

CAM-система FeatureCAM 2015 от компании Delcam

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

CAM-система FeatureCAM предназначена для быстрой разработки надежных управляющих программ для токарной, токарно-фрезерной, фрезерной и электроэрозионной обработки на станках с ЧПУ. Главной отличительной особенностью FeatureCAM во всей линейке разрабатываемых компанией Delcam CAM-систем является возможность автоматического распознавания типовых конструктивно-технологических обрабатываемых элементов и программирование их обработки на основе редактируемой базы знаний рекомендуемых режимов и методов обработки. В FeatureCAM возможно как полностью автоматическое распознавание типовых элементов, так и интерактивное или их задание вручную. Для фрезерной 2.5D-обработки могут быть полностью автоматически распознаны любые типы конструктивно-технологических элементов, даже если они взаимно налагаются или пересекаются

Чтобы разработать в FeatureCAM управляющую программу (рис. 1), программист-технолог должен выполнить всего три простых действия: создать в FeatureCAM (или импортировать) CAD-модель, автоматически или вручную идентифицировать элементы детали (отверстия, пазы, карманы и т.п.) и нажать кнопку симуляции обработки (осевой, 3D, станочной), в процессе которой происходит расчет управляющих программ. Все остальные действия CAM-система FeatureCAM выполняет полностью автоматически на основе заложенных в нее алгоритмов: выбирает из базы данных имеющийся в наличии режущий инструмент, назначает стратегии обработки, разбивает припуск

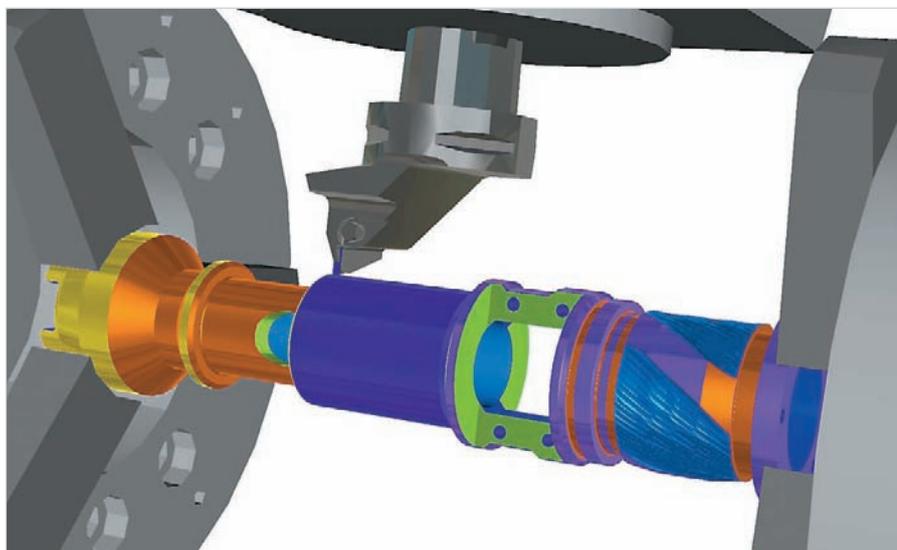
на проходы, рассчитывает режимы резания и генерирует управляющую программу. После этого готовая управляющая программа в G-кодах может быть отправлена на станок с ЧПУ! Такой поход позволяет даже неопытным пользователям качественно и без поломок изготовить деталь на станке с ЧПУ с первого раза. Опытный программист-технолог может настроить FeatureCAM так, чтобы в дальнейшем внесенные им в алгоритм работы программы изменения применялись автоматически. Кроме того, возможно задание пользовательских обрабатываемых элементов, что позволяет адаптировать CAM-систему под особенности конкретного производства.



