

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ МЕХАНИЗМА СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА.

Требования к качеству изготовления и обработки деталей для последующих технологических операций непрерывно возрастают, и поле допусков к 1990 году составляло 5 мкм. [1] и к настоящему времени стремительно приблизилось к величине 1-3 мкм, а уже в недалёком будущем с развитием нанотехнологий эти требования также будут возрастать. В таких условиях крайне актуальными становятся вопросы разработки и создания многооперационных координатно-расточных станков (обрабатывающих центров) класса точности С, способных повысить качество выпускаемой продукции и её конкурентоспособность, как на региональном, так и на мировом рынках.

Наиболее существенным препятствием к созданию таких станков является тот факт, что точность станка, т.е. положения инструмента в рабочем пространстве определяется как геометрической точностью его узлов, так и рядом других важнейших параметров, таких как упругие деформации кинематической цепи приводов перемещения узлов станка (ходовых винтов, валов, подшипников), упругие деформации в стыках контактных сопряжений (стойка-станина, станина-стол, вал-подшипник и т.п.), температурные деформации, люфты в кинематических цепях. В целом ошибки в положении инструмент-деталь можно разделить на две группы: конструктивно-технологические, которые устраняются за счёт соответствующей компоновки станка, установки и базирования деталей и механизмов станка, применение новых конструкционных материалов. Вторая группа решает проблему повышения точности за счёт введения САУ механическими параметрами станка и совершенных средств автоматики.

В настоящей работе рассматривается вопрос обеспечения точности обрабатывающего центра 2440СМФ4 за счёт снижения возмущающих колебаний (помех) от устройства автоматической смены инструмента (УАСИ) посредством применения системы автоматического управления (САУ) электроприводом механизма смены инструмента.

Обрабатывающий центр 2440СМФ4 представляет собой трёхкоординатный сверлильно-фрезерно-расточный станок с устройством числового программного управления (УЧПУ) SINUMERIK 840D фирмы SIEMENS и (УАСИ) модели ISO 40-16DV. Станок предназначен для особо точной обработки широкого диапазона деталей, отличающихся конфигурацией, размерами и материалами. На станке можно осуществлять следующие технологические операции: обработку отверстий с точным расположением осей методом растачивания (получистовое и точное чистовое), развертывание, контурное и прямоугольное фрезерование (получистовое и чистовое), сверление, зенкерование, нарезку резьбы метчиками, выполнение разметки и высокоточных измерений. Выбор инструментов производится в автоматическом режиме.

Основными частями обрабатывающего центра (см. рис. 1) являются стойка 1, станина 2, стол 3 (координата X) на который устанавливается обрабатываемая заготовка, салазки 4 (координата Y), шпиндельное устройство 4 (координата Z). Рабочий инструмент устанавливается в шпиндель 5. УАСИ 6 конструктивно состоит из инструментального магазина, в котором хранятся инструменты и собственно механизма смены инструмента. Захват и транспортировку инструмента осуществляет рука механически связанная с механизмом смены инструмента.

Технологическая операция автоматической смены инструмента включает в себя четыре основных этапа: захват старого инструмента в шпинделе и нового в кармане инструментального магазина, выем старого инструмента из шпинделя и нового – из кармана инструментального магазина, транспортировка инструментов и посадка нового инструмента в шпиндель. В момент захвата инструмента находящегося в шпинделе возникает удар, который можно представить в виде импульса P_2 , посадка инструмента в шпиндель также сопровождается ударом, обозначен как импульс P_1 (см. рис.1). Под воздействием импульсов P_2 и P_1 возникают колебания, которые распространяются по узлам станка, могут долгое время не затухать и даже усиливаться за счёт возникновения резонансных явлений в упругих элементах станка. Условные распространения этих колебаний показаны пунктирными стрелками на рис.1. Кроме того соударения при захвате и

