

ADEM. Четвертое поколение систем автоматизации



подготовки производства с ЧПУ

Андрей Быков

К основным методам механообработки относятся: резка, фрезерование, точение, сверление, шлифование, полирование и др. Все они связаны с удалением части материала заготовки с целью получения детали нужной формы. Достигается это движением режущего инструмента относительно заготовки.

Появление оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) позволило заменить большую часть ручного труда в механообработке. Но при этом поставило новую задачу подготовки производства – программирование ЧПУ.

На первых этапах автоматизации программирование сводилось к ручному написанию кода управления. Грубо говоря, программист пошагово описывал траекторию движения инструмента. Этот метод можно встретить и сегодня для несложных деталей и в основном для плоской обработки.

Необходимость изготовления деталей со сложной геометрией и неплоскими поверхностями привело к тому, что число кадров (шагов) в программах управления перевалили далеко за сотни и тысячи. Создавать вручную подобные коды в разумный период времени стало практически невозможно.

Выход из этой ситуации связан с созданием CAM (англ. *Computer-aided manufacturing*) систем. Основная задача CAM – автоматизировать получение траектории движения инструмента на основе цифровой 3D или 2D модели детали.

Появление CAM систем можно назвать **Первым этапом развития ПО для автоматизации подготовки производства с ЧПУ.**

Помимо получения траектории движения инструмента попутно была решена задача автоматического получения управляющей программы для различных видов оборудования на основе сгенерированной траектории. Появился новый класс программных продуктов – постпроцессоры, которые представляют собой трансляторы основного кода системы в коды различных систем управления станками.

Первый этап развития систем не только открыл возможность быстро получать результат, используя автоматизацию подготовки программ ЧПУ, но и породил ряд серьезных проблем. Нужно было ответить на следующие важные вопросы:

- где взять цифровую модель детали?
- как внести изменения в цифровую модель, чтобы привести ее к необходимому для данного технологического этапа виду?
- как проконтролировать результат работы CAM системы, состоящий из многих тысяч кадров, до выхода на оборудование?

Ответ на первый вопрос напрашивался сам собой – основной источник создания цифровых моделей это CAD системы, значит нужно научить CAM читать и воспроизводить эти модели. Не будем останавливаться на известных проблемах обмена данными и перейдем ко второму вопросу.

Да простят меня конструктора, но те модели деталей, которые они строят при проектировании, на практике очень сложно использовать для подготовки производства. Этому

есть и объективные причины, например, для каждой операции техпроцесса нужна своя промежуточная модель. И субъективные, связанные с тем, что конструктор при моделировании часто использует те же подходы, что и при черчении согласно правилам ЕСКД и т.п.

Все это привело к выводу, что технолог-программист ЧПУ тоже должен иметь в своих руках CAD систему, как для разработки моделей, так и для их редактирования. Еще лучше, если это будет одна CAD/CAM система, исключающая проблемы обмена данными в процессе итераций и с единой логикой управления.

Появление интегрированных CAD/CAM систем можно назвать **Вторым этапом развития ПО для автоматизации подготовки производства с ЧПУ.**

Более того, современные CAD/CAM системы включают в себя инструменты визуализации и верификации движения инструмента для предварительного контроля, снижающего риски для оборудования, инструмента и заготовки. Что является ответом на третий вопрос.

Теперь обратим внимание на то, что формируя данные для программирования в CAD/CAM системе, пользователь автоматически собирает всю необходимую информацию и для выпуска технологической документации на операцию механообработки. Вот тут как нельзя лучше подходит интегрированный в систему модуль CAPP (англ. *Computer-aided process planning*).

Эта система автоматизации выпуска технологической документации, которая позволяет формировать карты техпроцесса и другую сопутствующую документацию в соответствии с международными стандартами, ГОСТ или стандартами предприятия.

