

Новые возможности высокоскоростной 2D-обработки в *Mastercam X3*

Иво Липсте (COLLA Ltd.)

ivo@colla.lv

В продолжение рассказа об инновационных нововведениях системы *Mastercam X3* мы поговорим о новом функционале высокоскоростной 2D-обработки. Этот набор возможностей может быть рассмотрен как сам по себе, так и в контексте активно развивающейся концепции обработки на основе автоматического распознавания элементов (*Feature Based Machining – FBM*), о которой я писал в предыдущих номерах журнала. Напомню, что модуль *FBM* генерирует необходимое количество операций обработки, каждую из которых при желании можно настроить индивидуально.

В арсенале *Mastercam X3* пользователи обнаружат ряд новых 2D-траекторий высокоскоростной обработки (**BCO**), или, по-английски, **2D High Speed**. Предлагаются пять новых стратегий, оптимизированных для высокоскоростной механообработки твердых материалов:

- 1 *Peel Mill*;
- 2 *Core Mill*;
- 3 *Area Mill*;
- 4 *Rest Mill*;
- 5 *Blend Mill*.

Эти стратегии помогут пользователям эффективно автоматизировать процессы, уменьшить время программирования и сократить длительность цикла обработки. Интерфейс, аналогичный представленному на **рис. 1**, в будущем будет распространен и на другие траектории *Mastercam*.

Тем, кто пока не имеет высокоскоростного фрезерного оборудования, хочу напомнить, что, применяя траектории **BCO**, можно даже на тихоходном станке изготавливать детали значительно быстрее. При этом продлевается срок службы режущего инструмента, да и сам станок эксплуатируется более бережно. Заинтересованные лица могут подробнее прочитать об этом в статьях о **BCO** в предыдущих выпусках журнала.

Стратегия *Core Mill*

При использовании стратегии обработки выступов, называемой *Core Mill* (**рис. 2**), потребуется минимум времени на предварительную подготовку геометрии. Возможно, такая подготовка не понадобится вовсе. Система автоматически сгенерирует траекторию, плавно закругляющуюся при изменении направления движения инструмента и позволяющую обработать все выступы детали за одну операцию.

Для создания траектории необходимо задать контур заготовки, вне границ которого инструмент свободно перемещается без касания материала, и контуры внутренних выступов. Путь инструмента начинается за границами

