

СТРАТЕГИЯ VORTEX И ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ MACHINEDNA ОТ КОМПАНИИ DELCAM – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

К.Г. Евченко, Д.А. Маслов, А.В. Пинчук, С.А. Таликин (Компания Delcam)

Компания Delcam plc (Великобритания, www.delcam.com) предлагает для программирования сложных видов фрезерной обработки на станках с ЧПУ САМ-систему PowerMILL, поддерживающую позиционную (3+2) и непрерывную 5-осевую обработку. PowerMILL имеет в своем арсенале широкий диапазон высокоскоростных и специализированных стратегий фрезерования, благодаря чему она является лидирующей САМ-системой для инструментального производства в силу высокой эффективности и надежности управляющих программ, а также скорости их генерации.

Ключевые слова: САМ-система, фрезерование, 5-осевая обработка, постоянный угол перекрытия, кинематические параметры станка, оптимизация.

Как известно, все производители инструмента приводят в каталогах рекомендуемые режимы резания, при которых обеспечивается оптимальная производительность обработки и заявленная стойкость инструмента. Если проанализировать рекомендуемые параметры обработки, то оказывается, что рекомендуемые режимы достигаются при конкретной величине угла перекрытия (engagement angle) (рис. 1). При обработке прямолинейных участков данный параметр постоянен, поэтому легко добиться соблюдения рекомендованных режимов обработки. Если фреза пойдет по наружному контуру, то угол перекрытия уменьшается, и нагрузка на инструмент снижается. Проблемы начинаются при обработке внутренних углов при помощи обычных стратегий фрезерования: так как угол перекрытия резко увеличивается (рис. 2), то значительно возрастают нагрузки и количество выделяемого тепла в зоне резания. Чтобы предотвратить чрезмерное возрастание нагрузки на инструмент, способное привести к его поломке, САМ-система должна компенсировать увеличение нагрузки соответствующим уменьшением скорости подачи. Заметим, что при обработке

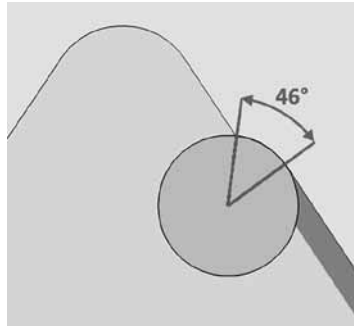


Рис. 1. Рекомендуемые режимы резания реализуются при определенной величине угла перекрытия

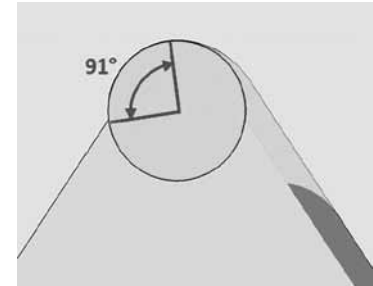


Рис. 2. При обработке внутренних углов происходит увеличение угла перекрытия, что приводит к повышению нагрузки на станок и инструмент

внутренних углов при помощи обычных стратегий фрезерования: так как угол перекрытия резко увеличивается (рис. 2), то значительно возрастают нагрузки и количество выделяемого тепла в зоне резания. Чтобы предотвратить чрезмерное возрастание нагрузки на инструмент, способное привести к его поломке, САМ-система должна компенсировать увеличение нагрузки соответствующим уменьшением скорости подачи. Заметим, что при обработке

внутренних углов с использованием обычных стратегий не только падает производительность фрезерования (за счет уменьшения скорости подачи), но и наблюдается сильный износ инструмента вследствие повышенного тепловыделения.

Чтобы исключить фрезерование при больших значениях угла перекрытия, приводящее к повышенной нагрузке на инструмент и станок, а также обеспечить высокую производительность обработки, компания Delcam несколько лет назад предложила добавлять при обработке про-

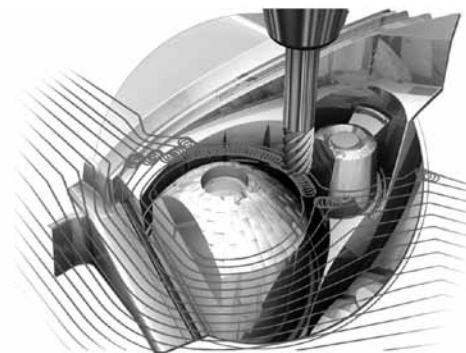


Рис. 3. Трохоидальная обработка позволяет избежать фрезерования с большой нагрузкой

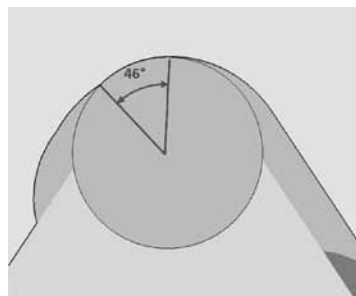


Рис. 4. Стратегия Vortex основана на генерации специальных «вихревых» траекторий, обеспечивающих постоянную величину угла перекрытия

блемных зон трохоидальные участки траектории. Основная идея концепции трохоидальной черновой обработки (рис. 3) заключается в поддержании постоянной высокой скорости удаления (с высокой скоростью подачи) относительно тонких слоев материала. Компания Delcam уже реализовала в своих САМ-системах PowerMILL, PartMaker и FeatureCAM высокоэффективные стратегии черновой обработки с автоматическим добавлением трохоидальных участков траекторий, что позволяет исключить фрезерование с большой нагрузкой. При удалении сравнительно тонкого слоя материала угол перекрытия также невелик, поэтому трохоидальная обработка способствует значительному продлению срока службы упрочняющего покрытия инструмента. Кроме того, повышается производительность обработки, так как скорость подачи при удалении тонкого слоя материала может быть гораздо выше, чем при использовании обычных стратегий.

