателей в различных режимах работы станка. Для этого не требуется специальных навыков программиста, достаточно знания предметной области. Необходимо просто составить свою цепочку действий, которую будет выполнять инструмент в данном режиме.

## Инструмент

В CATIA инструмент используется не только для генерации траектории обработки, но и для просчета столкновений во время генерации и автоматического изменения выходного результата. Наиболее известные типы инструментов уже внесены в инструментальные библиотеки системы

Выбор инструмента и редактирование его параметров осуществляются все из того же окна задания параметров на генерацию траектории. Также существует возможность, при необходимости, создания собственного инструмента непосредственно в виде 3D-модели и замены им стандартного. Пользовательский инструмент можно создавать и как деталь, и как сборочную единицу. Применение такого способа важно, например, при отработке траектории для проверки столкновений шпинделя с заготовкой, закрепленной на рабочем столе станка.

## Визуализация

Визуализировать процесс обработки виртуальной детали можно двумя способами: без съема материала и со съемом (из объема заготовки вычитается объем инструмента в процессе отработки траектории). Этот процесс включает в себя процесс отслеживания столкновений по схеме “заготовка – инструмент – станок – приспособление”, причем в процессе столкновения можно визуализировать места столкновений и зарезов, отображать различные состояния процесса визуализации (только конечное состояние съема, выборка материала по слоям, варьирование окраской зон врезания, подводков, отводов, рабочей подачи, перемещений на ускоренной подаче). Среди несомненных преимуществ режима визуализации в CATIA следует отметить непрерывное и последовательное воспроизведение процесса обработки по созданным траекториям, которое позво-

ляет увидеть, как происходит сьем материала заготовки после каждого перехода. Также имеется возможность сохранения промежуточного результата обработки (например, вид модели после черновой обработки) в отдельный файл для использования расчета объема припуска на обработку и расчета траектории движения рабочих частей станка на последующем переходе.

Существенные удобства при виртуальной обработке предоставляет инструментарий контроля значений припуска в различных зонах обработанной детали. Цветовая диагностика процесса съема материала в зависимости от типа используемого инструмента также облегчает процесс комплексной, многооперационной обработки детали.

## Визуализация по ISO-коду

Часто в процессе работы перед технологами-программистами встает еще одна трудность, это реальная отработка управляющей программы (УП) не в формате APT-файла, а в формате ISO-кода, передаваемого непосредственно на станок. Для этого необходимо сначала задать 3D-модель используемого оборудования, которая создается в соответствующем модуле CATIA – NC Machine Tool Builder. Оборудование создается при помощи позиционирования заранее созданной геометрии узлов и агрегатов станка в модулях проектирования деталей и сборок с последующим заданием кинематических и логических параметров.

После создания траекторий обработки, получения APT-файла, а также обработки через постпроцессор и получения ISO-кода есть два пути дальнейших действий: выдача программы непосредственно на станок или предварительной проверки ее корректности в сторонней программе-верификаторе.

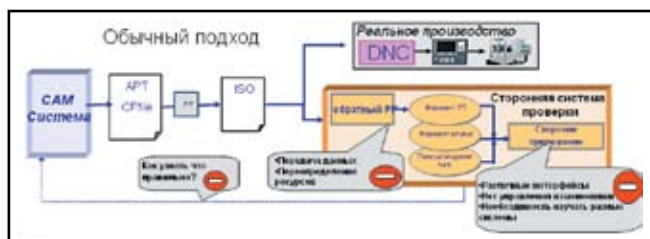


Рис. 3. Проверка ISO-кода управляющей программы

Последний способ имеет ряд существенных недостатков, отраженных на рис. 3. Поэтому, начиная с CATIA V5 R16, была предложена технология проверки корректности отработки УП в ISO-коде непосредственно в среде V5 при помощи модуля NC Machine Tool Simulation. По сути, этот модуль представляет собой внутренний верификатор, но в интерфейсе CATIA V5. Отработка УП осуществляется показом ISO-кода в отдельном окне совместно с визуализацией отработки траектории движения инструмента и движущихся частей станка. Переключением в следующий режим визуализации мы можем отследить объем снимаемого материала по проходам и величину оставшегося припуска. На рис. 4 показан интерфейс отработки УП по ISO-коду.