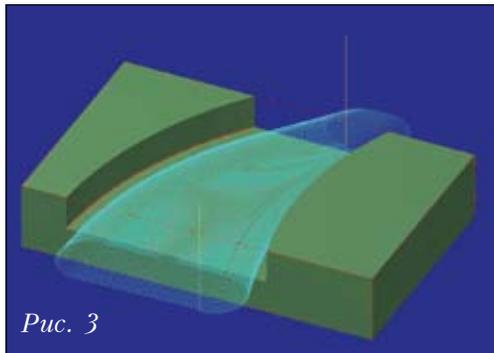


Рис. 3

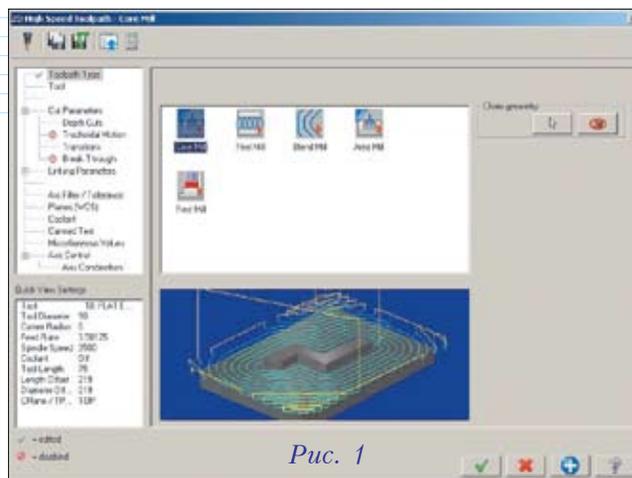


Рис. 1

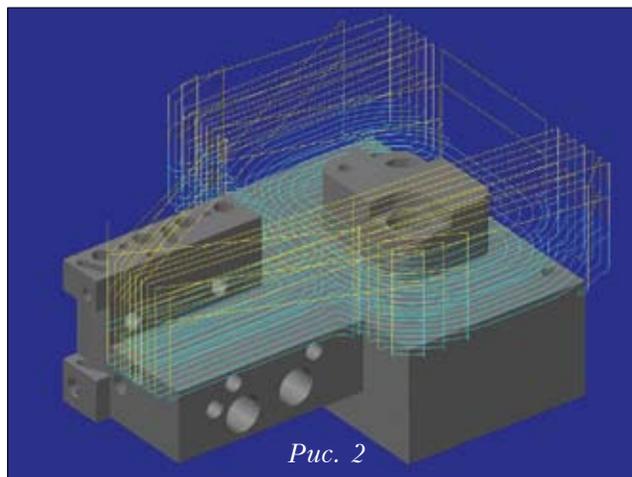


Рис. 2

заготовки, затем каждый последующий проход приближает фрезу к внутреннему контуру.

Стратегия *Peel Mill*

Стратегия “снятия кожуры”, или *Peel Mill* (**рис. 3**), появилась уже в релизе *Mastercam X2 MR2*, но при подготовке *Mastercam X3* она была доработана и улучшена. Генерируемые в этом режиме траектории эффективны при обработке открытых пазов и каналов;

при этом используется вся высота режущей части фрезы. В версии *X3* добавился так называемый микролифт инструмента: на обратных проходах фреза поднимается на очень малую высоту. Это позволяет избежать перегрева её режущей части при повторной обработке уже пройденных плоских участков.

Стратегия *Blend Mill*

Стратегия *Blend Mill* (рис. 4) формирует между двумя кривыми траекторию с меняющимся шагом. Ранее такая возможность в 2D-траекториях отсутствовала. Новая стратегия удобна при фрезеровании элементов детали, сложных для обработки. В результате использования таких траекторий можно добиться уменьшения износа инструмента и экономии машинного времени.

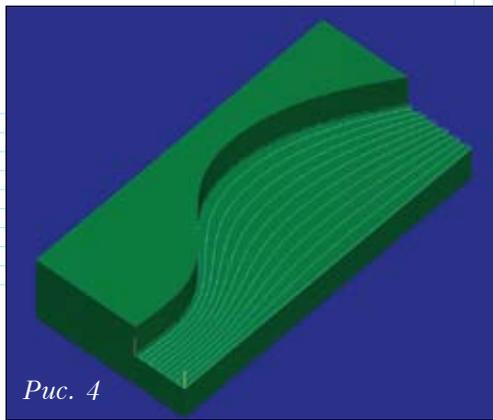


Рис. 4

Стратегия *Area Mill*

Стратегия *Area Mill* (рис. 5) служит для формирования гладких траекторий при обработке карманов. Пользователь может менять параметры для создания эффективных перемещений инструмента без резких изменений направления и без острых углов. Плавное врезание по спирали и эквидистантная траектория позволяют создать эффективную *HSM*-операцию.

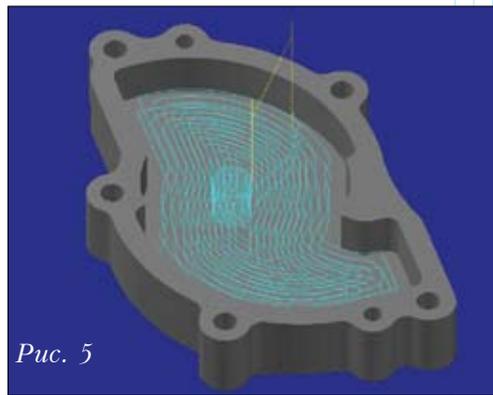


Рис. 5

Стратегия *Rest Mill*

Стратегия *Rest Mill* ориентирована на удаление материала, оставшегося после предыдущей операции. Инструмент благополучно приближается к сохранившемуся материалу, используя метод врезания по спирали и вертикальные дуги. Все перемещения сглажены, что увеличивает срок службы фрезы и уменьшает износ оборудования (рис. 18).