блемных зон трохоидальные участки траектории, что позволяет исключить фрезерование с большой нагрузкой. При удалении сравнительно тонкого слоя материала угол перекрытия также невелик, поэтому трохоидальная обработка способствует значительному продлению срока службы упрочняющего покрытия инструмента. Кроме того, повышается производительность обработки, так как скорость подачи при удалении тонкого слоя материала может быть гораздо выше, чем при использовании обычных стратегий.

Несмотря на то, что по сравнению с обычными стратегиями чернового фрезерования трохоидальная обработка обладает целым рядом несомненных преимуществ, сгенерированные из условия некой постоянной скорости удаления материала трохоидальные траектории все же характеризуются непостоянной величиной угла перекрытия. Дальнейшим развитием концепции трохоидальной обработки для обеспечения большего повышения производительности стала новейшая стратегия обработки Vortex. Суть ее заключается в реализации на станке с ЧПУ максимально возможной для него фактической скорости подачи, что достигается за счет генерации САМ-системой особых «вихревых» траекторий, обеспечивающих постоянный угол перекрытия (рис. 4). Стратегия Vortex была разработана специально для высокопроизводительной черновой выборки материала с использованием

монолитных твердосплавных фрез, способных выполнять глубокое фрезерование всей рабочей частью. Данная стратегия может применяться для двух- и трехосевой черновой обработки, позиционного (3+2) фрезерования, а также для удаления остаточного припуска на основе 3D-модели остатка материала. Максимально сглаженные трохоидальные траектории инструмента обеспечивают стабильный тепловой баланс в зоне резания, что не только продлевает ресурс упрочняющего покрытия инструмента, но и позволяет не опасаться в процессе обработки термического поверхностного разупрочнения предварительно закаленных конструкционных сталей, тем самым исключается приводящее к потере точности коробление стальных деталей при последующей термообработке.

В отличие от трохоидальной обработки стратегия Vortex обеспечивает более стабильные режимы в зоне резания (рис. 5). На практике это выражается, прежде всего, в равномерном звуке постоянного тона, издаваемом станком при работе. О постоянстве режимов резания также свидетельствует сегментная стружка, которая имеет одинаковую толщину и форму (рис. 6). Посмотреть видеоро-

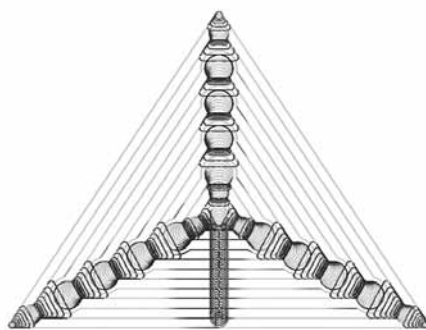


Рис. 5. Vortex позволяет поддерживать постоянные режимы резания на всех участках траектории



Рис. 6. Сегментная стружка, полученная с использованием технологии Vortex

сложно предсказать оптимальные параметры обработки, которые обеспечивали бы наименьшее время обработки детали на конкретном станке. Ручная поэтапная оптимизация производительности обработки на станке с ЧПУ — очень затратный процесс, отнимающий много времени и требующий изготовления серии тестовых деталей. Из-за этого, как правило, оптимизация управляющих программ при мелкосерийном, а тем более при единичном производстве не выполняется, так как временные затраты на нее окажутся гораздо выше выгоды от повышения производительности обработки.

На рис. 7 показана траектория черновой обработки закрытого кармана с применением стратегии Vortex. На рисунке видно, что даже при обработке такого относительно простого элемента потребовалось большое число «вихреобразных» участков траектории. Повторим, что на криволинейных участках траектории стойка ЧПУ станка может снижать фактическую скорость подачи. С целью минимизации вероятности снижения фактической скорости подачи компания Delcam специально разработала технологию MachineDNA, позволяющую с высокой точностью определить

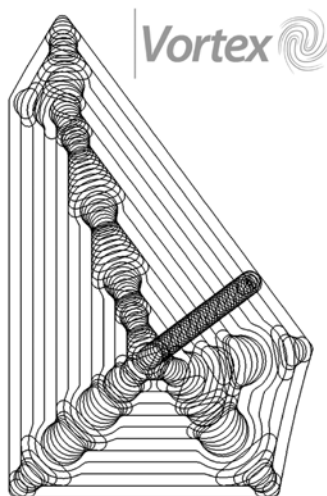


Рис. 7. Черновая обработка замкнутого кармана с применением стратегии Vortex

динамические характеристики и ограничения конкретного станка с ЧПУ и учесть их в САМ-системе при последующей разработке управляющих программ.

