

ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ НАКЛОННО-ПОВОРОТНЫХ СТОЛОВ 5-ТИ ОСЕВЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Ляшкевич А. С., Лютарович Д. А., Яцкевич О. К.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mtools@bntu.by

***Summary.** Accuracy of machining is directly related to the quality of machine tools. One of the most important factors of accuracy of machine tools is the geometric accuracy and kinematical behaviour of the machine tools. The need for very precise measurements has emerged with evolution of automatic and CNC machine tools. To define and know this characteristic of machine tools standard time consuming measuring procedures have been used. But there are new method. One way for very accurate control of the geometric accuracy of CNC machine tools is to use interferometry measurement methods and laser measuring systems.*

Требования к необходимости достижения изделиями высоких показателей степени идеальности (точности) и ее постоянный рост особенно ярко проявляются в современной промышленности. Металлорежущие станки, технологическое оборудование и системы являются основными средствами производства деталей, поэтому к ним предъявляются еще более жесткие требования по точности, производительности и эффективности [1]. Все большее применение получает пятиосевая обработка, так как предоставляет широкие возможности для сокращения сроков поставки, повышения производительности и увеличения доходности производства. Одновременно повышаются требования к точности обработки на станках данного типа.

Чтобы достигнуть и выдержать точность в диапазоне равным нескольким микрометрам, требуется контролировать погрешности металлорежущих станков. Ошибки, связанные с этими погрешностями (геометрические, кинематические и тепловые погрешности), могут быть значительно уменьшены, но не могут быть полностью устранены. Увеличение точности пятиосевых станков достигается введением специальных конструкторских решений, повышением точности сборки станка, а также применением методов компенсации погрешностей [2].

При позиционной пятиосевой обработке (обработка «3+2») шпиндель или стол поворачивается в ряд дискретных положений, а обработка происходит как набор операций в несколько установов. Основная особенность таких станков: наличие наклонно-поворотного стола или скоростной поворотной шпиндельной бабки. Большое внимание следует уделить проверке точности наклонно-поворотного стола, т. к. он является одним из ключевых узлов для воссоздания обработки «3+2».

Согласно ГОСТ 8-82, точность металлорежущих станков определяется тремя группами показателей: показатели, характеризующие геометрическую точность станков; показатели, характеризующие точность обработки образцов изделий; дополнительные показатели, а именно способность сохранения взаимного расположения рабочих органов станка при условии приложения нагрузки, воздействия тепла, колебаний станка.

К понятию геометрической точности оборудования и отдельных его узлов относится целый ряд параметров (точность позиционирования, повторяемость, люфты, отклонение от круглости, отклонение от перпендикулярности), который за частую характеризует качество его изготовления и сборки.

Геометрическая точность поворотных столов проверяется в закрепленном состоянии на контрольном стенде или на столе металлорежущего станка соответствующего класса точности. Столы подвергают следующим проверкам: прямолинейность рабочей поверхности планшайбы; торцовое биение рабочей поверхности планшайбы; параллельность рабочей поверхности планшайбы основанию стола; радиальное биение цен-

трирующего отверстия планшайбы у поверхности, на расстоянии; точность углового позиционирования планшайбы; точность установки угла планшайбы.

Применяют следующие средства измерения: поверочные линейки, оптические линейки, уровни, механический плоскомер, поверочные плиты, блок плоскопараллельных концевых мер длины; прибор для измерения длин, контрольная оправка, калибратор. Комплексную экспресс проверку станка на геометрическую точность можно провести следящим лазерным интерферометром в соответствии со стандартами ISO 230-2, ISO 230-4 и ISO 230-6, и ГОСТ 22267-76.

Геометрическая точность поворотного стола и станка в целом является важной характеристикой. Проведя диагностику на геометрическую точность можно выявить причины ее снижения, например, износ шарико-винтовой передачи, подшипников, а также изменение геометрии элементов станка.

Однако, оценка геометрической точности станков с ЧПУ, являясь трудозатратной процедурой, не может в полном объеме характеризовать точность обрабатываемых на станке изделий, т. к. проводятся в статическом состоянии.

Измерение обработанных на чистовых режимах образцов является косвенной оценкой этой точности и дополняет указанные проверки. Точность обработки образцов изделий оценивается при следующих проверках: параллельность поверхностей граней образца-изделия; круглость образца-изделия.

Для более полной картины состояния поворотного стола станка, согласно ГОСТ 30544-97 и ISO 230-4 проводят оценку динамической точности. Наибольшую погрешность в общую точность изготовления детали вносят точность перемещения, повторяемость и взаимное расположение осей станка.