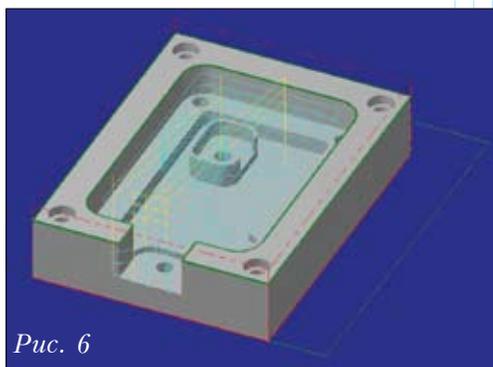


Рис. 6

Выбор геометрии

Перед тем как более подробно знакомиться с нюансами каждой из новых стратегий ВСО, стоит посвятить немного времени некоторым интересным подходам к работе с геометрией, которую предполагается обработать. Возьмем простой пример, иллюстрирующий различия при обработке с использованием разных назначений контура заготовки. Красный контур (рис. 6) задает габариты заготовки, а темно-зеленый определяет форму выступа. Так как оба контура в проекции сверху совпадают, то материал на заданную глубину снимается только внутри детали. На рис. 7 форму заготовки вместо красного контура задает тонкий зеленый контур, а обычный зеленый определяет форму выступа. Поскольку контуры в проекции сверху теперь совпадают лишь частично, материал на заданную

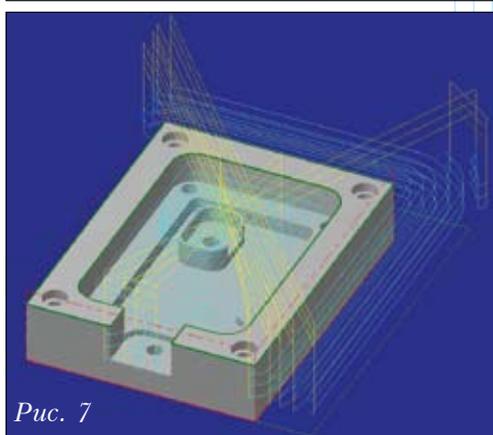


Рис. 7

глубину снимается как внутри, так и снаружи детали.

Выбор зон обработки или обрабатываемой геометрии в новой версии *Mastercam X3* тоже реализован по-умному, ибо можно выбирать не только геометрию, состоящую из контуров, но и отдельные грани и цепочки граней, а также “фейсы” – поверхности твердых тел. В последнем случае вложенность наружных и внутренних контуров определяется автоматически.

Появление в функционале *Mastercam* этих простых средств выбора геометрии обеспечивает технологу-программисту возможность мгновенно определять предназначенные для обработки зоны детали, практически не используя дополнительных геометрических построений.

Теперь посмотрим поближе на сами средства управления траекториями *2D High Speed*. Первым делом разберем те группы параметров, которые совпадают для всех пяти видов обработки.

Toolpath Type – окно выбора стратегии

На верхней полосе окна (рис. 8) выводится ряд кнопок. Первая слева – *Менеджер инструментов*, который позволяет предварительно найти инструменты и собрать необходимый набор. Вторая и третья кнопки нужны для того, чтобы сохранить или открыть параметры, уже введенные для данной обработки прежде; четвертая открывает доступ к библиотекам обработок, а последняя – включает калькулятор режимов резания.

Средняя часть окна служит для выбора вида обработки (стратегии): в верхней зоне выводятся пиктограммы, предлагающие различные виды обработки, а в нижней отображается визуальная подсказка, наглядно иллюстрирующая данный вид обработки. Справа от этого окна размещена кнопка активизации функции

выбора. Слева находится зона, где в виде дерева представлены группы параметров обработки, которые меняются в зависимости от выбранной стратегии обработки. При щелчке мышью на необходимой группе,

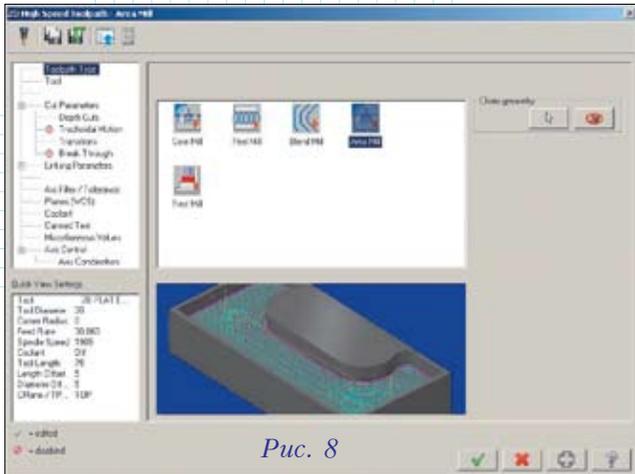


Рис. 8

активизируется соответствующее меню. В зоне под ней отображается основная информация о параметрах и режимах резания именно того инструмента, который на данный момент установлен для обработки.

Между видами обработки можно переключаться, если предполагаемая зона обработки совпадает. Например, если необходимо снять остаток материала более тонким инструментом (*Rest Mill*), то геометрия, уже определенная для *Core Mill*, нам подходит, и нет необходимости назначать её дополнительно.

