

Что нового в *Mastercam X5*

Часть I. Новые высокоскоростные траектории динамического фрезерования всей режущей частью инструмента

Сергей Шрейбер (ООО ЦОЛЛА)

sergey@mastercam-russia.ru

Разработчик *CAM*-системы *Mastercam*, компания *CNC Software*, внимательно следит за мировыми тенденциями в развитии технологий обработки различных материалов на современном оборудовании с ЧПУ. Не стала исключением и новая версия – *Mastercam X5*. В планируемой серии статей мы хотим рассказать об изменениях и нововведениях в функционале *X5*.

Обновленный набор *CAD/CAM*-инструментов *Mastercam X5* поможет не только быстрее и эффективнее выполнять работу по программированию обработки на станках с ЧПУ, но и предоставит доступ к новым технологиям обработки, которые позволят значительно сократить машинное время и увеличить срок службы инструмента. За годы существования системы в её арсенале накопился обширный набор средств как для классической фрезерной обработки, так и для высокоскоростной обработки (**BCO**) на современном оборудовании. Пользователь имеет все возможности выбрать необходимую ему траекторию из множества вариантов, в зависимости от имеющегося инструмента и оборудования. Но чтобы сохранить конкурентоспособность, надо постоянно идти в ногу с отраслевым прогрессом. Для эффективного использования новых режущих инструментов, разработанных ведущими производителями, требуются новые алгоритмы расчета, которые генерируют весьма сложные и специфические перемещения. В этой статье я хочу подробнее остановиться на инновационной технологии *динамического фрезерования (Dynamic Mill)*. Так её называют разработчики, хотя, на мой взгляд, этот термин мало проясняет суть дела. Впрочем, об этом мы подробнее поговорим ниже.

Динамическая фрезерная 2D-обработка

Для динамического фрезерования характерно использование режущей части инструмента по всей её длине при малой величине шага. Новый алгоритм расчета формирует плавные, петлеобразные перемещения с дополнительными проходами в углах, что позволяет удалить постоянный объем материала и избежать чрезмерной нагрузки на инструмент.

Возможность задействовать при обработке всю режущую часть инструмента дает неоспоримые преимущества по сравнению с традиционным методом послойного удаления материала. Главные из них – это значительное сокращение продолжительности цикла обработки, повышение качества обработки стенок и увеличение срока службы инструмента. Здесь надо подчеркнуть, что **для динамической обработки применяются специальный инструмент**.

При разработке инновационной технологии динамического фрезерования компания *CNC Software* тесно сотрудничала с *ISCAR*. Впервые данная

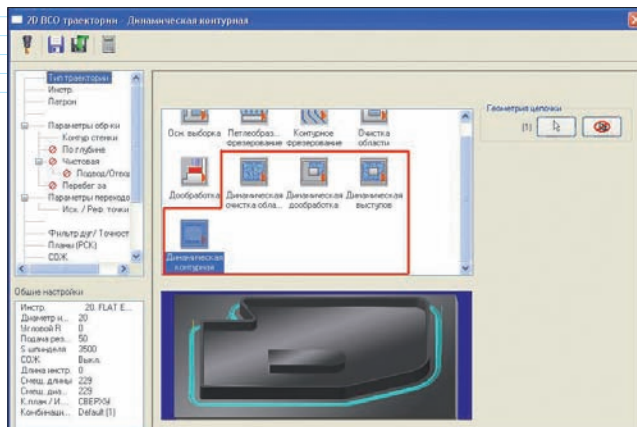


Рис. 1. Набор 2D-траекторий динамической высокоскоростной обработки

технология была реализована в *Mastercam X4* в наборе траекторий для высокоскоростной 2D-обработки: тогда была предложена одна траектория для обработки карманов – *Dynamic Mill*. В *Mastercam X5* палитра стала больше (рис. 1). Прежняя траектория *Dynamic Mill* разделилась на две:

- *Dynamic Area Mill* – динамическая очистка области;
- *Dynamic Core Mill* – динамическая обработка выступов.

Кроме того, добавились две новые 2D-траектории динамической BCO:

- *Dynamic Rest Mill* – динамическая дообработка;
- *Dynamic Contour* – динамическая контурная обработка.