Для перемещения по одной оси станок использует только один двигатель, но если необходимо отработать траекторию какой-либо кривой, то задействуется уже две оси. В данном случае конечная погрешность станка будет равна суммарной погрешности перемещений по каждой оси.

На данный момент существуют специальные методики для проведения проверок по параметрам динамической точности.

1. Тест воспроизводимости «3+2» на пятиосевом станке с ЧПУ [3]. Прежде чем выполнять калибровку пятиосевого станка, необходимо убедиться в корректности позиционирования поворотного стола станка относительно осей шпиндельной головки. Для этого выполняют серию измерений сферы в нескольких положениях поворотного стола (позиционные измерения).

2. Измерение точности поворотных осей пятиосевого станка. Данный тест выявляет точность и повторяемость позиционирования поворотного стола. Кроме того, определяется взаимная ориентация поворотных осей станка и их отклонение от заданного направления. Также, выявляется степень биения поворотного стола при вращении.

Идентификация погрешностей в процессе проверки точности наклонно-поворотных столов пятиосевых столов позволяет учесть и устранить те из них, которые связаны с износом или неисправностями. Остальная часть погрешностей может быть учтена и компенсирована в процессе работы.

Методам компенсации погрешностей на сегодняшний день уделяется большое внимание. Эффективная компенсация позволяет производить обработку с высокой точностью. Сущность компенсации погрешностей станка заключается в их измерении, если диагностируется станок, или предсказании в режиме реального времени по математической модели, и основанной на этом коррекции в системе управления или траектории инструмента.

Список использованных источников

1. Кузнецов А. П. Точность металлорежущих станков в ее историческом развитии Часть 1 // Станкоинструмент. – 2017. – № 3. – С. 20–29.
2. Кольцов А. Г., Самойлов В. С. Методы компенсации погрешностей станков с ЧПУ // Омский научный вестник. – 2014. – № 1 (127).
3. Кольцов А. Г., Петухов А. А., Медведюк И. В. Методы автоматизированного обеспечения точности изготовления сложных деталей на станках с ЧПУ // Динамика систем, механизмов и машин. – 2012. – № 2.

УДК 629.13

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Мигур И. А., Петровский В. В.

Минский государственный машиностроительный колледж

e-mail: petrovskijv578@gmail.com

Summary. Many scientists are engaged in the study of theoretical problems associated with the creation of self-propelled multi-drive multi-axle wheeled vehicles of increased cross-country capability. Basically, these studies are carried out in relation to machines with mechanical transmissions. Thanks to the results obtained, a fairly developed segment of all-terrain vehicles, including four-wheel drive, has been formed in the fleet of modern vehicles. In addition, four-wheel drive wheeled tractors, agricultural and special machines have become quite widespread. Almost all of them are characterized by the presence of mechanical transmissions with a step change in gear ratios in gearboxes, as well as the use of either overrunning clutches or differentials (inter-wheel and inter-axle) in these transmissions, which exclude the occurrence of power circulation in transmissions.

Главным недостатком дифференциального привода является потеря проходимости всей машины при нарушении сцепления с дорогой одного из ее ведущих колес. Для исключения подобных проблем предусматривается возможность принудительной блокировки дифференциалов водителем или используются дифференциалы с повышенным внутренним трением.

Очевидно, что использование таких трансмиссий на многоприводных колесных машинах встречает существенные трудности. Перечисленные обстоятельства обусловили появление привода ведущих колес с бесступенчатой регулируемой трансмиссией. В их качестве предлагалось использовать гидрообъемные (далее – ГОТ) трансмиссии.

Из преимуществ ГОТ можно выделить: бесступенчатое регулирование крутящего момента в широком диапазоне и плавная передача его на ведущие колеса; большая свобода компоновки трансмиссии и сравнительная простота подвода мощности к ведущим колесам машины; возможность реверсирования хода машины и регулируемого торможения его ведущих колес без дополнительных устройств; предохранение двигателя и трансмиссии от перегрузок; легкость и простота управления.

Из недостатков ГОТ можно выделить: меньше КПД, чем у механических трансмиссий; -большие габариты при малых давлениях (10...15 МПа) рабочей жидкости и трудность уплотнения при больших давлениях (28...35 МПа); высокая стоимость и сложность изготовления; зависимость КПД от температурных условий.

Однако наряду со всеми преимуществами, ГОТ имеет неустраняемые (или трудноустраняемые) недостатки по сравнению с электрическими трансмиссиями (далее – ЭТ), которая имеет лучшие показатели КПД (до 0,85) в более широком тяговом диапазоне, более простой монтаж элементов. При этом на себестоимость ЭТ оказывает решающее влияние широкое использование цветных и редких металлов и сплавов. Учитывая это, удельная себестоимость ЭТ незначительно превышает удельную себестоимость ГОТ.