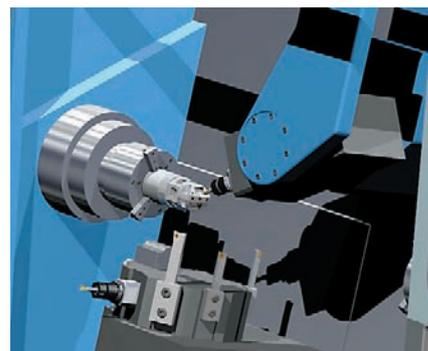
Авторы статьи

**Константин Евченко,
Александр Дементьев**

Высокая степень автоматизации позволяет минимизировать время разработки управляющих программ для большой номенклатуры станков с ЧПУ. FeatureCAM содержит в базовой поставке обширный перечень постпроцессоров, в том числе для пятиосевых фрезерных станков и многозадачных токарно-фрезерных обрабатывающих центров (рис. 2). В число поддер-



← Рис. 1. Совершенствование разработки управляющих программ для сложных видов токарно-фрезерной обработки — одно из главных направлений развития CAM-системы FeatureCAM



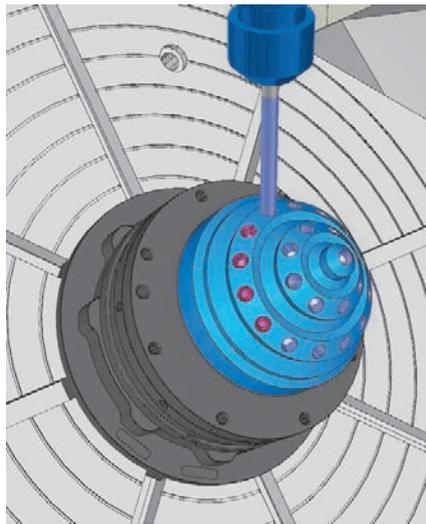
↑ Рис. 2. CAM-система FeatureCAM позволяет программировать комбинированные виды обработки приводным инструментом (B-осью)

живаемых постпроцессоров входят такие популярные серии станков, как DMG CTX и GMX, Doosan Puma MX и TT, Mazak Integrex ST, Nakamura NTX и NTJX, Okuma Macturn и многие другие. CAM-система FeatureCAM эффективно используется тысячами предприятий по всему миру на многих этапах как единичного, так и серийного производства.

Наличие постпроцессоров для широкого спектра станков с ЧПУ и возможность их доработки под возможности конкретной стойки всегда являлось одним из ключевых преимуществ FeatureCAM. Пользователь может присваивать параметрам (переменным) постпроцессора собственные имена в соответствии с их назначением — это полезно в том случае, если программисту-технологу приходится разбираться в изменениях, выполненных в постпроцессоре другим человеком.

FeatureCAM унаследовал большинство высокоэффективных стратегий фрезерной обработки (в том числе стратегии трохойдальной обработки и Vortex) из PowerMILL — флагманской CAM-системы компании Delcam, предназначенной исключительно для программирования фрезерных станков с ЧПУ. В FeatureCAM имеются стратегии для высокопроизводительной черновой обработки, такие как запатентованные компанией Delcam трохойдальная обработка, траектория Race Line Machining (напоминающая траекторию прохождения поворотов гоночным автомобилем), непрерывная спиральная обработка, а также специализированный тип каплевидных перемещений для подчистки углов. Все эти стратегии обеспечивают автоматическую генерацию максимально сглаженной траектории инструмента, благодаря чему предотвращаются резкие изменения в направлении его перемещения. Сглаженные траектории позволяют снизить динамические нагрузки и достичь высокой фактической скорости подачи на станке, так как современные стойки станков с ЧПУ анализируют буфер команд и при необходимости автоматически снижают скорость подачи (вплоть до полного останова) перед резкими изменениями в траектории инструмента. Стабильная нагрузка на инструмент способствует повышению его срока службы и уменьшает износ оборудования. В CAM-системе имеется также большой выбор методов для подводов, отводов и переходов, повышающих эффективность управляющих программ в целом.

