

рабочих местах, где выбираются технологическое оборудование и оптимальные параметры обработки. На третьем этапе составляются управляющие программы, которые выдаются в нужном формате для применяемого УЧПУ станка.

В современном производстве все этапы ВСФ проводятся на одном рабочем месте, без переустановки заготовки.

При составлении технологии ВСФ особое внимание необходимо уделить выбору стратегии формообразования. Стратегии «строчное фрезерование» и «фрезерование поверхностей» здесь не применимы. Траектории рассчитываются прямолинейно на одной из поверхностей координатной системы станка. На фасонных поверхностях это приводит к неравномерности припуска под дальнейшую обработку; а при чистовой обработке появляются большие шероховатости.

Из вышеизложенного видно, что стратегия чистового фрезерования имеет технологические ограничения. Вышеперечисленные стратегии могут применяться только для оптимальной обработки отдельных участков общей поверхности, что не дает возможности комплексной обработки детали. Кроме того, при подготовке программы обработки замкнутого контура спиральных канавок дисков токарных патронов пришлось столкнуться с проблемой подбора параметров трохойды (что связано с особенностями геометрии детали и инструмента) и вводить дополнительные ограничения. В результате для паза спирального диска, шириной 5,54 мм и фрезы $\varnothing 4$ мм, были получены следующие оптимальные параметры трохойды: радиус 0,2 мм и шаг 0,1 мм.

Литература

1. Р. Алиев. Составление оптимальной ЧПУ-программы для высокоскоростного фрезерования. «САПР и графика» №11, 2002 год, с. 124-128.

УДК 621.9.044

КРАВЧУК А.В.

Научный руководитель: доцент Григорьев В.Ф.

ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ДИСКОВ ТОКАРНЫХ ПАТРОНОВ

Теоретическим обоснованием высокоскоростной обработки (ВСО) являются так называемые кривые Соломона (рисунок 1), которые показывают снижение сил резания в некотором диапазоне скоростей [1]. Отсюда следует основной принцип ВСО: малое сечение среза, снимаемое с высокой скоростью резания, и соответственно высокие обороты шпинделя и высокая минутная подача. Есть даже рекомендация, что глубина резания не должна превышать 10% диаметра фрезы. Но с разработкой новых многозубых фрез для черновой обработки закаленных сталей изготовители инструмента рекомендуют традиционные глубины резания при сохранении малых шагов.

Заштрихованная область — зона реализации высокоскоростной механообработки.

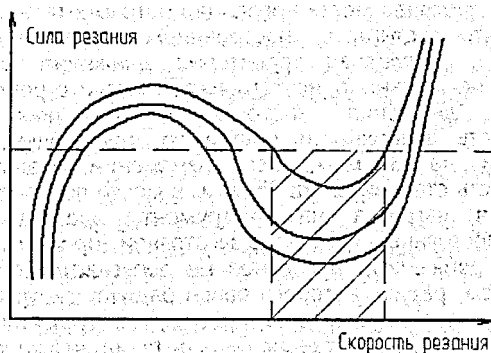


Рис. 1 Кривые Соломона.

Высокоскоростное фрезерование позволяет вести лезвийную обработку закаленных сталей, можно обеспечить качество поверхности, соизмеримое с электроэрозионной обработкой. Это позволяет пересмотреть структуру производственного процесса изготовления многих высокоточных изделий в машиностроении. Главный эффект ВСО заключается не в сокращении машинного времени (в некоторых случаях происходит и сокращение машинного времени) за счет интенсификации режимов резания, а в общем упрощении производственного процесса и в повышении качества обработки.

Условием успеха в высокоскоростной обработке может стать правильный выбор всех составляющих факторов, участвующих в этом процессе:

- 1) станок, имеет скорость вращения шпинделя 12-25 тыс. оборотов в минуту и оснащен средствами температурной стабилизации шпинделя, скорости подачи до 60 м/мин, скорость быстрых перемещений — до 90 м/мин, станки обрабатывают малые перемещения (от 5 до 20 мкм) и имеют повышенную жесткость и температурную компенсацию;
- 2) система ЧПУ, она должна «смотреть вперед» со скоростью от 100 до 200 кадров в секунду чтобы успеть сделать расчеты для торможения на подходе к углу и разгона после поворота, иначе на детали остаются следы от остановов инструмента;
- 3) режущий инструмент, для него разрабатываются новые мелкодисперсные сплавы, способные надежно работать на высоких скоростях и обладающие повышенной стойкостью, по отношению к быстрорежущим сталям;
- 4) вспомогательный инструмент с системой закрепления инструмента, высокоскоростная механообработка требует особого внимания к балансировке инструмента (так как биение сильно влияет на износ), для этого могут использоваться специальные патроны с возможностью балансировки или сбалансированные оправки для термозажима;
- 5) система программирования, которая позволяет с высокой точностью построить трехмерную модель детали (со всеми мелкими элементами), и конечно же позволяет построить траекторию движения инструмента. При построении траектории должны соблюдаться три основных правила: - малые сечения среза, снимаемые с большого

