

Системы управления оборудованием и производством

Воскобойников Б. С., Гречиков М. И., Гуськова Г. И.

В США, в аэрокосмическом технологическом центре (Aerospace Application Center) функционирует отдел программирования станков компании **Sandvik Coromant**, который использует систему **NX CAM**, разработанную фирмой **Siemens PLM Software**. Система имеет широкие технические возможности и обеспечивает свободное программирование, не ограниченное традиционными системами. Программный пакет **NX CAM** используют многие производители авиационных двигателей. Версия 6 пакета оптимизирует технологию резания труднообрабатываемых материалов. Когда изготавливаются дорогостоящие изделия сериями, повышение ресурса стойкости инструментов может дать значительную экономию: программисты компании **Sandvik Coromant** разработали технические приемы формирования траекторий движения для повышения ресурса, особенно при фрезеровании дорогих аэрокосмических деталей. Программисты исходят из того, что усложнение программ и увеличение времени их подготовки окупаются получением общего экономического эффекта.



ПО NX CAM фирмы Siemens PLM Software

Программное обеспечение системы **NX 6**, которое используют специалисты компании **Sandvik Coromant**, применяется, например, для оптимизации врезания фрез в материал. Твердосплавные фрезы функционируют наилучшим образом, когда при врезании получается толстая стружка, а в конце тонкая, то-есть, при попутном фрезеровании. При этом, сила резания постоянно уменьшается. Целесообразно, чтобы инструмент подводился к заготовке не перпендикулярно поверхности, а вкатывался в материал, а ось фрезы перемещается по дуге в направлении резания. В результате инструмент изнашивается медленно. Испытания, проведенные компанией **Sandvik Coromant** при фрезеровании сплава Инконель 718, показали, что ресурс стойкости инструмента в 8 раз больше при вкатывании, чем при прямом подводе к заготовке. Программирование осуществляется с помощью модуля **Arc-Parallel to Tool Axis** в окне **Non-Cutting Moves**, когда используется система **CAM NX 6**.

Когда материал фрезеруется последовательно слоями в направлении оси Z, желательно, чтобы инструмент находился в непрерывном контакте с заготовкой. При неэффектив-

ном программировании слой полностью срезается, фреза выводится и снова сводится для срезания следующего слоя. Прерывание контакта неблагоприятно сказывается на стойкости следующего слоя. Прерывание контакта неблагоприятно сказывается на стойкости инструмента. Компания **Sandvik Coromant** рекомендует после срезания слоя перемещать фрезу вниз по уклону, не прерывая контакта, и так проход за проходом, если позволяет геометрия изделия. При этом, глубина резания остается неизменной.

Когда фрезеруются выемки, целесообразно исключить изменение направлений перемещения инструмента. Можно фрезеровать по расширяющейся спирали, что позволяет быстро перемещать инструмент при высоком ресурсе стойкости. Фирма **Sandvik Coromant** называет такую технологию **«spiral morphing»**. При этом, инструмент перемещается до тех пор, пока не образованы боковые стенки выемки. При программировании с помощью системы **CAM NX 6** такое резание выполняется по команде **Helix**.

По технологии компании **Sandvik Coromant** внутренние углы деталей сначала обрабатываются фрезой большого диаметра для реализации интенсивного съема материала. При этом в углах остается неснятый материал, который затем срезается фрезой значительно меньшего диаметра. Аналогично при врезном фрезеровании в углах выемки остается неснятый материал, что создает проблемы. Традиционно остаточные припуски снимаются фрезами малого диаметра, которые затем быстро отводятся. При этом, обработка занимает много времени и ведет к быстрому износу инструментов из-за переменности нагрузок. В качестве альтернативы фирма **Sandvik Coromant** предлагает последовательное фрезерование угла тонкими слоями при постоянной радиальной глубине резания. Каждый проход программируется отдельно; в системе **NX 6** это реализуется модулем **Fixed Contour**, границы задаются командой **Fillet**.

При точении, как и при фрезеровании, неблагоприятное воздействие на инструмент вызывает переменность нагрузок. Непрерывный контакт с заготовкой реализуется, например, применением круговых режущих пластин. Для последовательно срезания слоев компания **Sandvik Coromant** рекомендует технологию обточки по трохоидной траектории (trochoidal turning). Направление резания изменяется по окончании каждого прохода; круглая пластина перемещается в лево, углубляется и перемещается в право, и так до завершения обточки. При движении вперед и назад пластина стоит дольше, так как она все время находится в контакте с материалом при относительно постоянной нагрузке.

С помощью системы **NX 6** возможно программирование в режиме обучения (Teach Mode). Геометрия детали сначала распознается моделированием в режиме Modeling Mode, а модуль **Follow Curve Motion** средствами обучения формирует соответствующие траектории движений. Осуществляются последовательные проходы фрезой на заданную глубину. В