Технология оптимизации MachineDNA заключается в автоматической генерации под конкретную стойку ЧПУ специального набора тестовых управляющих программ, предназначенных для отслеживания кинематических параметров станка при разных режимах движения. В процессе тестирования станок выполняет различные круговые движения с разными параметрами обработки (изменяется радиус прохождения инструмента, расстояние между опорными точками в траектории, скорость подачи и др.). При этом все результаты тестирования записываются в отдельный файл на стойке ЧПУ. После проведения тестирования специальная программа анализирует поступившие со станка данные и вычисляет динамические характеристики и ограничения конкретного станка. Полученные результаты используются в параметрах стратегии черновой обработки Vortex, которая впоследствии будет учитывать характеристики данного станка и назначать при разработке управляющих программ оптимальные параметры обработки (минимальный радиус движения инструмента и расстояние между опорными точками траектории), обеспечивающие максимальную производительность оборудования.

Отметим, что определять при помощи технологии MachineDNA динамические характеристики станка необходимо каждый раз после его ремонта, перенастройки или модернизации (рис. 8). Соответственно все управляющие программы должны генерироваться САМ-системой индивидуально для каждого конкретного станка точно в соответствии с его про-

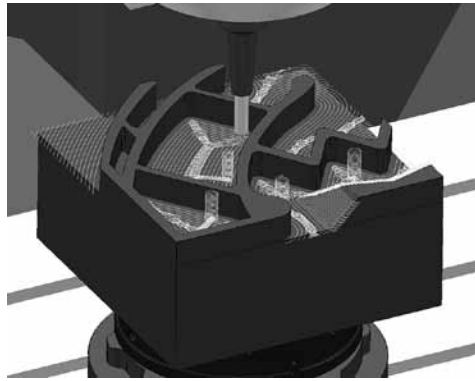


Рис. 8. Изучение динамики поведения конкретного станка при обработке тестовой детали

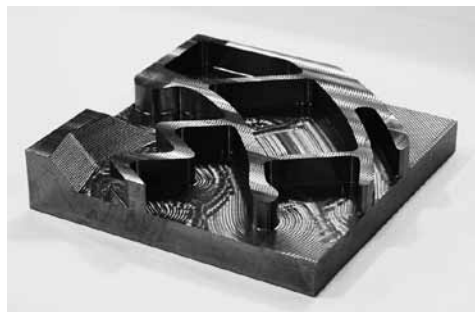


Рис. 9. Деталь, изготовленная с применением стратегии Vortex и технологии оптимизации MachineDNA

тестированной конфигурацией. Только в этом случае можно будет гарантировать, что обработка на станке будет выполняться с максимально возможной производительностью.

Если рассматривать исключительно эффективность чернового фрезерования, то применение стратегии Vortex позволяет сократить время обработки тестовой детали (рис. 9) по сравнению с традиционными стратегиями чернового фрезерования на 60%. Этот показатель демонстрирует высокую эффективность стратегии Vortex и технологии оптимизации MachineDNA, однако он не раскрывает весь потенциал САМ-системы PowerMILL в целом. При сложной комплексной обработке на первый план выходят другие возможности САМ-системы, такие как функция автоматического предотвращения столкновений, использование полной 3D-модели остатка материала и наличие специальных стратегий 5-осевой обработки. Кроме того, для програм-

мистов-технологов важна не только эффективность и надежность работы управляющих программ, но также простота, удобство и скорость их разработки. Поэтому при выборе САМ-системы необходимо принимать во внимание весь спектр требований, которые зачастую выходят за рамки возможностей одной САМ-системы. Например, у многих компаний часто возникает необходимость импорта САМ-моделей из различных форматов данных с их последующей доработкой и редактированием, а кто-то получит особую выгоду от применения технологии адаптивной механообработки или виртуального базирования.

Ожидается, что в 2013 г. стратегия Vortex и технология MachineDNA будут реализованы не только во флагманской САМ-системе PowerMILL, но и в нескольких других разработках компании Delcam, а именно, в САМ-системах PartMaker и FeatureCAM.

Константин Георгиевич Евченко — PR-менеджер компании Delcam в России,
Дмитрий Александрович Маслов — инженер технической поддержки ООО «ДЕЛКАМ» (Россия),
Андрей Владимирович Пинчук — инженер технической поддержки ТзОВ «Центр САПР» (Украина),
Сергей Александрович Таликин — генеральный директор ООО «ДЕЛКАМ» (Россия).
 Контактный телефон (499) 343-15-37.
[Http://www.delcam.ru](http://www.delcam.ru)

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

через каталоги "Роспечать" **81874** и "Пресса России" **39206** • сайт журнала <http://www.avtprom.ru> • Редакцию

Адрес редакции: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, офис 360 Тел.: (495) 334-91-30, (926)212-60-97 E-mail: info@avtprom.ru