Возможности FeatureCAM постоянно совершенствуются: каждый год выходит новая версия и три плановых релиза. Важно отметить, что разработчики не только постоянно добавляют в FeatureCAM новые прогрессивные методы обработки на станках с ЧПУ, но и повышают удобство и произ-



↑ Рис. 3. В FeatureCAM 2015 поддерживается пятиосевая обработка массивов регулярно расположенных одинаковых отверстий

водительность повседневной работы пользователей с этой программой. Так, например, в 2014-й версии FeatureCAM появилась очень востребованная пользователями команда создания полной или частичной зеркальной копии проекта. В качестве основы может использоваться проект с несколькими установками для 2.5D-, 3D- и позиционной пятиосевой («3+2») фрезерной обработки. Пользователь может применить команды Сору или Move ко всем входящим в проект геометрическим элементам, включая твердотельную 3D-модель детали, направляющие кривые, вспомогательные поверхности, ограничивающие эскизы, а также траектории инструмента для зеркальной копии проекта FeatureCAM автоматически генерирует заново в соответствии с выбранным пользователем методом попутного или встречного фрезерования (в зависимости от типа используемого инструмента).

В 2014-й версии FeatureCAM также была сделана более интуитивно понятной процедура выбора пользователем режущего инструмента: изображение фрезы автоматически ориентируется в диалоговом окне базы данных в соответствии с направлением оси Z данного конкретного установка детали на станке.

Для повышения удобства работы пользователей в FeatureCAM 2014 была добавлена возможность выбора скруглений на кромках основания твердых тел посредством функции анализа кривизны поверхностей. Это не только позволяет избежать утомительных процедур измерения радиусов и выбора поверхностей, но и значительно расширяет возможности функции автоматического распознавания типовых элементов.



↑ Рис. 4. FeatureCAM 2015 позволяет после каждой операции сохранять текущую 3D-модель остатка материала для ее последующего использования в качестве заготовки

В новейшей 2105-й версии FeatureCAM было существенно упрощено программирование токарной обработки семейства однотипных деталей благодаря усовершенствованной процедуре взаимодействия с библиотекой пользовательских элементов. Для задания токарной обработки новой модификации детали пользователь должен дать всем управляющим эскизам названия по аналогии с ранее сохраненным в базе данных проектом, например «кривая_01», «канавка_02» и т.п. CAM-система автоматически сопоставит по названиям управляющие эскизы из нового и библиотечного проекта, после чего сгенерирует траектории для токарной обработки по аналогу.

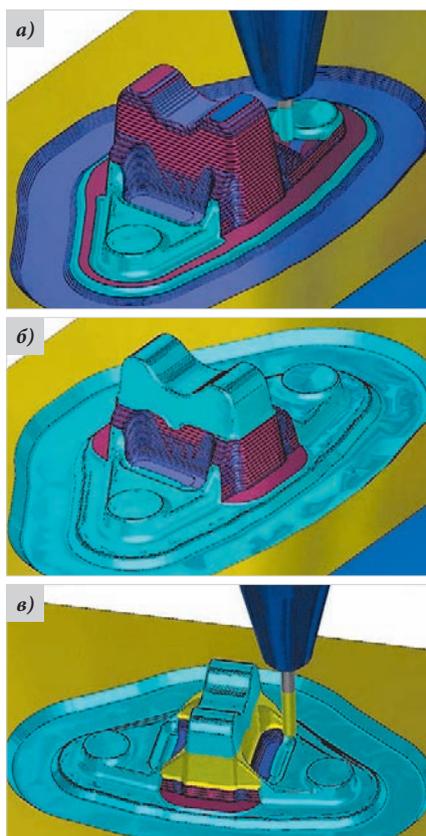
При программировании фрезерной обработки функция автоматического распознавания типовых обрабатываемых элементов распознает все отверстия как независимые, поэтому в результате ее работы каждое автоматически распознанное отверстие представлено в дереве проекта FeatureCAM в виде отдельной операции. Это может вызвать у пользователя определенные неудобства при работе с большими регулярно массивами отверстий, особенно при изменении параметров их обработки, — приходится изменять параметры обработки для каждого отверстия индивидуально, что отнимает много времени. С целью повышения удобства работы в FeatureCAM 2015 было введено понятие массива регулярно расположенных отверстий. При пятиосевой обработке в новой версии CAM-системы поддерживаются линейные и круговые (относительно произвольно расположенной оси) массивы одинаковых отверстий (рис. 3). При задании обработки массива пользователь должен указать его методику построения,

ориентацию направляющих осей отверстий, размеры первого отверстия и параметры обработки. В дереве проекта FeatureCAM 2015 обработка массива отверстий отображается в виде одной операции, поэтому пользователь может легко изменить параметры обработки сразу всех отверстий, входящих в этот массив.