Для всех четырех 2D-траекторий высокоскоростного динамического фрезерования поддерживаются функции расчетов скоростей и подач **ISCAR HEM** (*High Efficiency Machining* – высокоэффективная обработка) и **RCTF** (радиальный фактор разделения стружки). Это новые функции, доступные при выборе инструмента *ISCAR* из библиотеки, которая поставляется вместе с *Mastercam X5*. При расчетах *HEM* используются атрибуты, которые хранятся в библиотеке инструментов. После активации опции *ISCAR HEM* введите значение *HEM*-фактора, чтобы максимально увеличить скорость и эффективность обработки. Ввод осуществляется с помощью ползунка или путем указания числового значения (рис. 2, 3).

После ввода значения *HEM*-фактора на странице “Параметры обработки” в поле “Шаг” появится выпадающий список, в котором предлагаются фиксированные значения шагов. Вы сможете выбрать рекомендованные производителем инструмента, компанией *ISCAR*, значения шага 5%, 7%, или 10% от диаметра инструмента (рис. 4).

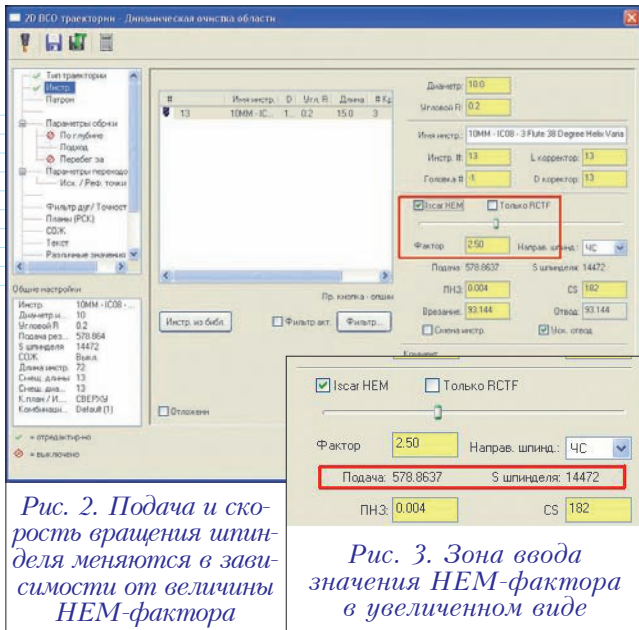


Рис. 2. Подача и скорость вращения шпинделя меняются в зависимости от величины НЕМ-фактора

Рис. 3. Зона ввода значения НЕМ-фактора в увеличенном виде

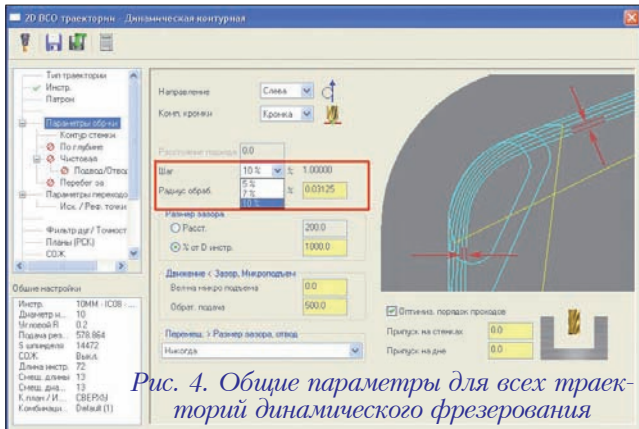


Рис. 4. Общие параметры для всех траекторий динамического фрезерования

Таким образом, новый формат библиотек инструментов в *Mastercam X5* позволяет использовать для выбора режимов резания и параметров обработки те значения, которые рекомендует ведущий производитель инструментов – *ISCAR*.

Для расчета рабочей подачи можно применять дополнительную опцию *RCTF* (радиальный фактор разделения стружки). Активация этой опции отключает поле “Фактор”, и величина рабочей подачи в дальнейшем, в случае изменения значения шага в поле *Step-over* (Шаг), меняется автоматически.