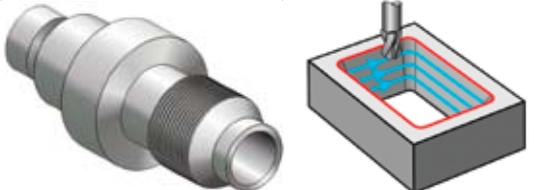
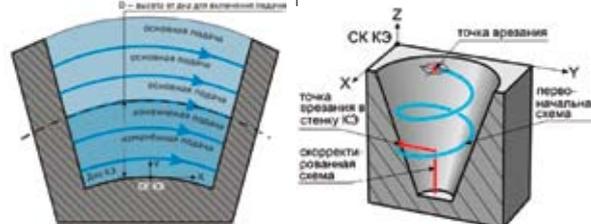
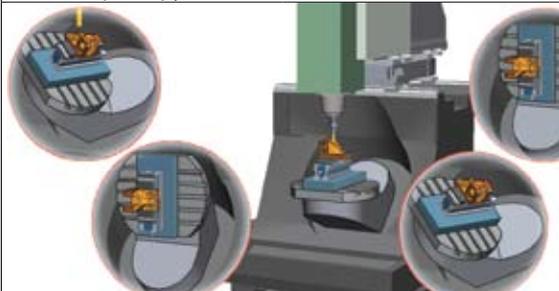
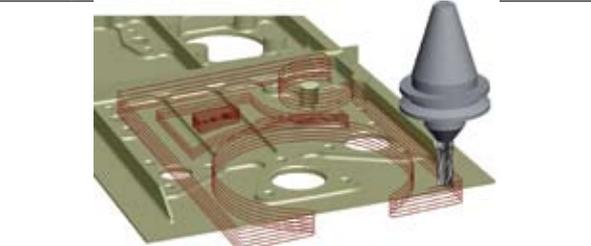
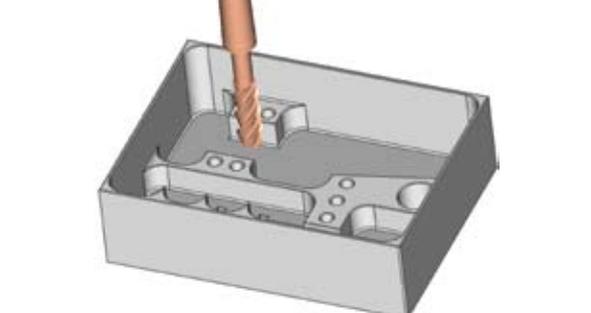
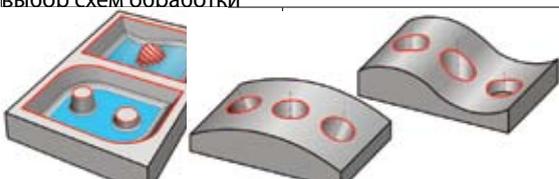
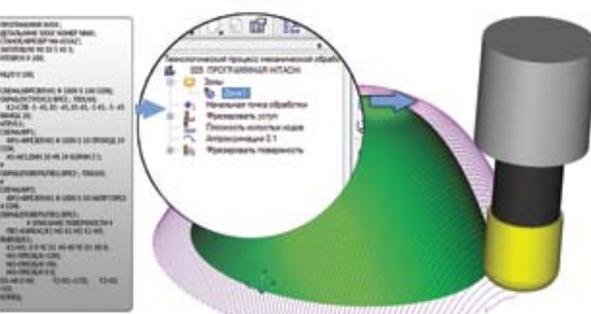
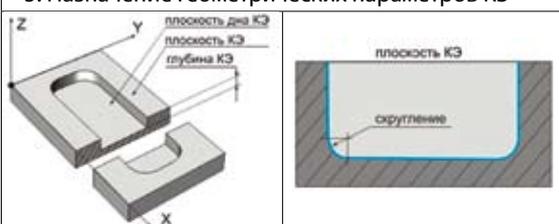
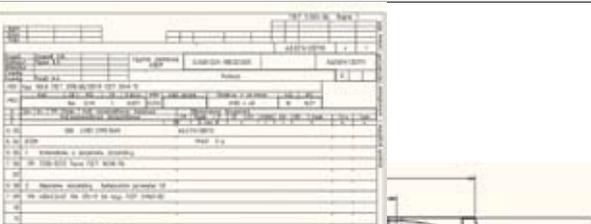
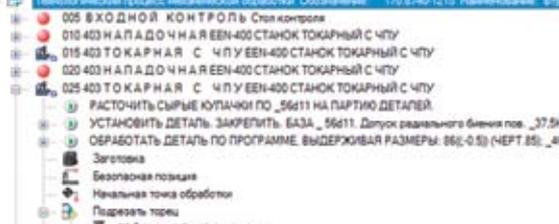
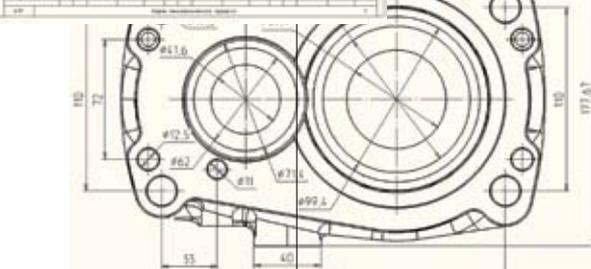
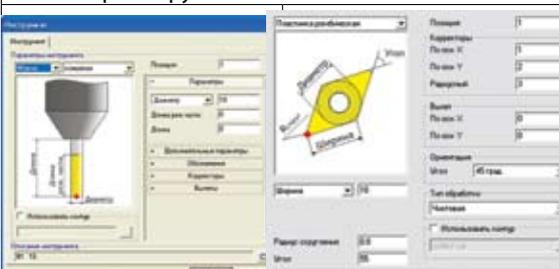
Таким образом можно определить и **Третий этап развития ПО для автоматизации подготовки производства с ЧПУ** – интегрированные CAD/CAM/CAPP системы, объединяющие функции заводского технолога и технолога-программиста.