скоростью, исключая места врезания инструмента в заготовку полной шириной, что достигается построением трохоидальной траектории (рисунок 2); - гладкая траектория движения инструмента, на траектории не должны присутствовать участки с резким изменением направления движения инструмента, так как это ухудшит шероховатость поверхности (например, при общей шероховатости поверхности $Ra\ 3\ \mu\text{м}$, при изменении траектории на 90° шероховатость становится $Ra\ 25\ \mu\text{м}$, в месте поворота траектории); - равномерная нагрузка на инструмент, врезавшись инструмент сохраняет постоянный контакт с заготовкой (применяется спиральная траектория движения), а главное не допускается обработка детали инструментом, радиус которого равен радиусу скругления на детали, так как в местах прохождения фрезой скруглений увеличивается сечение среза и соответственно сила резания, что приводит к поломке дорогостоящего инструмента [2];

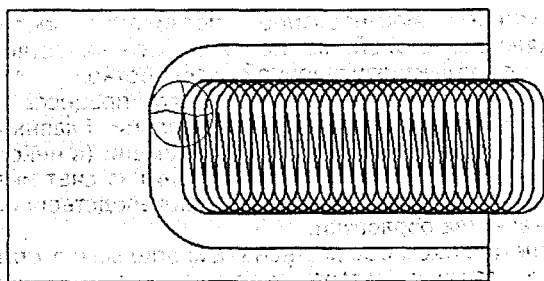


Рис. 2 - Трохоидальная траектория оси инструмента (фрезы) при ВСО.
б) квалификация технолога-программиста и оператора станка с ЧПУ.
Пренебрежение хотя бы одним из этих факторов способно свести на нет все предыдущие усилия.

Эффективность метода ВСО рассмотрим на примере высокоточной детали токарного патрона - спирального диска, изготавливаемого серийно на Гродненском заводе токарных патронов БелТОПАЗ (рисунок 3).

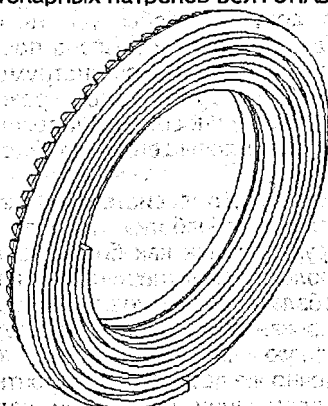


Рис. 3 - Спиральный диск токарного патрона.

Как видно из рисунка, на диске расположена сложная поверхность с высокими требованиями по точности формы и расположения поверхностей, а также с шероховатостью Ra 0,8 мкм. В базовом технологическом процессе на заводе-изготовителе для получения данной сложной поверхности используют последовательную обработку на четырех специальных дорогостоящих станках: двукратное точение, фрезерование неполного зуба спирали, далее производят закалку и шлифование рабочей поверхности спирали.

Был спроектирован гибкий производственный участок для обработки всей номенклатуры спиральных дисков (четыре наименования). Для ВСО спирали был выбран станок DMC 70V HI-DYN фирмы Deckel Maho, оснащенный УЧПУ TNC 430.

Для написания программы обработки для станка использовалось следующее программное обеспечение: T-Flex CAD 7.0 - для построения трехмерной модели и конвертации в формат Parasolid, а также MasterCAM 9 - для написания собственной управляющей программы. После загрузки трехмерной модели и параметров обработки, через 10-20 минут получается готовая для использования на станке управляющая программа.

В качестве режущего инструмента предложены твердосплавные фрезы производства фирмы Mitsubishi Carbide. Диаметр инструмента 4 мм, для возможности построения трохоидальной траектории, с 6 зубьями VCMDBD0400R0030 тип E [3]. Для указанного инструмента задаем следующие параметры обработки: обороты шпинделя $n = 18000 \text{ мин}^{-1}$, подача $S = 5,8 \text{ м/мин}$.

Технико-экономические расчеты показывают, что применение метода ВСО спиральных дисков позволило снизить число единиц применяемого оборудования в пересчете на реальную программу выпуска с 16 на четырех участках до двух станков соответственно, на одном гибком производственном участке, что привело к сокращению основных фондов производственного оборудования и, соответственно, уменьшению производственных площадей в 3,5 раза, а также сокращению числа работающих и затрат на заработную плату. Расчетный срок окупаемости проекта составляет 1,5 года.

Литература.

1. К. Виттингтон, В. Власов. Высокоскоростная механообработка. «САПР и графика» №11, 2002 год, с. 107-113
2. Материалы фирмы Delcam plc.
3. Каталог инструмента фирмы Mitsubishi Carbide за 2003 год.

УДК 539.1.074, 539.16.

КУЛИКОВСКИЙ Д. Г.

Научный руководитель: Кушнер Т. Л.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЧЕЛОВЕКОМ ОТ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

В настоящей работе осуществлено знакомство с основными источниками ионизирующих излучений. Изучена методика измерения мощности экспозиционной дозы при помощи дозиметра. Произведен расчет других доз радиоактивного облучения, практическая оценка дозы гамма-излучения, получае-