В этом же окне (рис. 4) можно задать величину микроподъема инструмента над поверхностью дна на обратных движениях. Использование этой опции позволяет избежать контакта фрезы с поверхностью, что улучшит качество обработки дна и продлит срок службы инструмента.

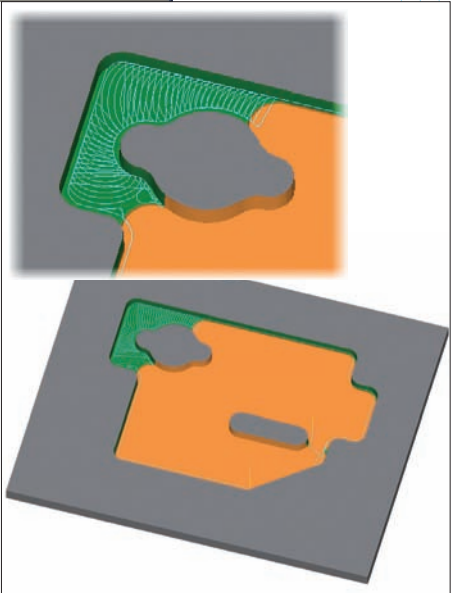


Рис. 5. Динамическая дообработка – удаление материала, который остался после черновой обработки

Кроме того, есть возможность управлять отводами и холостыми перемещениями инструмента. Для этого надо выбрать один из пяти предлагаемых системой вариантов.

Дополнительно в динамических *2D*-траекториях *VCO* добавлен стандартный функционал *Mastercam* для обработки “островов”.

Теперь рассмотрим траектории из набора *2D VCO* подробнее:

✓ **Dynamic Area Mill**

Траектория “Динамическая обработка области” предназначена для быстрого удаления материала в карманах или в карманах с “островами”. В отличие от классических способов обработки карманов, предлагается множество вариантов врезания в материал:

- только по спирали;
- по спирали с проходом по средней кривой;
- по профилю под углом;
- по средней кривой под углом;
- по заданному пользователем контуру и т.д.

Кроме того, можно отдельно задать подачу и скорость врезания в материал.

✓ **Dynamic Core Mill**

Траектория “Динамическая обработка выступов” используется, когда надо удалить материал вокруг выступов, осуществляя подвод инструмента снаружи детали. В параметрах есть возможность задать величины, определяющие расстояние подвода инструмента.

✓ **Dynamic Rest Mill**

Динамическая дообработка похожа на другую траекторию *2D VCO* – *Rest Mill*. Отличие заключается в использовании “динамических” движущий (рис. 5) при удалении остатков материала в карманах или при дообработке выступов.

✓ **Dynamic Contour**

Траектория “Динамическая контурная обработка” объединяет контурную обработку и дообработку в одной операции. Кроме того, имеется дополнительная опция для чистой обработки. Расчет классического прохода по контуру является только одной из составляющих новой технологии. Гибкость настроек позволяет быстро и легко обрабатывать детали, требующие удаления большого количества материала в углах (рис. 6).

Для настройки дообработки в траектории *Dynamic Contour* служит отдельная страница параметров, с помощью которых определяется количество дополнительных проходов,