Огромное значение при проверке УП имеет процесс проверки системы на столкновения. Этот процесс дает возможность отслеживания столкновений по схеме

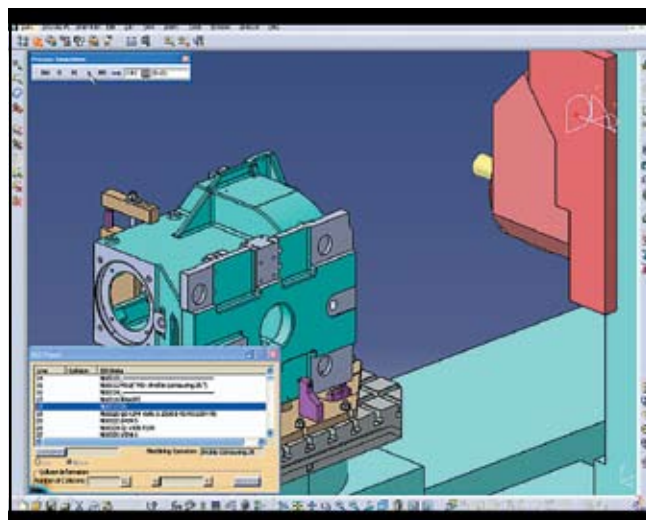


Рис. 4. Отработка ISO кода

“заготовка – инструмент – станок – приспособление”. В режиме проверки на столкновение можно визуализировать места столкновений и зарезов, отдавать команду на останов УП и редактировать траекторию в области зареза без перехода в конкретный модуль ЧПУ, а затем производить непосредственное изменение траектории на месте без регенерации УП. Дополнительные координаты можно добавлять прямо в окно ISO-кода.

## Постпроцессирование

На данный момент базовая поставка CATIA включает несколько сотен постпроцессоров от компаний CENIT, IMS, ICAM. Для пользования ими достаточно выбрать производителя в опциях системы и приступить к работе.

После завершения работы по отработке траекторий и формирования последовательной обработки следует произвести генерацию кода УП в одном из трех форматов APT, Clfile, NC. Генерация может осуществляться в интерактивном и пакетном режимах, с выводом данных по операциям или отдельным программам. Следует также отметить, что настройка, выбор постпроцессора для генерации УП осуществляются в едином окне без выхода в сторонние приложения и не вызывает трудностей у начинающих пользователей.

## Хранение и управление результатами в PDM ENOVIA SmarTeam

С точки зрения процесса проектирования управляющей программы любая CAM-система должна обладать набором инструментов, подобных вышеперечисленным, для создания, редактирования, отработки и вывода конечного результата на станок. Но на практике пользователи сталкиваются, помимо чисто технических задач, с проблемами хранения результатов повседневной работы и управления ими. Эти задачи решает система централизованного хранения и управления данными и сопутствующей проектной и технологической документацией – система PDM. Среди продуктов, поставляемых компанией Dassault Systemes, примером такой PDM-системы может



служить система ENOVIA SmarTeam. Как и все решения Dassault Systemes, ENOVIA SmarTeam обладает удобным и простым интерфейсом, легко настраивается под специфику производственных процессов конструкторских и технологических отделов предприятия. ENOVIA SmarTeam полностью интегрирован в среду интерфейса V5. Все данные механообработки – файлы NC CATProcess и связанные с ними APT-, NC-коды УП, различные представления инструмента и станков в 3D, траектории обработки, видеорезультаты и многое другое хранятся в централизованном и защищенном хранилище.

Благодаря механизмам загрузки и выборки документов из этого хранилища достигается максимальная эффективность процесса взаимодействия между конструкторскими и технологическими подразделениями, а также четкое и понятное распределение используемых ресурсов и управление изменениями на протяжении всего цикла разработки.

## DELMIA

В начале статьи мы упоминали модуль технологической подготовки производства как одну из составных час-

тей комплексной системы PLM. Рассмотренный в данной статье функционал, предоставляемый технолог-специалисту ЧПУ, является лишь малой частью возможностей упомянутого технологического модуля. Основной частью этого модуля является комплексная система проектирования, моделирования и отработки технологических процессов промышленного предприятия. В линейке продуктов компании Dassault Systemes такое место занимает система DELMIA. В системе DELMIA большое внимание уделяется детальной обработке технологической информации, полученной в результате работы с технологическими модулями CATIA, а именно – автоматизации выпуска технологической документации, получения карт эскизов, получения чертежей заготовок и схем позиционирования.