Отметим также, что для повышения удобства работы пользователя в FeatureCAM 2015 появился новый тип вспомогательной привязки — к центру окружности торцов цилиндрических и конических поверхностей. Данный тип привязки значительно упрощает указание геометрических характеристик произвольно ориентированных отверстий при пятиосевой обработке.

В новую 2015-ю версию FeatureCAM был добавлен специальный тип резьбовых отверстий Thread Mill Hole, предназначенный для задания обработки внутренней резьбы фрезой в виде отдельной операции. Данный тип резьбовых отверстий может использоваться либо в комбинации с отверстиями (Hole), либо в составе типовых обрабатываемых элементов, которые поддерживаются функцией автоматического распознавания Feature Recognition. В зависимости от продольного профиля и диаметра отверстия САМ-система автоматически выбирает и назначает рациональный метод обработки. При необходимости пользователь может создавать собственную последовательность и стратегию обработки для всех операций, включая зенкерование, сверление, цековку, развертывание, расфрезеровывание, нарезание резьбы метчиком или ее обработку дисковой резьбонарезной фрезой.

В процессе генерации управляющей программы САМ-система FeatureCAM оперирует точной 3D-моделью остатка материала, что дает возможность использовать в качестве заготовки трехмерную STL-модель произвольной формы. Полная 3D-модель остатка материала позволяет существенно сократить время обработки на станке за счет отсутствия в управляющей программе ненужных перемещений на рабочих подачах по воздуху (отсутствует так называемое резание воздуха). Важное усовершенствование в области трехосевой и позиционной пятиосевой обработки в FeatureCAM 2015 позволяет пользователю после каждой операции сохранять текущую 3D-модель остатка материала (рис. 4) с целью ее последующего использования в проекте наравне с другими геометрическими элементами, в том числе твердотельной CAD-моделью, вспомогательными поверхностями, ограничивающими контурами и направляющими кривыми. Использование проме-



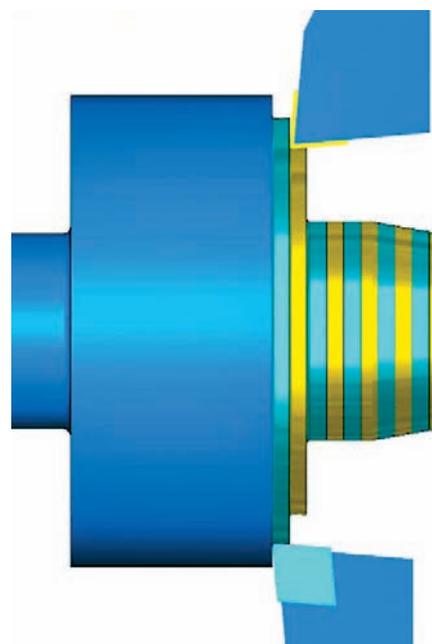
↑ Рис. 5. 2015-я версия FeatureCAM позволяет с использованием трехосевых стратегий при помощи относительно короткого инструмента обработать максимально возможное количество материала (а, б), после чего удалить остаток фрезой достаточной длины (в)

жуточных 3D-моделей остатка материала дает возможность максимально точно контролировать пространственные границы области обработки и тем самым избегать ненужного резания воздуха.

Благодаря усовершенствованиям в функции автоматического выявления столкновений в FeatureCAM 2015 стало проще и надежнее программировать трехосевую черновую и чистовую обработку деталей сложной формы. Теперь САМ-система не только отслеживает возможность появления зарезов от режущей кромки инструмента, но и учитывает возможность столкновения с заготовкой его хвостовика и оправки. Пользователь может остановить 3D-симуляцию процесса обработки сразу же после обнаружения столкновения либо дать возможность компьютеру выполнить 3D-симуляцию всей управляющей программы до конца с целью выявления всех конфликтов.