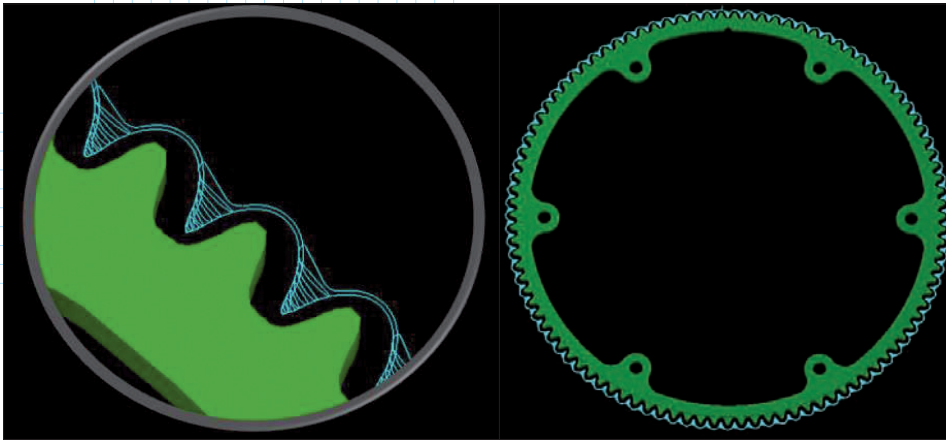


Рис. 6. Динамическая контурная обработка

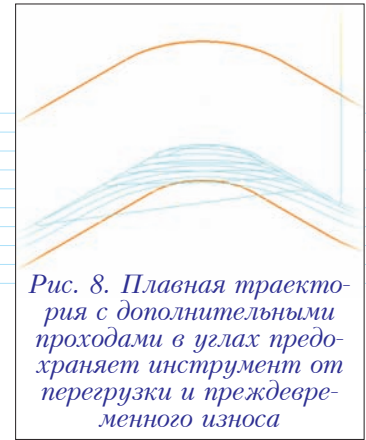


Рис. 8. Плавная траектория с дополнительными проходами в углах предохраняет инструмент от перегрузки и преждевременного износа

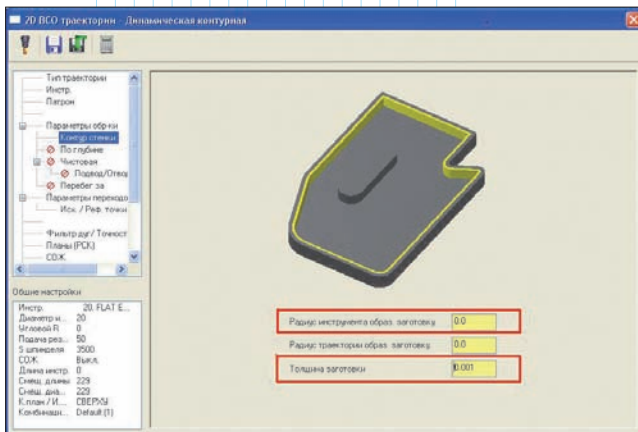


Рис. 7. Параметры, влияющие на количество дополнительных проходов

необходимых для дообработки материала перед окончательным чистовым проходом по контуру.

Чтобы задать параметры дообработки материала в углах и информацию, позволяющую определить количество проходов вдоль стенок, надо перейти на страницу “Контур стенки” в диалоговом окне динамической контурной обработки (рис. 7).

В поле “Радиус инструмента образ. заготовку” указывается радиус инструмента, который использовался в предыдущей операции. Данный параметр необходим для расчета траектории и определения количества проходов в углах.

Если при обработке контура в предыдущей операции вы задали дополнительный радиус для сглаживания перемещений в углах, укажите его в поле “Радиус траектории образ. заготовку”. Эта информация поможет системе лучше определить форму и количество материала, который должен быть удален.

В поле “Толщина заготовки” указывается припуск, оставшийся после предыдущей обработки. Это понадобится для определения количества проходов вдоль стенок, которые необходимы для удаления припуска.

После расчета вы получите плавную траекторию инструмента, которая гарантирует постоянный и непрерывный съем материала при обработке стенок

(рис. 8). Дополнительные проходы в углах предохраняют инструмент от возможной перегрузки и преждевременного износа.

Применение динамических траекторий из набора 2D-траекторий ВСО дает следующие преимущества:

- время обработки уменьшается на 30% по сравнению с традиционными технологиями резания, основанными на последном удалении материала;
- полное использование всей длины режущей части инструмента продлевает срок его службы и повышает качество обработки стенок;
- обработка осуществляется только в тех зонах, где есть материал; отсутствуют холостые перемещения по воздуху;
- постоянная нагрузка на инструмент обеспечивает максимальный съём материала;
- при обработке могут быть использованы инструменты с малым диаметром (чем меньше материала требуется на изготовление инструмента, тем он дешевле);
- требуется меньшее количество различных инструментов. Увеличивается производительность, так как окончательную геометрию можно получить без предварительной обработки инструментом большего диаметра;
- постоянная нагрузка на шпиндель облегчает работу станка.

Динамическая фрезерная 3D-обработка

Новая 3D-траектория черновой обработки ВСО под названием **OptiRough** (Оптимизированная) в **Mastercam X5** поддерживает инструменты, способные удалять материал при очень большой глубине резания. Прежде такой алгоритм использовался только для динамической 2D-обработки. Эта траектория будет особенно полезна для быстрой черновой обработки изделий сложной формы.