Рассмотрим более подробно деятельность технолога-программиста при работе в CAM и CAD/CAM системах. Если самый трудоемкий процесс – проектирование траектории движения инструмента теперь автоматизирован, то чем же занят сейчас технолог?

А досталась ему, хоть в основном и творческая, но не менее значительная часть технологических задач из общего перечня (рис 1).

Кроме пунктов 9 и 11, которые выполняются теперь полностью автоматически, и пунктов 10 и 12, которые автоматизированы, остальное пока лежит на плечах технологов и технологов-программистов.

А есть ли необходимость и возможность автоматизации решения этих задач?

| Основные задачи | Поколение | Основные задачи | Поколение |
|--|--------------------|---|------------------------------------|
| <p>1. Выбор метода механообработки</p>  | | <p>8. Выбор режимов резания</p>  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>2. Выбор оборудования</p>  | | <p>9. Формирование траектории движения инструмента</p>  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>3. Выбор заготовки</p>  | | <p>10. Контроль столкновений и резцов</p>  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>4. Представление детали системой технологических КЭ, выбор схем обработки</p>  | <p>Поколение 4</p> | <p>11. Формирование УП</p>  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>5. Назначение геометрических параметров КЭ</p>  | <p>Поколение 4</p> | <p>12. Выпуск технологической документации</p>  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>6. Создание маршрута обработки</p>  | <p>Поколение 4</p> |  | <p>Поколение 3 Поколение 4</p> |
| <p>7. Выбор инструментов</p>  | <p>Поколение 4</p> | | |

Насчет необходимости ответ нам даст известный факт – постоянный дефицит специалистов в области подготовки производства с ЧПУ.

Теперь о возможности решения.

Самое сложное в данных задачах связано с многовариантностью их решения. Причем, критерии выбора лучшего из вариантов решения лежат в области практического опыта технологов и носят несколько субъективный характер.

Но вспомним о дефиците кадров и скажем себе, что в данной ситуации нас устроит любой вариант из всех возможных. Главное чтобы он был правильным, пусть и не самым рациональным. И если у нас хватит квалификации, чтобы его оценить и предложить лучшее решение, то мы его исправим.

Начнем с представления детали системой технологических КЭ. Подобная декомпозиция необходима для того, чтобы назначить правильные схемы обработки для разных групп поверхностей.

Для справки, на практике встречается множество схем обработки. Только для фрезерования можно назвать такие типы фрезерных операций как: торцевое фрезерование; фрезерование уступов; профильное фрезерование; фрезерование колодцев (карманов); фрезерование пазов; плунжерное фрезерование; трохoidalное фрезерование и т.д.

Для чего необходимо применять различные схемы механообработки на разных участках детали? В принципе некоторого результата можно добиться, используя одну схему. Только результат это будет настолько далек от области рациональных, что не только не обеспечит необходимое качество поверхностей детали, но и выполнение его может катастрофически повлиять на износ оборудования и инструмента.

Декомпозиция модели конструктивными элементами зависит от метода механообработки. Например, для токарных работ нужно выделить такие КЭ: область, канавка (паз) и торец и т.п. Более того, нужно определить к какой, внешней или внутренней стороне детали они относятся, и со стороны какого торца их лучше точить (Рис 2).