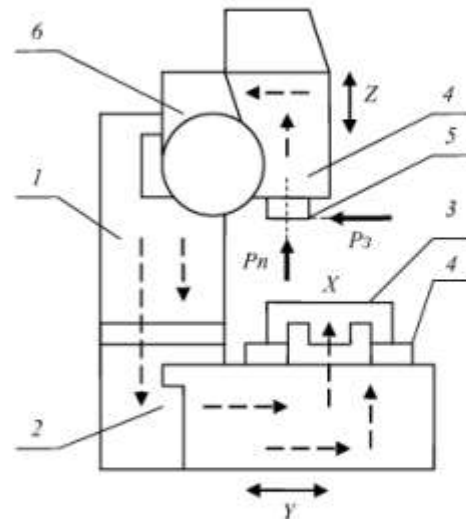


Рис. 1 – Схематичное расположение основных частей обрабатывающего центра

посадке инструмента в шпиндель приводят к интенсивному износу конусов, как инструмента, так и шпинделя и создают дополнительные механические нагрузки на узлы станка которые, в конечном счете, приводят к ослаблению креплений деталей и как следствие снижается надёжность и точность станка.

Для выбора наиболее оптимального решения направленного на повышение точности, необходимо провести глубокое исследование, как источника динамических колебаний (в данном случае УАСИ), так и путей их распространения, а также вызванных ими ошибок позиционирования интерполирующих координат и геометрического положения режущего инструмента в пространстве. С учётом вышесказанного была поставлена задача разработки математической модели станка.

Каждая интерполирующая координата может быть представлена в виде канала состоящим из последовательно соединённых упруго-диссипативных и инерционных элементов. Вместе с тем следует особо отметить, что математическая модель станка представленная в виде автономных каналов не позволяет провести полный анализ возникновения и распространения динамических колебаний и как следствие появления погрешностей, так как все органы станка механически связываются между собой через упругие элементы (станина, стойка и т.п.). Это обстоятельство вызывает необходимость учитывать указанные межканальные связи, таким образом, математическая модель станка представляет собой многосвязную систему.

Вид передаточной функции, которая учитывает упомянутые выше межканальные связи, и численные значения её коэффициентов передачи и постоянных времени были установлены экспериментально.

Значительного снижения возмущающих колебаний от УАСИ можно достичь благодаря применению автоматизированного привода механизма смены инструмента, который в зависимости от текущего этапа автоматической смены инструмента и положения руки позволяет осуществлять плавное замедление при подходе руки к точке захвата или посадки инструмента. В роли такого привода может служить как гидропривод, так и частотно-регулируемый электропривод с асинхронным электродвигателем.

Основным недостатком гидропривода являются его большие габариты за счёт применения гидростанции и наличия большого количества гидрошлангов. Кроме того, для нормальной работы гидропривода необходимо постоянно следить за чистотой и уровнем масла. В связи с этим предпочтение было отдано цифровому частотно-регулируемому электроприводу, имеющему малые габариты, высокую надёжность и не требующему постоянного обслуживания.

Структурная схема САУ электроприводом механизма смены инструмента представлена на рис. 2. Информация о вхождении руки в точку замедления, захвата и посадки инструмента представлена в виде комбинации логических сигналов формируемых блоком бесконтактных индуктивных выключателей. Указанные логические сигналы используются ЧПУ для автоматической работы электроавтоматики станка и для управления частотным преобразователем с целью обеспечения плавного замедления. Темп плавного замедления, время разгона и торможения, текущая скорость регулируются электроприводом автоматически за счёт специально разработанного программно-математического обеспечения, которое загружено в EEPROM PLC частотного преобразователя. Для надёжного торможения и исключения вращения по инерции вала электродвигателя после его остановки применён асинхронный короткозамкнутый электродвигатель со встроенным электромагнитным тормозным устройством.



Рис. 2 – Структурная схема электропривода механизма транспортировки инструмента

Проведённый с использованием многосвязной математической модели станка и имитационного моделирования в среде Matlab 6.0 сравнительный анализ показал существенное снижение механических ударов и уровня колебаний в процессе технологической операции автоматической смены инструмента, что говорит о высокой эффективности разработанной САУ электроприводом механизма смены инструмента и необходимости применения её на финишных прецизионных обрабатывающих центрах класса точности С.

Литература:

1. Klaus F. // Wirtschaftlichkeitsrechnung als entscheidungshilfe für die machinenauswahl. Maschinenmarkt-1983/-89 №8 –P114-117