Оптимизированная траектория черновой динамической обработки **OptiRough** удаляет материал в двух направлениях: с большим шагом вниз (-Z) и с дополнительными шагами вверх (+Z). Такая эффективная обработка в двух направлениях снимает максимальное количество материала за минимальное количество проходов

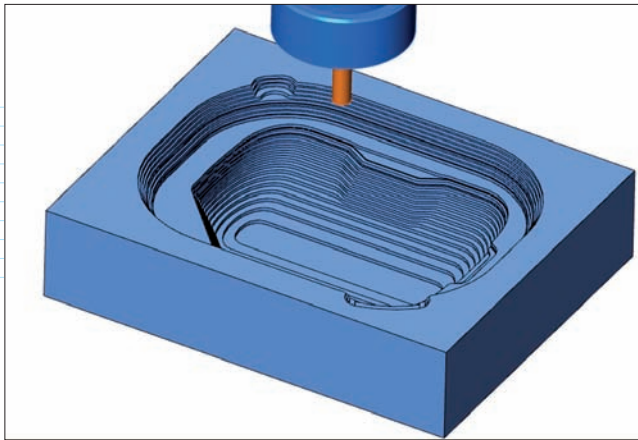


Рис. 9. Динамическая фрезерная 3D обработка

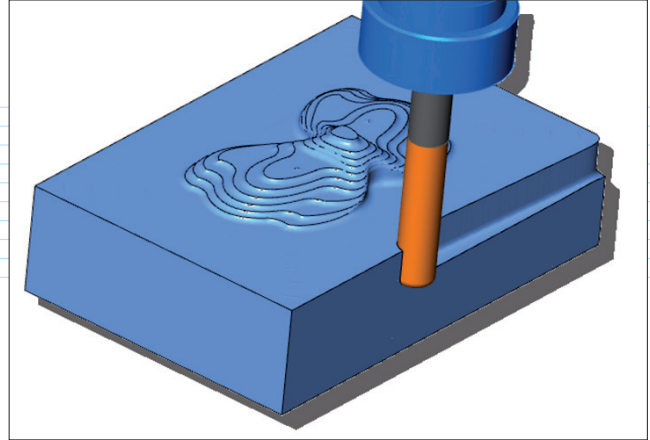


Рис. 12. Обработка детали с выступами сложной формы

по глубине, что значительно сокращает продолжительность цикла (рис. 10). Даже в случае добавления шагов вверх, когда удаляется только оставшийся материал, используется большая часть длины реза.

Автоматическое добавление шагов вверх можно отменить, отключив опцию “По глубине вверх” (рис. 11), что позволит применять новую траекторию только для быстрого, агрессивного удаления основного материала без потери времени

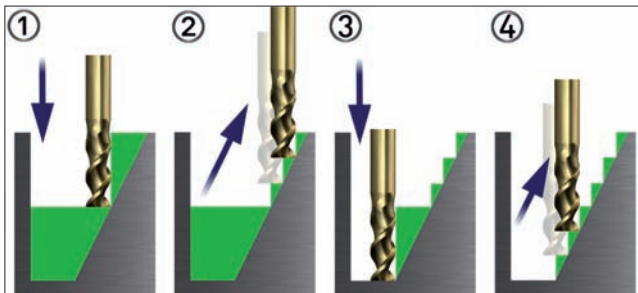


Рис. 10. Оптимизированная траектория черновой динамической обработки OptiRough

на расчет динамических проходов дообработки остатков материала в промежутках между основными проходами с шагом вниз.

При расчете траектории для вертикальных стенок дополнительные проходы вверх игнорируются, чтобы не было перемещений вхолостую. Однако при необходимости можно активизировать дополнительную опцию “Вертикальные стенки” и создать эти проходы.

При обработке деталей типа пуансон или деталей с выступами сложной формы есть возможность получить динамические перемещения фрезы снаружи внутрь с помощью опции “Снаружи внутрь”. Опускание инструмента при этом будет происходить за пределами заготовки (рис. 12).