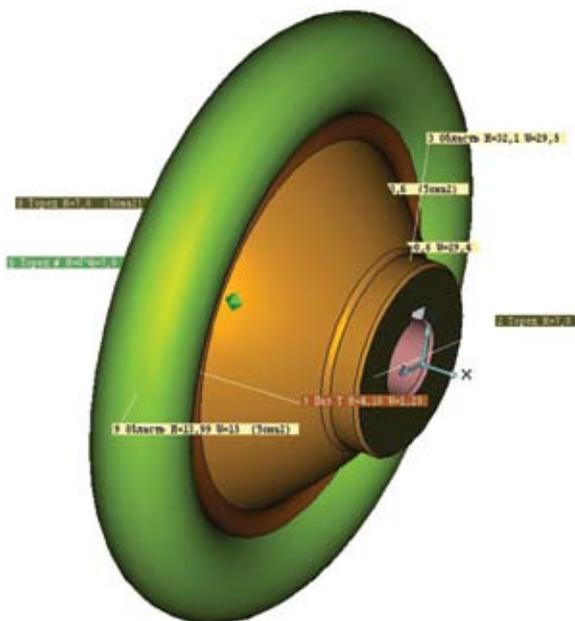


Рис 2. Распознавание КЭ точения в ADEM

Для фрезерных работ нужно выделить группы поверхностей, составляющие: колодцы, уступы, стенки, окна, отверстия и др. А в случае многопозиционной фрезерной обработки определить ориентацию каждой позиции и распределить элементы по этим зонам (Рис. 3).

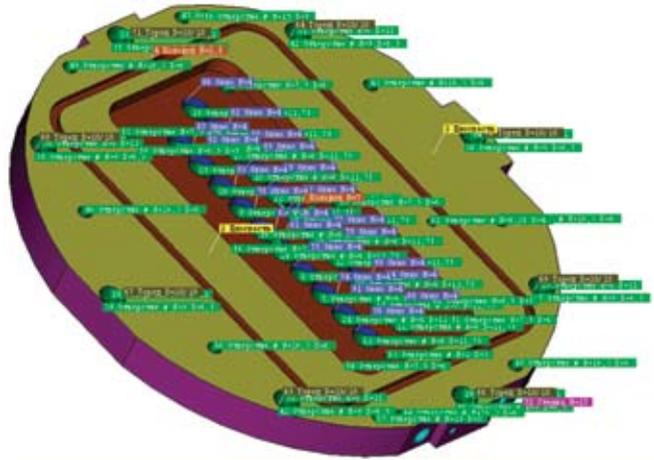


Рис 3. Распознавание КЭ фрезерования в ADEM

Если таким образом автоматически будут сгруппированы грани модели детали, то на основе геометрического анализа можно автоматически определить и схемы обработки и получить параметры конструктивных элементов.

Формирование маршрута обработки состоит в основном в определении последовательности обработки конструктивных элементов детали. На практике это одна из самых “субъективных” процедур. Можно встретить совершенно разную последовательность обработки одной и той же детали, написанную разными технологами.

Тем не менее, существует ряд общих объективных критериев, на которые можно опираться. Например, количество смен инструмента должно быть минимальным. Проще говоря, вначале сверлим все, что возможно, сверлом одного диаметра, потом меняем сверло и сверлом все отверстия другого диаметра. Еще один подобный критерий – минимизация пути холостых ходов инструмента, чем короче, тем лучше. Ну и другие подобные критерии, которые можно формализовать математически.

Теперь о выборе инструмента. Если считать, что применяется стандартный инструмент, и мы не будем использовать такую экзотику, как специально изготовленный инструмент нестандартного профиля, то можно автоматизировать и выбор его параметров. Например, для фрезы найти ее диаметр.

На основе анализа геометрии граней, входящих в КЭ, можно формализовать и автоматизировать процедуру определения подходящего инструмента как для чистовой, так и для черновой обработки.

Зная характерные размеры, можно также автоматически подобрать конструкцию инструмента из каталогов производителей, или базы данных инструмента предприятия.

Несколько слов о режимах резания.

К режимам резания относятся такие параметры, как: подача, глубина резания, скорость резания, частота вращения шпинделя и др.

Для выбора и расчета режима резания используются следующие данные о технологическом процессе: характеристика оборудования, характеристика металлорежущего инструмента, характеристика обрабатываемой заготовки, размеры детали.

Существует большое разнообразие методик выбора режимов резания, не считая общемашиностроительных нормативов. Такие методики есть и у фирм производителей инструмента и у предприятий, занимающихся механообработкой.