В левом нижнем углу окна видны два значка – зеленый и красный, которые могут появиться в дереве параметров. Красный напоминает пользователю, что данная группа параметров отключена, а зеленая галочка отмечает те группы параметров, где он внес изменения.

Дерево групп параметров

Теперь рассмотрим дерево групп параметров (оно служит меню для доступа к этим параметрам) немного подробнее. Сначала выясним назначение тех групп параметров, которые являются общими для всех видов обработки:

✓ *Axis Combination* – Комбинация осей

Этот пункт меню предназначен для управления заменением осей в том случае, если у станка одна из линейных осей заменена на ось вращения.

✓ *Miscellaneous Values* – Разные параметры

Группа параметров для управления работой постпроцессора. Данные параметры должны быть запрограммированы в постпроцессоре заранее, а меню позволяет их активизировать или переключать. Например, передавать в УП координаты в абсолютной или относительной системе отсчета.

✓ *Canned Text* – Дополнительный текст

Иногда возникает необходимость добавить в УП некоторые команды – например, останов. Здесь можно вставить в начале и/или в конце операции необходимую команду из подготовленного заранее (всё в том же постпроцессоре) списка.

✓ *Collant* – Охлаждение

В этом пункте меню включается или выключается необходимый вид охлаждения. Возможные виды охлаждения также должны быть определены в постпроцессоре заранее для каждого конкретного станка.

✓ *Planes* – Планы

Настройка координатной системы, управление планами инструмента и назначение планов, в которых будет рассчитываться компенсация.

✓ *Arc Filter/Tolerances* –

Дуговой фильтр/Допустимые отклонения

С помощью этого пункта меню осуществляется управление фильтром, который оптимизирует траекторию обработки путем объединения кадров линейных перемещений и замены групп линейных перемещений на дуги. Точность и принцип фильтрации – параметры настраиваемые. О принципе работы фильтра я уже писал в предыдущих статьях о *Mastercam*. Стоит обратить внимание на то, что производитель усовершенствовал алгоритм работы фильтра, что делает его более эффективным и быстродействующим.

✓ *Linking Parameters* – Связанные параметры

Эти параметры позволяют задать значения типичных для задач программирования обработки высот:

- верх заготовки;
- высота над заготовкой, где реализуется переход с рабочей на ускоренную подачу;
- высота подвода/отвода инструмента на рабочей подаче;
- безопасная высота отвода инструмента при перемещениях во время обработки;
- начальная высота – та, на которую выходит инструмент перед началом и после завершения операции обработки. Эта же высота используется для отвода инструмента между операциями обработки.

Группа *Cut Parameters*

Часть параметров, представленных в меню *Cut Parameters* (Параметры обработки), меняется в зависимости от выбранного вида обработки, часть – одинакова для всех пяти описанных выше стратегий.

✓ *Параметры обработки для Core Mill*

Для этой стратегии мы последовательно пройдем через все подменю, а для остальных будем рассматривать лишь те параметры, которые имеют отличия.

В окне *Cut Parameters* (рис. 9) можно указать следующие параметры:

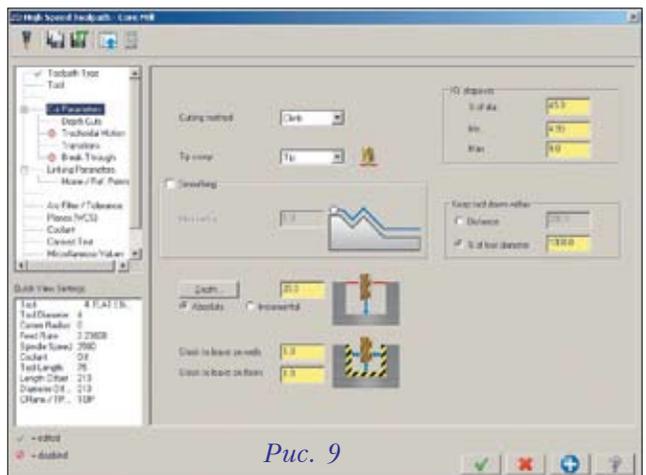


Рис. 9

- *Cutting Method* – вид фрезерования: встречное (против подачи) или попутное;
- *Tip Comp* – тип компенсации: по торцу или по центру инструмента;
- *Smoothing* – включать или нет алгоритм сглаживания траектории путем вписывания дуг;
- *XY Stepper* – задается минимальное и максимальное расстояние между проходами, в пределах которого будет рассчитана траектория;
- *Keep tool down within* – определяется значение высоты удерживания инструмента без подъема на служебных переходах. В случае её превышения переходы будут выполняться на высоте отвода инструмента;
- *Depth* – назначается другая глубина обработки (поскольку система это значение устанавливает автоматически, на основании выбранной геометрии), а также задается величина припуска для стенок (*Stock to leave on walls*) и дна (*Stock to leave on floors*) обрабатываемой зоны.

