

# Сквозной процесс программирования ЧПУ с ADEM CAM Expert



Андрей Быков

Основное назначение модуля системы ADEM под названием CAM Expert – это автоматическое представление детали системой конструктивных технологических элементов (КЭ) для последующего создания маршрутов и управляющих программ механообработки.

В этой статье мы продолжим рассказ об автоматизации программирования ЧПУ с применением ADEM CAM Expert.

В ADEM CAM Expert реализована возможность работы с деталями, содержащими в себе большое количество конструктивных элементов (КЭ) типа “Уступ”, “Паз”, “Стенка”, “Колодец”, “Окно”, “Отверстие”, “Поверхность”. Это основные технологические конструктивные элементы, из которых состоят детали для фрезерной механообработки на оборудовании с ЧПУ.

Чем же отличается работа технолога-программиста при традиционном проектировании и при работе с CAM Expert?

При обычном программировании технологических операций и переходов технолог должен вручную указывать все обрабатываемые контуры и поверхности, а также все контрольные контуры и поверхности. При работе с моделями, состоящими из сотен и тысяч поверхностей, подобный процесс становится сверхтрудоемким.

Более того, требуется вводить большой объем числовых данных для каждого технологического перехода: режимы резания, параметры инструмента и т.д.

Модуль CAM Expert значительный объем “рутинной” работы берут на себя, снижая при этом фактор риска внесения ошибок.

Напомним, что в любой автоматизации есть не только объективные стороны, но и субъективные. Так и в нашем случае распознавания конструктивных элементов детали. Разные исполнители, в зависимости от своего опыта, традиций производства, наличия оборудования и инструмента представят деталь разными комплексами КЭ. Как говорится, если есть два технолога, то будет минимум три варианта техпроцесса.

Но и при таком разнообразии варианты возможных решений, применение CAM Expert крайне полезно.

Даже при несоответствии результатов распознавания с замыслом технолога исправить ситуацию очень просто. Например: вместо желаемого КЭ “Стенка” система определила КЭ “Окно”. Технологию достаточно одним кликом мыши в параметрах КЭ внести изменение, и это намного проще, чем вручную с “нуля” создавать переход, указав множество поверхностей и кривых, введя параметры глубины, положение систем координат и т.п.

Несколько слов о самих моделях деталей. Так как наши пользователи работают не только с моделями, созданными в ADEM, но и с проектами из других CAD-систем, то на практике приходится сталкиваться с целым рядом особенностей импортируемых объектов.

Первая группа особенностей связана с многообразием представления объектов. Так, например, обычный цилиндр может быть описан не одной цилиндрической поверхностью, а набором из двух или четырех цилиндрических сегментов. Не ме-

нее часто встречается описание аналитических поверхностей (плоскость, цилиндр, сфера и т.п.) сплайнами.

Вторая группа связана с точностью 3D моделей. Например, можно встретить модели со скруглениями, у которых зазоры в стыке достигают нескольких десятых долей миллиметра, а погрешность по гладкости стыка составляет несколько градусов.

Алгоритмы ADEM CAM Expert конечно учитывают большинство подобных ситуаций, но, как говорится, “лучше в филармонии что-то подправить”. Поэтому, общая рекомендация такая: чем лаконичнее и точнее описана деталь, тем быстрее и проще будет процесс подготовки ее производства.

Итак, рассмотрим сквозной процесс подготовки производства с ЧПУ на простом примере.

Нам потребуется 3D-модель детали и, если это необходимо, то еще и контуры или модели прижимов.

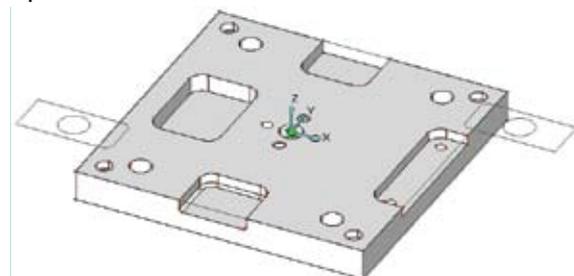


Рис. 1. Объемная модель детали с контурами прижимов

## Распознавание геометрических образов текущего документа:

Открываем модуль “CAM-Expert”, в появившемся диалоге указываем параметры распознавания. **MAX Диаметр сверла** – параметр, необходимый для

разделения конструктивных элементов на КЭ "ОКНО" И КЭ "ОТВЕРСТИЕ". Например: если в модели встретится КЭ "Отверстие" большего диаметра, чем указано, то оно будет опознано как КЭ "Окно". **МАХ Диаметр фрезы** – параметр для ограничения диаметров фрез. **МАХ Высота** – параметр для ограничения сканирования 3D-модели по высоте. **МАХ Угол** – параметр для ограничения сканирования 3D-модели по углу.

Далее мы определяем типы конструктивных элементов, которые нужно распознать. Элементы разделены на несколько групп однородных объектов. В первую группу входят *Колодец, Уступ, Паз, Плоскость*. Ко второй относятся *Стенка* и *Окно*. В третьей группе – *Поверхности* для многоуровневой плоской или многокоординатной (3X и выше) обработки. В отдельную группу включены *Отверстия* и их *Фаски*.