Так же, как и в 2D-траекториях ВСО, можно задать величину микроподъема инструмента и величину рабочей подачи на обратных перемещениях. При выборе из библиотеки *Mastercam* инструментов *ISCAR*, становятся доступны функции расчетов скоростей и подач *ISCAR HEM* и *RCTF*.

Применение новой технологии динамической черновой 3D-обработки вместо традиционного послойного удаления материала дает следующие преимущества:

- длина пути инструмента уменьшается почти в два раза;
- использование всей длины режущей части повышает производительность и срок службы инструмента;
- обработка инструментом меньшего диаметра увеличивает производительность, так как окончательную геометрию можно получить без предварительной обработки фрезой большего диаметра;
- продолжительность цикла обработки значительно уменьшается (зачастую на 70%).

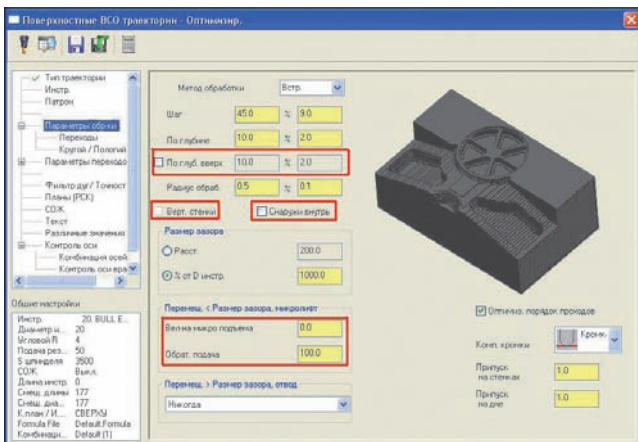


Рис. 11. Можно задать и агрессивное удаление основного материала без динамических проходов дообработки остатков в промежутках между основными проходами

Чистовая гибридная 3D-обработка

Новая траектория под названием *Hybrid* создана специально для чистовой 3D-обработки деталей, имеющих области как с крутым, так и с пологим наклоном стенок. Гибридная обработка опирается на

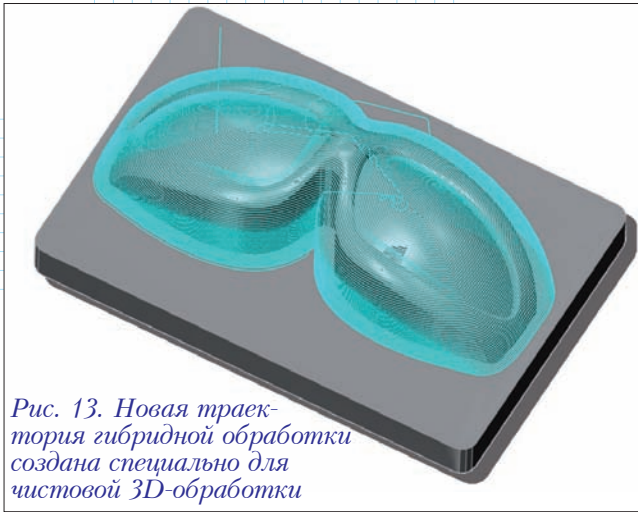


Рис. 13. Новая траектория гибридной обработки создана специально для чистовой 3D-обработки

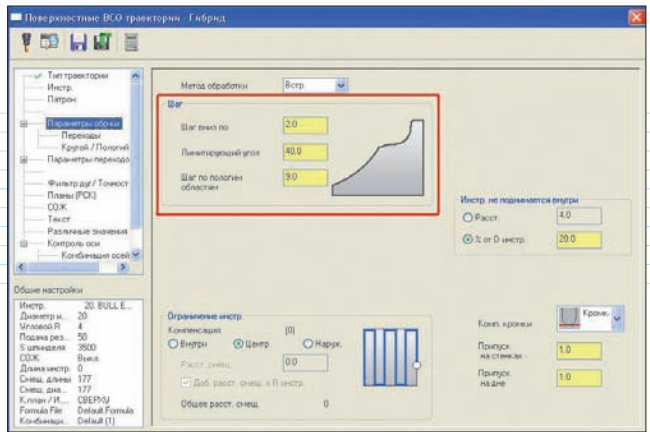


Рис. 14. Параметры гибридной чистовой 3D-обработки

новый алгоритм расчета (рис. 13), который совмещает в одной траектории послойную чистовую обработку *Waterline* (Ватерлиния) и *Scallop* (Гребешок).