Все вышеназванные решения призваны облегчить, упорядочить и систематизировать цикл разработки изделия, а также производить квалифицированную и грамотную техническую поддержку на последующих стадиях.

**Александр Лягушкин,  
Дмитрий Крысенков,  
компания Dassault Systemes**

## НОВОСТИ

### Интеграция систем производственного планирования на ОАО “МБП СЛПК”

Проект интеграции систем производственного планирования на основе продукта SAP NetWeaver XI компании SAP AG успешно реализован на предприятиях ОАО “Монди Бизнес Пейпа Сыктывкарский ЛПК” (ОАО “МБП СЛПК”). “Проект позволил существенно улучшить командное взаимодействие в процессе планирования работы производств и дал значительный экономический эффект за счет снижения производственных потерь”, – считает заместитель гендиректора предприятия по логистике Владимир Бондаревский.

Процесс планирования производства в международном холдинге “Монди” состоит из нескольких стадий, каждая из которых реализована в отдельной информационной системе. Долгосрочное производственное планирование для всех бумагоделательных машин компании ведется в головном офисе в Австрии. По мере приближения даты выпуска гото-

вой продукции из центра на комбинаты передаются производственные планы, сформированные в соответствии с учетом потребностей рынка. В ERP-системах комбинатов ведется дальнейшая работа по изменению и оптимизации производственного плана. На ОАО “МБП СЛПК” это реализовано в модуле PP системы SAP ERP. Процесс оптимизации раскроя бумажного полотна ведется в системе CPM от компании ABB Oy.

Цель проекта – реализация информационного взаимодействия всех систем, которые участвуют в процессе планирования на всех его стадиях. Взаимодействие всех систем должно быть организовано единообразно, с централизованным управлением, мониторингом и разработкой. В качестве средства интеграции использовался продукт SAP NetWeaver XI, который обеспечил интеграцию различных приложений и систем посредством организации обмена сообщениями между ними.

Проект совместно реализовывали специалисты ООО “Магнетософт” и ОАО

“МБП СЛПК”. Изменения затронули пять цехов производства готовой продукции и управление логистики.

В ходе проекта выполнены работы по описанию и проектированию бизнес-процессов, формализована трехуровневая структура корректировки плановых заданий для производства. Все процессы были разделены на четыре ключевые цепочки с учетом специализации производственных подразделений, а также была построена детализированная схема взаимодействия информационных подсистем:


- SAP ERP – подсистема предварительного планирования,
- ABB CPM – подсистема “точного” планирования,
- подсистема контроля производства (внутренняя разработка заказчика),
- SAP NetWeaver XI – инфраструктура для интеграции разнородных информационных систем.

Для реализации взаимодействия информационных подсистем предприятия потребовалось спроектировать и реализовать несколько групп интеграционных сценариев:

- на основе адаптера IDOC – для синхронизации мастер-данных,
- на основе адаптера RFC, с синхронным и асинхронным режимами – для взаимодействия с SAP ERP,
- на основе адаптера JDBC – для взаимодействия с подсистемой контроля производства.

В ходе внедрения с помощью средств графического конструктора, встроенного в SAP NetWeaver XI, были построены взаимосвязи структур данных (мэппинг). Также были разработаны специализированные функции с использованием программирования на языке Java. Все объекты интеграции сохранены в специальном репозитории с выделением отдельного пространства имен.

Внедрение средств автоматизации планирования дало возможность предприятию оптимизировать взаимодействие подразделений в процессе планирования производства, снизить трудозатраты в процессах корректировки производственных заданий на всех уровнях планирования, сократить потери готовой продукции.



PLM  
Доступен всем

## CATIA PLM Express

### Полноценное PLM-решение для малых и средних предприятий

Почему эффективное применение PLM-решений является прерогативой только крупных компаний и глобальных проектов? Для инновационного развития и наращивания конкурентного преимущества, Вам нужно больше, чем просто CAD. CATIA PLM Express обеспечивает простой и доступный путь к внедрению PLM-технологий на Вашем предприятии.

**Пришло время Вам оценить неоспоримое преимущество CATIA PLM Express.**

[www.3ds.com/my-catia-plm-express](http://www.3ds.com/my-catia-plm-express)

Решение CATIA является торговой маркой компании Dassault Systèmes.



www.3ds.com