Задача подключения баз данных и/или алгоритмических методик в современных системах автоматизации имеет се-

годня вполне конкретные решения, и мы не будем на ней останавливаться.

Таким образом, исходная геометрия детали переходит в завершенную систему технологических параметров, необходимых для формирования управляющей программы для ЧПУ.

Как Вы уже заметили, в основе всего этого процесса лежит принципиально новый математический аппарат распознавания технологических объектов. В системе ADEM он получил наименование ADEM CAM Expert. Название, как нам кажется, в полной мере отражает суть и назначение этого интеллектуального модуля.

Можно с уверенностью сказать, что появление такого вида программного обеспечения характеризует уже **Четвертый этап развития ПО для автоматизации подготовки производства с ЧПУ.**

Теперь об очень важном аспекте применения такого рода "искусственного интеллекта". Какие возможности, кроме быстрого получения результата, открываются для технолога с использованием CAM Expert?

Начнем со способов управления и исправления автоматически полученного решения.

Во-первых, традиционный способ – изменять маршрут, переопределять типы КЭ, переназначать геометрические и технологические параметры и прочее непосредственно в CAM модуле системы. Этот способ позволяет учитывать и вносить самые тонкие нюансы.

Во-вторых, можно менять параметры системы распознавания и запускать автоматический процесс заново. Благо, что это теперь не требует больших трудозатрат. При этом можно вообще не углубляться в "дебри" параметров модуля CAM, а просто анализировать процесс виртуальной симуляции обработки и принимать то или иное решение на уровне CAM Expert.

Ну и конечно есть третий – комбинированный способ.

Но это еще не все. В процессе распознавания CAM Expert производит анализ и диагностику топологии и геометрии модели детали. При этом учитываются реальные связи и точное взаимное расположение поверхностей и выявляются плохо различимые визуальными особенностями, что позволяет избегать многих проблем, свойственных ручному вводу данных с модели.

В заключении хотим отметить. Система распознавания технологических объектов может быть полезна не только для начинающего технолога-программиста, но и для опытного специалиста в этой области, позволяя избегать рутинных действий, от которых мало кто пребывает в восторге.

Мы описали процесс автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства с ЧПУ, включающий 'большую часть перечня задач технолога. За рамками остались первые три пункта перечня: выбор метода механообработки, выбор оборудования и выбор заготовки.

Кто-то может сказать, что эти задачи имеют простые и очевидные решения. Во многом они будут правы, но не во всем...



www.adem.ru
ООО «Адем-Центр»

На ПАО «НКМЗ» улучшен контроль качества инструментального производства

Технологи Новоκραматорского машиностроительного завода (ПАО «НКМЗ», г. Краматорск, Украина) совместно со специалистами инжиниринговой компании СТАНЭКСИМ запустили в эксплуатацию измерительный центр DO 500 CNC производства чешской фирмы GearSpect.

Комплекс GearSpect DO 500 CNC будет использоваться ПАО «НКМЗ» для измерения изготавливаемых на предприятии червячных фрез и долбяков. Дооснащение инструментального производства измерительным центром призвано решить две задачи: улучшить контроль качества изготавливаемой продукции и обеспечить возможность подналадки станков на основании оценки результатов измерений и выявленных погрешностей.

Измерительный центр был поставлен в дополнение к ранее приобретенным заточным и зубошлифовальным станкам, и интегрирован в производственную линию инструментального цеха предприятия. Данное технологическое решение реализовано в ходе продолжения работ по совершенствованию производственного процесса изготовления зуборезного инструмента на ПАО «НКМЗ».



В рамках данного проекта, компания СТАНЭКСИМ провела комплекс мероприятий, включая: составление технического задания, подбор оборудования, проведение пусконаладочных работ, а также обучение персонала.

СТАНЭКСИМ (www.stanexim.ru) – инжиниринговая компания, поставщик оборудования и решений для технического перевооружения машиностроительных предприятий и оптимизации производственных процессов. Основными направлениями деятельности компании являются: разработка технологии обработки деталей, поставка оборудования, подбор инструмента, унификация компонентов, автоматизация процессов, параметрический и технологический контроль, сервисное обслуживание, а также обучение персонала.

Новокраматорский машиностроительный завод (ПАО «НКМЗ») – один из ведущих в Европе изготовителей высокопроизводительного прокатного, металлургического, кузнечно-прессового, гидротехнического, горнорудного, подъемно-транспортного и специализированного оборудования.