При возникновении в процессе 3D-симуляции трехосевой обработки столкновений оправки с заготовкой пользователь обычно вынужден увеличивать длину инструмента, что негативно сказывается на качестве обработанной поверх-

ности. Такая ситуация чаще всего возникает при обработке элементов с отвесными стенками, высота которых сопоставима с длиной фрезы. Во многих случаях трехосевую чистовую (!) обработку рациональнее выполнять в два этапа: сначала относительно короткой жесткой фрезой обработать основную часть детали (рис. 5а), а затем длинной фрезой доработать остатки припуска вблизи отвесных стенок. Для этого в FeatureCAM 2015 появилась новая функция, позволяющая без зарезов и столкновений удалить максимально возможное количество материала относительно короткой фрезой (рис. 5б). В тех областях детали, где посредством трехосевой обработки невозможно удалить весь припуск материала из-за опасности столкновения заготовки с оправкой, САМ-система оставляет необработанный остаток, который затем удаляется длинной фрезой (рис. 5в). С этой целью FeatureCAM постоянно оперирует с точной 3D-моделью остатка материала, что позволяет в процессе доработки более длинным инструментом удалять лишь фактическую форму остатка, оставшегося после всех предыдущих этапов обработки. Благодаря этому в разработанных при помощи FeatureCAM управляющих программах отсутствует так называемое резание воздуха, что заметно сокращает время фрезерной обработки на станке. Если пользователь решит удалить при помо-



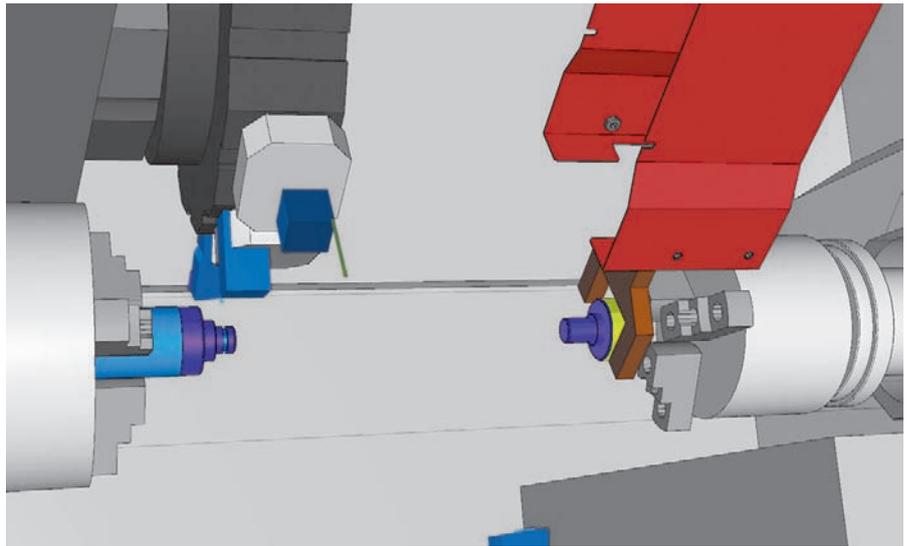
↑ Рис. 6. Токарный модуль FeatureCAM 2015 позволяет программировать обработку поверхности одновременно двумя резами (если станок оснащен нижней револьверной головкой)

щи относительно короткого инструмента максимально возможное количество материала, то специальная функция «maximum machine stock» автоматически добавит в траектории инструмента плавные переходы, подводы и отводы, необходимые для того, чтобы избежать появления ненужных рисков от инструмента на границе обработанной поверхности детали и необработанного припуска.

С целью повышения эффективности управляющих программ в FeatureCAM 2015 был усовершенствован алгоритм токарной обработки ступенчатых валов с переходными участками в виде канавок. В новой версии САМ-системы обработка каждой канавки на валу выполняется сразу же после точения прилегающей к ней посадочной поверхности. Такая стратегия позволяет свести к минимуму количество холостых ходов и повысить эффективность управляющей программы.