Параметры гибридной обработки представлены на рис. 14. Пользователь может задать величину “Лимитирующего угла”, что поможет системе различать области с крутыми и пологими стенками. Кроме того, имеются два отдельных параметра шага:

- величина “Шаг вниз по глубине” определяет постоянное расстояние по оси Z между рабочими проходами. Система использует этот шаг в областях, где угол наклона стенок меньше, чем указано в поле “Лимитирующий угол”;
- значение “Шаг по пологим областям” применяется для расчета проходов в областях, где угол наклона стенок больше “Лимитирующего угла”.

Гибридная обработка совмещает перемещения *Waterline* и *Scallop* в одной траектории, логически распределяя проходы “сверху-вниз”. Движения меняются автоматически в зависимости от установленных параметров (рис. 15, 16).

При обработке изделий сложной формы применение 3D-траектории гибридной чистовой ВСО дает следующие преимущества:

- значительно уменьшается время, необходимое для подготовки управляющей программы. Раньше для чистовой обработки требовалось создавать несколько траекторий, а сейчас вся обработка выполняется по одной траектории;
- методы обработки постепенно сменяют друг друга на основе заданных критериев, в результате чего качество поверхностей повышается;

- пользователь избавляется от необходимости совмещать несколько траекторий и отслеживать необработанные или недостаточно обработанные области;
- при создании траектории происходит автоматическая оптимизация порядка проходов.

Заключение

В этой статье мы осветили только некоторые нововведения в *Mastercam X5*, касающиеся фрезерной обработки на станках с ЧПУ. Технология *динамического фрезерования* является новым прогрессивным методом обработки на современном высокоскоростном оборудовании, позволяющим сократить сроки выполнения заказов, снизить затраты и повысить качество. В следующих релизах разработчики *Mastercam* планируют дальнейшее развитие этой технологии.

Время не стоит на месте, и сегодня наличием в арсенале CAD/CAM-систем классических способов обработки уже никого не удивить. Внедрение системы *Mastercam* на вашем предприятии и участие в программе обслуживания (*maintenance*) предоставит в ваше распоряжение самые инновационные методы обработки сразу после их появления. Таким образом, в конечном счете, вы сможете опередить всех конкурентов. В следующей статье мы планируем рассказать о новой технологии высокоэффективной токарной обработки канавок, позволяющей добиться высокого качества с соблюдением жестких допусков на размеры. Следите за нашими публикациями!👁

(Продолжение следует)

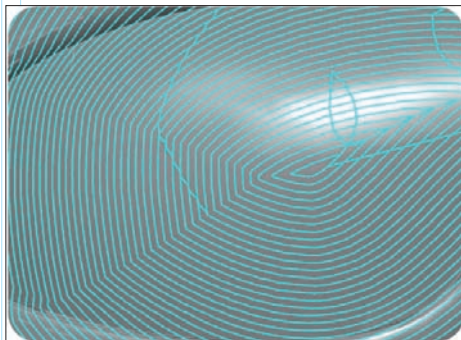


Рис. 15. Траектория гибридной 3D-обработки с движением Scallop (гребешок) для пологих областей

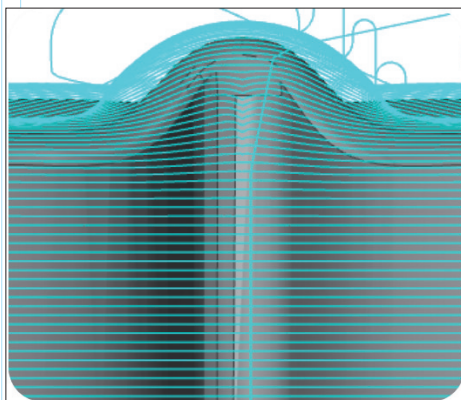


Рис. 16. Траектория гибридной 3D-обработки с постоянным шагом по оси Z для областей с крутым наклоном стенок