В окне подменю **Depth Cuts** (рис. 10) задаются условия съема материала при опускании инструмента:

- *Max rough step* – максимально допустимая глубина черновых проходов;
- *# Finish cuts* – количество чистовых проходов;
- *Finish step* – глубина чистовых проходов;

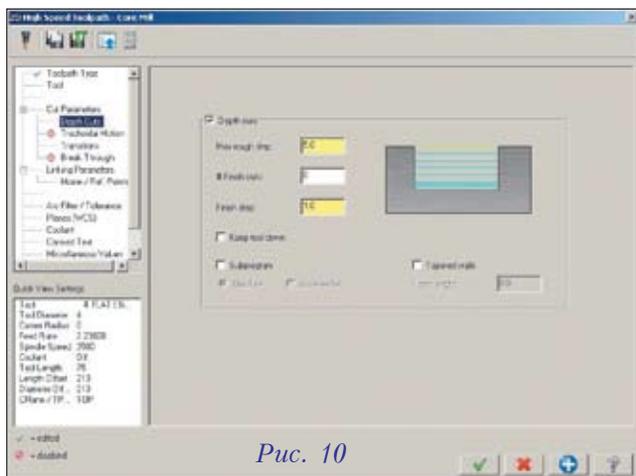


Рис. 10

- *Keep tool down* – принудительное включение удерживания инструмента без подъема;
- *Subprogram* – включение алгоритма выделения идентичных проходов в подпрограмму (если стойка ЧПУ поддерживает использование подпрограмм, и постпроцессор сконфигурирован соответственно);
- *Tapered walls* – включение режима наклонных стенок и ввод необходимого угла (*Taper angle*).

Теперь разберем **Trochoidal Motion** – пункт меню, предназначенный для управления трохойдальными движениями (рис. 11). Как известно, трохойдальными называют круговые движения фрезы по ходу её основного перемещения, которые освобождают пространство вокруг неё, что улучшает выброс и отвод стружки; кроме того, уменьшается площадь касания инструмента с материалом во время обработки. Все значения параметров здесь задаются в процентном отношении к другим, что позволяет не изменять их в случае замены инструмента (когда изменяется его диаметр). Итак:

- *Stepover adjustment (% of max stepover)* – приращение шага между проходами;
- *Initial loop radius (% of tool dia)* – основной радиус кругового движения;
- *Retry loop radius (% of initial loop)* – условия уменьшения радиуса кругового движения для прохождения более узких мест;
- *Minimum loop radius (% of tool dia)* – минимально допустимый радиус кругового движения;
- *Feedrate adjustment (% of feedrate)* – корректор скорости подачи для кругового движения.

Следующий пункт меню – **Transitions** – служит для управления врезанием инструмента в материал. В окне настройки (рис. 12) мы видим несколько зон:

- *Entry method* – выбор типа врезания. Предлагается врезание по спирали (*Entry helix*) или вдоль направления движения по форме контура (*Profile ramp*). Если выбрано спиральное врезание, но в какой-то области обработки для этого не хватит места, то тип врезания автоматически переключится на режим *Profile ramp*;

- *Entry feed rate* – выбор скорости подачи для врезания: основная подача резания (*Feed rate*) или подача вертикального врезания (*Plunge rate*);