При включенной опции "Зона" система будет производить анализ модели уже с точки зрения многопозиционной механообработки. Вначале SAM Expert распознает главные зоны, соответствующие основным направлениям обработки. При этом, в первую очередь будут учтены плоские грани и направления осей отверстий. Далее пользователь может изменять или пополнять список зон обработки простым кликом на нужные грани модели.

Опция "Диаметр фрезы" включает расчет максимального диаметра инструмента, которым можно обработать все поверхности КЭ. При этом учитываются кривизны и зазоры конструктивного элемента.

После нажатия на кнопку "ОК", начинается процесс распознавания конструктивных элементов 3D-модели (Рис. 2).



Рис 2. Диалог параметров распознавания конструктивных элементов.

В диалоге есть еще выбор действий системы после завершения распознавания. Это может быть просто визуализация системы КЭ или сразу запуск расчета большого количества КЭ. Или и то и другое вместе.

Система КЭ отображается на экране разным цветом и текстовыми надписями у найденных элементов. Например: "6 Колодец Н=18 D=25" означает: порядковый номер найденного КЭ колодец 6, его глубина 18 мм, максимальный диаметр инструмента для выборки 25 мм (Рис 3).

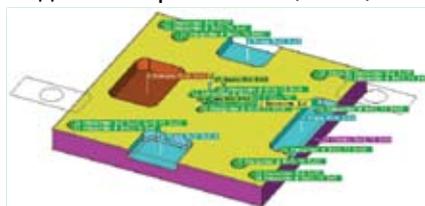


Рис 3. Результат распознавания КЭ

При переходе к расчету большого количества КЭ появляется диалог, который позволяет выбрать установки (установ — закрепленное положение детали для обработки), прижимы, определить инструменты. Если нужно получить маршрут обработки по умолчанию, то можно сразу нажать кнопку "Применить", далее можно опустить шаги с 1 по 6 следующего раздела и сразу перейти к шагу 7.

### Пошаговое дополнение и корректировка объектов

Если технолог хочет внести особенные характеристики для каждого элемента, то он может воспользоваться закладками в диалоге. Рассмотрим подробно, как выглядит пошаговое дополнение и корректировка объектов.

#### Шаг 1. Деталь

Здесь мы вводим наименование и обозначение, материал детали, если они не были введены ранее конструктором 3D-модели при проектировании в свойствах документа ADEM, а также параметр "Станок", необходимый для определения постпроцессора станка с ЧПУ (Рис. 4).

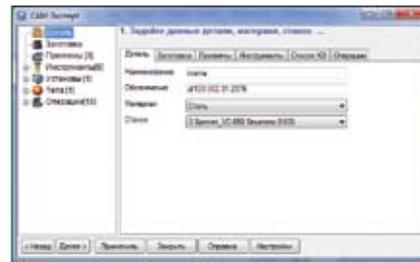


Рис. 4. Общие параметры детали.

#### Шаг 2. Заготовка

На данном этапе мы определяем параметры заготовки. Заготовка задается параметрами: либо указанием с экрана 2D-контура, либо указанием тела 3D-модели. По умолчанию размеры заготовки определяются по габаритным размерам детали и могут быть изменены технологом (Рис. 5).

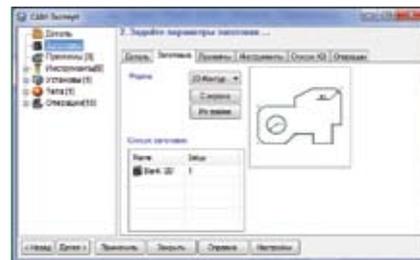


Рис 5. Определение параметров заготовки.

#### Шаг 3. Прижимы

На этом шаге мы указываем геометрию прижимов. В качестве прижимов выступают прихваты, патроны, тиски – элементы обработки, которые должны быть учтены при формировании программы. Прижимы задаются указанием с экрана 2D-контура или 3D модели (Рис. 6).



Рис 6. Определение параметров прижимов.

#### Шаг 4. Инструменты

На данном шаге технолог может переопределить инструменты, которые модуль SAM Expert подобрал по результатам распознавания, а также может дополнить базу данных инстру-

ментов, из которой модуль делает подбор инструмента. Если модуль не обнаружил подходящий инструмент в базе инструментов, то в списке найденных инструментов будет пометка такого инструмента, например: "New! Фреза D13R1" (Рис. 7).

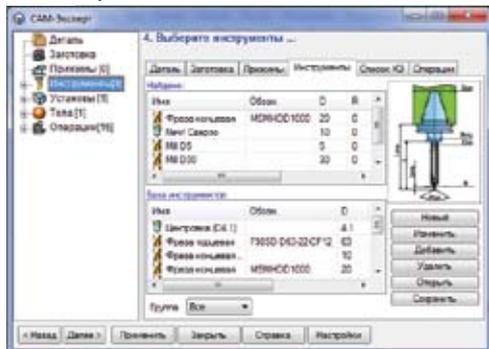


Рис. 7. Диалог переопределения инструментов.