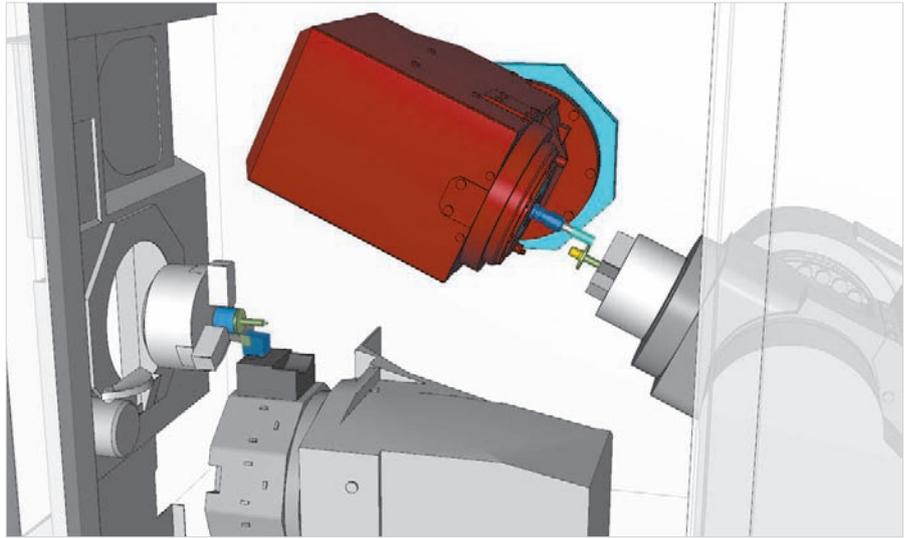
В модуле токарной обработки FeatureCAM 2015 стал доступен выбор методов токарной обработки «Pinch and follow». При продольном методе токарной обработки часть усилий в зоне резания направлена в осевом направлении детали, что ограничивает возможности производительной обработки дисковых зубчатых колес с тонким ободом и цельных деталей типа «вал — шестерня». Для токарной обработки таких тонкостенных дисковых элементов целесообразнее использовать радиальный метод, при котором усилия в зоне резания в большей степени направлены перпендикулярно оси детали. Пользователь FeatureCAM может сам назначить желаемый метод обработки в зависимости от формы и жесткости детали. Если используемый многозадачный обрабатывающий центр дополнительно оснащен нижней револьверной головкой, то FeatureCAM позволяет выполнить токарную обработку радиальным методом одновременно двумя противоположно расположенными резаками. Радиальное точение с двух диаметрально противоположных направлений дает возможность частично взаимокompенсировать радиальные усилия и значительно повысить производительность обработки (рис. 6).

В FeatureCAM 2015 имеется поддержка программируемого люнета, что значительно расширяет область использования этой САМ-системы для программирования токарной и токарно-фрезерной обработки длинных валов. Кроме того, в САМ-систему добавлена возможность работы с программируемыми деталиеловителями. Например, многозадачные обрабатывающие центры Nakamura серий WT-150, NTJX и NTMX штатно оснащаются программируемым детали-



↑ Рис. 7. В FeatureCAM 2015 реализована поддержка программируемых деталиеловителей и захватного устройства для противошпинделя

↓ Рис. 8. 2015-я версия FeatureCAM поддерживает 3D-симуляцию и постпроцессирование управляющих программ для станков сложной компоновки, в том числе Mori Seiki NTX1000, оснащенного поворотным противошпинделем



ловителем для главного шпинделя и захватным устройством для противошпинделя (рис. 7).

2015-я версия FeatureCAM позволяет выполнять полную 3D-симуляцию и постпроцессирование управляющих программ для токарно-фрезерного обрабатывающего центра Mori Seiki NTX1000, оснащенного поворотным противошпинделем (рис. 8). Пользователь может полностью контролировать угол наклона противошпинделя (дополнительная BW-ось), что дает возможность осуществлять перехват детали и выполнять одновременную обработку в шпинделе и противошпинделе. Все необходимые циклы синхронизации (в том числе для нижней револьверной головки) САМ-система добавляет в управляющую программу автоматически.

Что касается электроэрозионной обработки, то в FeatureCAM 2015 реализована расширенная версия базы данных, содержащая рекомендуемые параметры для проволоочной электроэрозионной резки на станках конкретных марок. В новой версии FeatureCAM указывается марка станка, тип проволоки и ее диаметр, материал обрабатываемой детали и ее толщина. Кроме того, САМ-система при расчете управляющих программ для электроэрозионной резки использует электрохимические свойства диэлектрической жидкости и характеристики применяемых сопел.