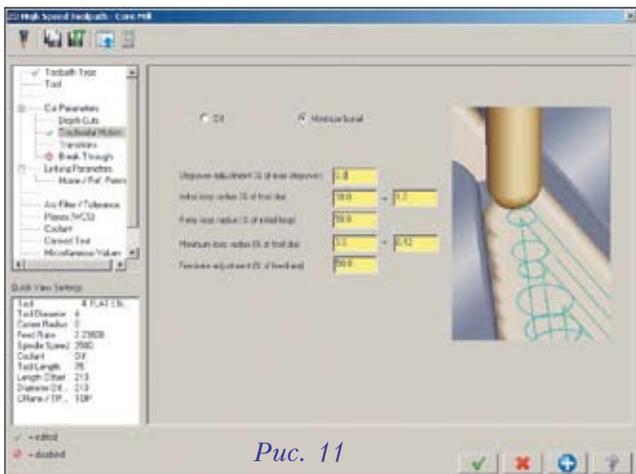


Рис. 11

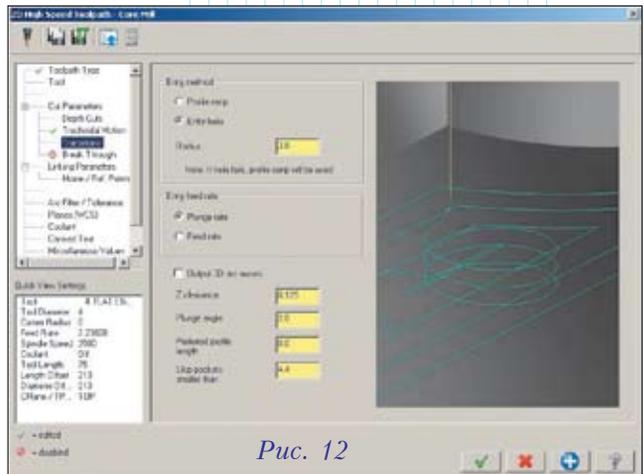


Рис. 12

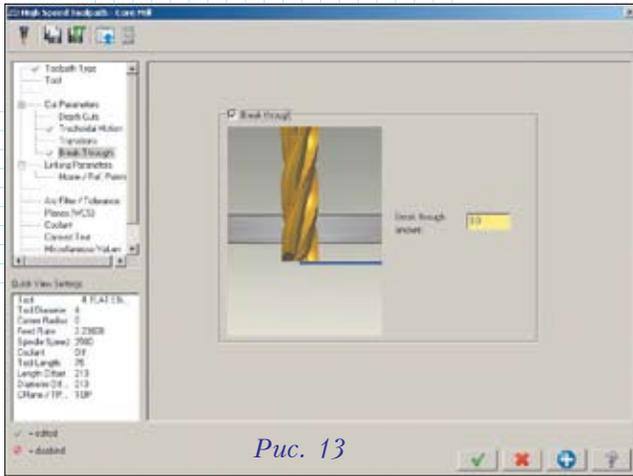


Рис. 13

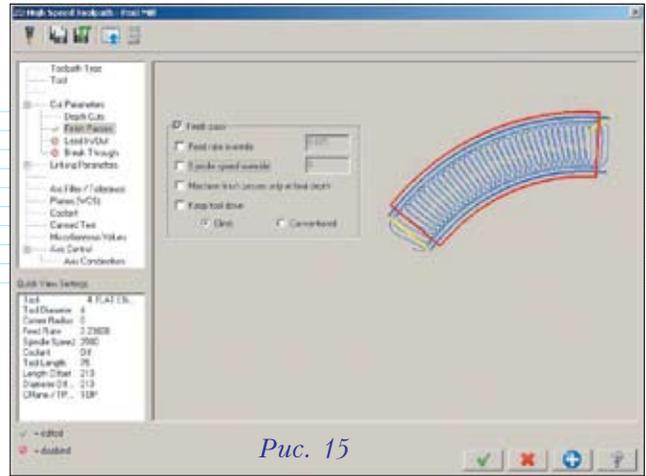


Рис. 15

- *Output 3D arc moves* – использование круговой интерполяции для движения врезания;
- четыре поля для управления условиями врезания: высота начала врезания относительно верха слоя обработки (*Z clearance*), угол опускания для кругового врезания (*Plunge angle*), предпочтительная длина контура врезания (*Preferred profile length*). Здесь же задается условный минимальный размер зон (*Skip pockets smaller than*); более мелкие зоны система будет игнорировать при обработке.

Управление величиной прорезания детали – **Break through** – для обработки сквозных карманов или зон обработки осуществляется через параметр *Break through amount* (рис. 13).

