

УДК 621.9.06-192:620.1
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ И
ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ

В.П.ГОРБУНОВ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

При эксплуатации многоцелевых станков с ЧПУ (МЦС) важно обеспечить требуемую точность обработки деталей и сохранять ее в течение заданного периода времени. За межналадочный период работы кроме начальных характеристик станка (геометрической точности, жесткости) на точность обработки главное влияние оказывают процессы средней скорости, которые определяются в основном тепловыми деформациями узлов и механизмов станка, приводящих к изменению относительного положения инструмента и заготовки.

Неравномерность распределения температуры, особенно для базовых деталей станка, колонны и шпиндельной бабки, приводит к линейному смещению оси шпинделя станка, а также к изменению его углового положения. Данная неравномерность изменения температуры характеризуется действием как внутренних источников тепловыделений (процесс резания, электродвигатели, электромагнитные и кулачковые муфты, подшипники, зубчатые зацепления, направляющие и т.д.), так и внешних (тепловая радиация солнечных лучей, освещения, других станков и т.д.).

Данные источники тепловыделений характеризуются не только различной мощностью и длительностью воздействия, а также частотой тепловых воздействий. Поэтому за межналадочный период работы станка процесс изменения относительного положения основных узлов станка под действием тепловых деформаций носит нестационарный характер и численные значения достигают свой максимум, как правило, в момент температурной стабилизации. Это приводит к изменению параметров поля геометрических погрешностей и смещению его начального положения. Данное влияние будет выражаться изменением погрешности позиционирования и погрешностей геометрических параметров, что приводит как к изменению точности выхода рабочих органов станка в запрограммированное положение (при позиционной обработке), так и траектории перемещения рабочего органа (контурная обработка).

Смещения узлов и деталей в станках носят пространственный характер, но для удобства расчетов пространственные размерные цепи приводятся к плоским, выбирая в качестве направлений соответствующие оси координат станка.

Как показывает анализ, при комплексной оценке влияния линейного расширения и углового поворота координатных осей станка, смещения вдоль оси шпинделя от нагрева приводят к малым угловым погрешностям (вне зависимости от ее расположения: вертикальной или горизонтальной) и не учитываются. Для многооперационных станков целесообразно учитывать смещения как вдоль направления координаты «У», так и вдоль направления координаты «Х», когда наблюдается нарушение термосимметричности конструкции вследствие оснащения дополнительными различными энергоёмкими устройствами.

Смещение реальной оси шпинделя за счет угловых тепловых деформаций (неравномерность распределения температур между противоположными стенками колонны, бабки) в большей степени проявляется для станков вертикальной компоновки. Зная точку пересечения физической и реальной осей шпинделя, где погрешности от тепловых деформаций равны нулю, можно, учитывая местоположение бабки, габаритные размеры детали и инструмента, определять для определенной схемы обработки смещения и компенсировать их.

Для определения теплового режима и истинных величин тепловых деформаций во всем диапазоне работы конкретного станка, и для подтверждения полученных тем или иным расчетным методом данных, для их уточнения или оценки полученной ошибки проведены экспериментальные исследования. Данные исследования проведены по методу ускоренных испытаний, который позволяет, при применении общедоступных измерительных средств и на основе измерения только начальных данных за очень короткое время, определить с необходимой достоверностью характер изменения и величины установившихся тепловых деформаций (или температуры) на всех возможных режимах работы.

Экспериментальные исследования влияния теплового режима на точность положения оси шпинделя проводились на примере многоцелевого станка с ЧПУ модели MC12-250. Замеры осуществлялись при помощи измерительного комплекса «Сигнал-1».

Неравномерность распределения температуры на стенках шпиндельной бабки показало, что закон смещения положения оси шпинделя относительно плоскости обработки будет меняться при различных режимах работы и вылете ползуна. От классического экспоненциального, до знакопеременного, с явно выраженным максимумом. Стабилизация установившихся тепловых деформаций наступала за 0,5... 2 часа времени холостого режима работы станка.

Таким образом, используя расчетные методы оценки тепловых деформаций в сочетании с кратковременными определительными испытаниями, можно оценить степень данного влияния на точность обработки и оперативно исправлять погрешности, используя коррекцию системой управления станка.