### Шаг 5. Установы

На данном этапе технолог выбирает, какие технологические установки и КЭ необходимы для формирования маршрута обработки (Рис. 8).

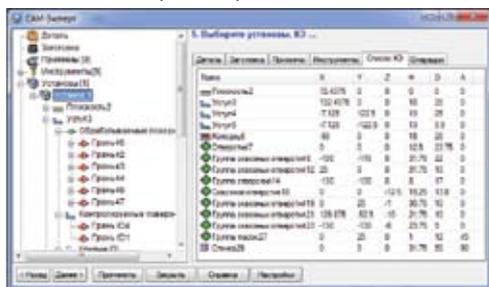


Рис. 8. Определение установов.

### Шаг 6. Операции

Технолог задает координаты начальной точки обработки, безопасной позиции, плоскость холостых ходов, определяет перечень операций (Рис. 9).

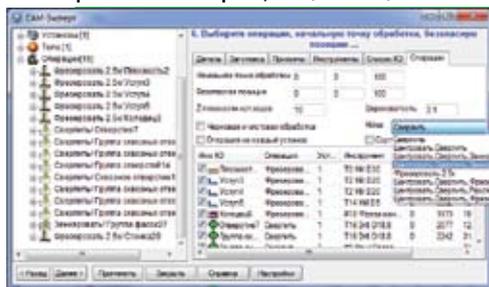


Рис. 9. Определение операций.

Далее нажимаем кнопку "Применить" и начинается процесс формирования маршрута обработки.

### Шаг 7. Маршрут обработки

После формирования маршрута технолог видит структуру дерева маршрута обработки. Автоматически создана операция, в ней создается папка "Инструменты", рядом с ней в скобках указано количество применяемых инструментов, внутри есть дополнительные папки по типам инструментов, например: "Фрезы", "Сверла". Внутри этих папок находятся объекты инструментов. Каждый объект "Инструмент" имеет ссылку на переходы в маршруте, что позволяет технологу быстро изменить параметры инструментов по всему маршруту.

Далее следуют команды: Заготовка, Начальная точка обработки, Безопасная зона, Плоскость холостых ходов. Данные команды необходимы для корректных перемещений от одного технологического перехода к другому. В каждом технологическом переходе, например: "Фрезеровать 2.5х/ Плоскость 2" рационально подобраны параметры резания, схема обработки, подходы/отходы к зоне обработки, установлены режимы резания (Обороты шпинделя/Поддачи врезания, рабочие подачи).

Что касается конструктивного элемента, то в его параметрах автоматически установлены глубины, заданы параметры безопасных перемещений, указаны система координат КЭ, система координат зоны, а также все необходимые обрабатываемые и контролируемые поверхности, контуры и кривые.

То есть всё, что обычно выполняет технолог вручную, уже сгенерировано модулем ADEM CAM Expert. И если технолог согласен с предложенным маршрутом, то ему остается нажать кнопку "ПРОЦЕССОР" для формирования траектории движения инструмента и "АДАПТЕР" для получения УП на конкретный станок. Процесс разработки технологии завершен! (Рис. 10).

Нажимаем кнопку "Симуляция" и наблюдаем процесс виртуальной обработки и финальный прототип полученной детали.

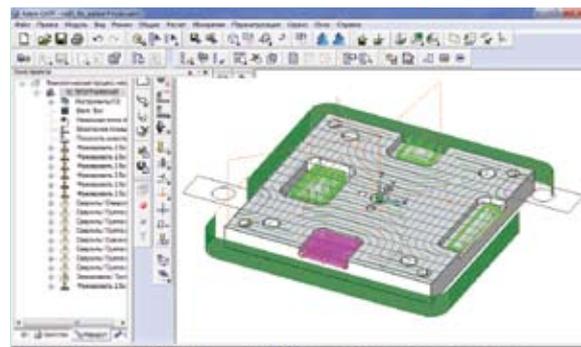


Рис. 10. Расчет траектории движения

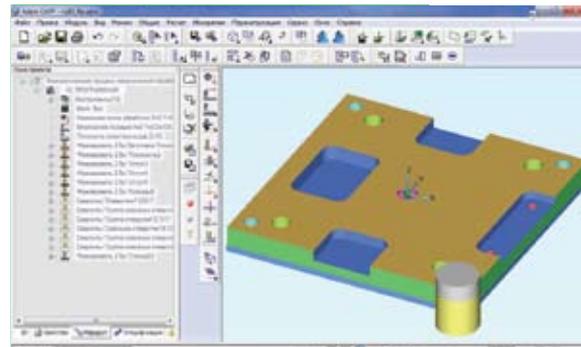


Рис. 11. Моделирование обработки до выхода УП на станок.



Рис. 12. Результат программирования ЧПУ с ADEM CAM Expert

Мы рассмотрели основные приемы работы с модулем ADEM CAM Expert на простейшем примере плоской механообработки. Возможности этих интеллектуальных программных продуктов значительно шире. Экспертная система постоянно развивается, охватывая все больше стратегий и нюансов современных технологий. Но об этом в следующей статье.

[www.adem.ru](http://www.adem.ru)

ООО «НПП Комплексные решения»