✓ Параметры обработки для *Peel Mill*

Для этого вида обработки в окне *Cut Parameters* выдвигаются следующие основные параметры (рис. 14):

- *Rough offset* – отступ от стенки при черновой обработке;
- *Rounding radius* – радиус возвратно-поступательного движения;
- *Stepover* – расстояние между проходами;
- *Back feedrate* – подача для обратного движения;
- *Microlift on back move* – включение микроподнятия инструмента при обратном движении, определение

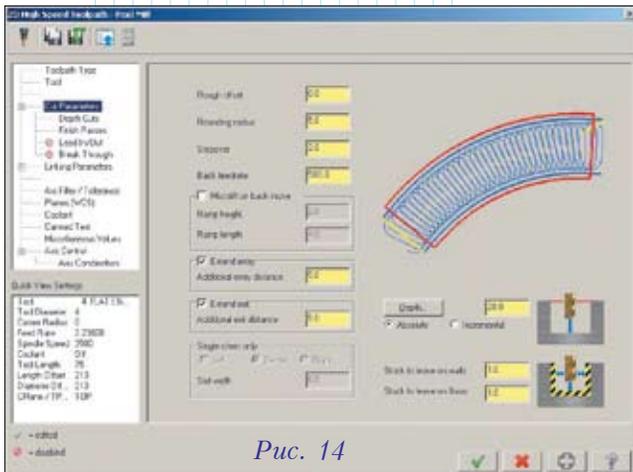


Рис. 14

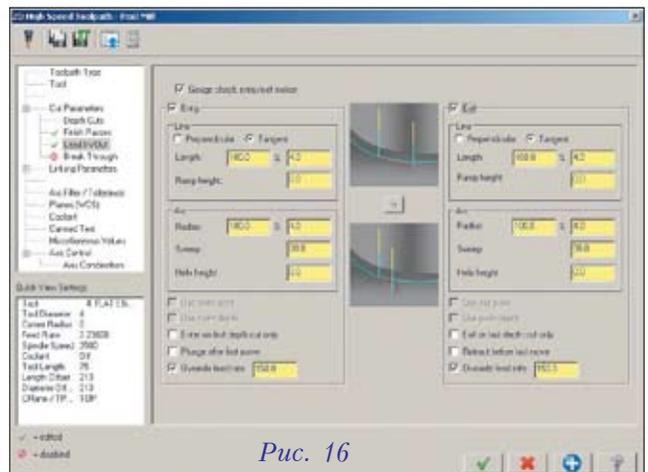


Рис. 16

высоты подъема (*Ramp high*) и длина зоны подъема (*Ramp length*).

- *Extend entry* – продление обработки в начале паза на величину *Additional entry distance*;
- *Extend exit* – продление обработки в конце паза на величину *Additional exit distance*;
- *Single chain only* – управление обработкой паза в случае задания его направления одной кривой (три варианта – *Left*, *Center*, *Right*);
- назначение глубины обработки и припусков – аналогично *Core Mill*.

Пункт **Finish passes** (рис. 15) предлагает окно, где активизируется выполнение чистового прохода, который снимает тот объем материала, который был задан в виде отступа от основного контура в разделе *Cut Parameters*. Кроме того, можно применять следующие параметры:

- *Feed rate override* – коррекция скорости подачи;
- *Spindle speed override* – коррекция оборотов шпинделя;
- *Machine finish passes only at final depth* – принцип выполнения чистовых проходов (последовательно или только на полной глубине паза);
- *Keep tool down* – включение условия минимизации подъема инструмента.

Пункт **Lead In/Out** предлагает окно, где производится активизация и установка параметров для подвода и отвода инструмента от контура (рис. 16).

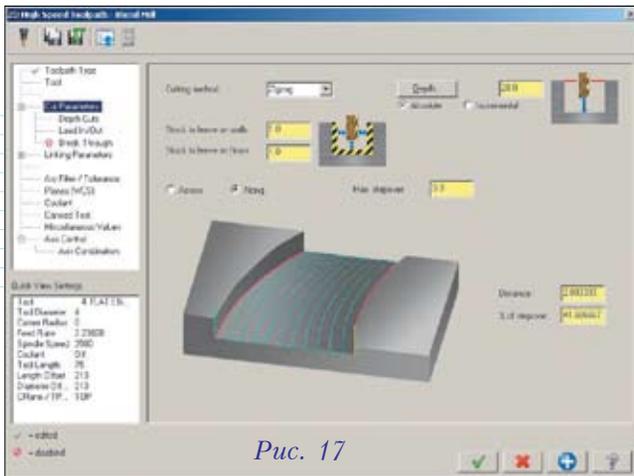


Рис. 17

Принцип настройки для них одинаков, однако как подход (*Entry*), так и отход (*Exit*) можно настроить индивидуально. Поскольку данное окно является универсальным для всех видов обработки, в каждой конкретном случае некоторые поля могут быть недоступны (отображаются серым цветом).

Перемещения могут состоять из двух элементов – линий и дуг (*Line, Arc*). Путем установки нулевых значений можно запретить выполнять одно или другое движение.

Для линейных движений доступны следующие параметры: условия подхода (по касательной или перпендикулярно) и угол снижения инструмента (*Ramp height*).

Параметры для дуговых движений: радиус дуги (*Radius*), угловое значение длины сектора дуги (*Sweep*) и высота, с которой начинается заход спиральным движением (*Helix height*).

Кроме того, здесь задаются и некоторые другие условия:

- *Enter on first depth cut only* – выполнить движение врезания только на начальной глубине;
- *Plunge after first move* – позволить опускание инструмента после выполнения первого движения;
- *Override feed rate* – использовать для врезания другую подачу.

В середине окна между картинками подсказок находится кнопка, позволяющая одним нажатием скопировать условия отвода инструмента, сделав их идентичными условиям подвода.

В верхней части рабочей зоны окна имеется поле *Gouge check entry/exit motion*, которое дает возможность отключить для движений подхода и отхода контроль на зарезания.

✓ Параметры обработки для *Blend Mill*

Для этого вида обработки определяются следующие параметры (рис. 17):

- *Cutting method* – принцип движения инструмента (зигзаг, в одном направлении, спирально);
- *Stock to leave on floors* – величина припуска на глубину;
- *Stock to leave on walls* – величина припуска на боковые стенки;
- *Across* – выбор направления съема материала поперек контура;
- *Along* – выбор направления съема материала вдоль контура;
- *Max. stepover* – максимально допустимый шаг между проходами;
- *Depth* – глубина обработки;
- *Distance* – шаг по направлению обработки, на основе которого будут рассчитываться промежуточные проходы между двумя определенными направляющими контурами.

✓ Параметры обработки для *Area Mill*

Для стратегии *Area Mill* параметры настройки обработки идентичны *Core Mill*.

✓ Параметры обработки для *Rest Mill*

Для стратегии *Rest Mill* параметры настройки обработки аналогичны *Core Mill*, за исключением отсутствия трохойдальных движений.

Rest Mill используется как средство доработки недостаточно обработанных зон, где съём материала осуществляется методами *Core Mill* или *Area Mill*; при этом берется инструмент меньшего диаметра.

Операция дообработки должна быть выполнена после основной операции (рис. 18) и использовать ту же геометрию. Проще всего скопировать основную операцию обработки, войти в её настройки, переключиться на дообработку, выбрать необходимый инструмент меньшего диаметра и пересчитать операцию.

Как видим, новый функционал ВСО является хорошо продуманным и удобным для быстрого создания эффективных траекторий обработки, а богатый набор параметров позволяет технологом-программистам управлять множеством нюансов движения инструмента. ☺

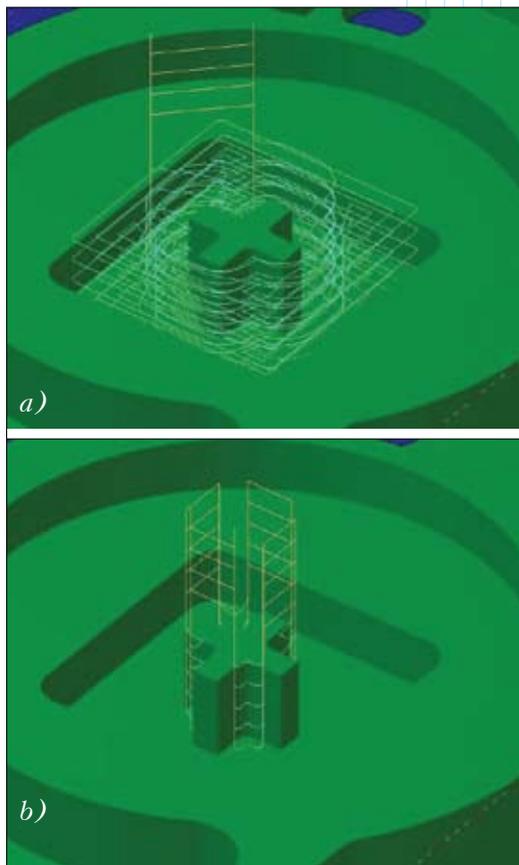


Рис. 18. Обработка и дообработка (*Rest Mill*) кармана с крестовидной бобышкой: а – траектория выборки основного кармана; б – траектория дообработки бобышки