

КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ:

ТОЧНОСТЬ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В условиях современного производства в таких отраслях, как общее машиностроение, авиационная, аэрокосмическая и медицинская промышленность, требования к точности и скорости измерений непрерывно повышаются. По этой причине возрастает роль измерительных средств, точность которых должна быть на порядок выше, чем допустимая погрешность. В соответствии с этими тенденциями в последние годы наблюдается стремительное развитие конструкций и технических возможностей координатно-измерительных машин (КИМ).

Ф.И. Горбач, технический директор, ЧП «СпецМаш», г. Черкассы

Английская аннотация

Несмотря на разнообразие моделей КИМ, их можно сгруппировать по типам исполнения.

1. 3D-портальные (фото 1).
2. Стоечные (фото 2).
3. Шарнирно-сочлененные типа «рука» (фото 3).

4. Шестиосевые на основе платформы Стюарта (фото 4).

5. Фото и рентгенографические (фото 5).

6. Лазерные дальнометры с объемным сканированием (Laser Tracker) (фото 6). Непременные требования ко всем измерительным машинам — точность и быстрота измерений, адаптируемость к условиям реального производства, простота в обучении персонала и эксплуатации КИМ. Одними из самых точных — ввиду хорошей сбалансированности конструкции и традиционной кинематики — являются установки портального типа.

По количеству выпускаемых КИМ в Европе несомненное лидерство остается за фирмой Carl Zeiss IMT GmbH (г. Оберкохен, Германия). Среди измерительных машин портального и стоечного типов, выпускаемых этой компанией, особый интерес по соотношению «цена-качество», пожалуй, представляет серия **CONTURA G2**, которая выпускается в трех вариантах исполнения.

Фото 1



Фото 2



Фото 3



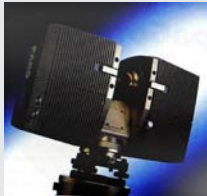
Фото 4



Фото 5



Фото 6



Модель **CONTURA G2 Activ** оснащена измерительной головкой активного сканирования VAST XT (патент Carl Zeiss), позволяющей получать результаты измерений формы и положения. Максимальная длина щупа — 500 мм, что позволяет проводить измерения корпусных деталей с глубоко расположенными элементами.

CONTURA G2 RDS имеет поворотную головку RDS, пассивный сканирующий датчик VAST XXT или бесконтактный оптический датчик ViScan. Поворотная головка способ-

на выполнять разворот вокруг двух взаимно перпендикулярных осей в диапазоне углов $\pm 180^\circ$ с дискретностью $2,5^\circ$. Такая конфигурация сенсорики позволяет проводить измерения элементов во множестве различных угловых положений, а также в деталях с большим количеством отверстий.

CONTURA G2 Direct оснащена пассивным сканирующим датчиком VAST XXT, установленным без поворотной головки. Область применения — контроль небольших деталей с несложной геометрией.

В целом серия **CONTURA G2** имеет пять типоразмеров со следующими диапазонами максимальных измерений по осям X: 700–1000 мм; Y: 700–2100 мм; Z: 600 мм. Погрешность линейного измерения при температуре окружающей среды от +18 до +22 °С составляет MPE 1,8 мкм + L/300 по ISO 10360, а с опцией HTG температурный диапазон измерений расширяется до показателей от +18 до +26 °С.

Стол и направляющая по оси Y в КИМ **CONTURA G2** изготовлены из специального гранита, а направляющие по X и Z изготовлены из специального керамического материала. Портал перемещается на воздушных подшипниках.

В качестве программного обеспечения (ПО) в **CONTURA G2** используется пакет



CALYPSO Software с русскоязычным интерфейсом на базе CAD. Он позволяет составлять и модифицировать программы измерительных операций с визуальной метрологией, оптимизировать последовательность операций, получать высокую производительность для разнообразной сенсорики, использовать разнообразные программные функции, формулы и параметры. Дружественный русскоязычный интерфейс облегчает работу оператору.

Компанией Carl Zeiss также выпускается измерительный комплекс **METROTOM**, который позволяет в автоматизированном режиме осуществлять технологию метротомографии. При ее использовании измеряемая деталь помещается в поле слабого рентгеновского излучения, затем ее рентгеновское изображение фокусируется на специальном экране-приемнике и запоминается в памяти компьютера. Далее деталь поворачивается на небольшой угол, и процесс повторяется до тех пор, пока она не сделает полный оборот. Полученный трехмерный массив данных, содержащий информацию детали, обрабатывается компьютером, визуализируется на экране монитора и содержит полную информацию о геометрии наружных поверхностей, а также о внутренней структуре (имеющих-



ся трещинах, раковинах, пористости). Результаты исследования распечатываются в виде протокола измерений. Установка соответствует директивам радиационной безопасности согласно DIN 54113 для полностью защищенных приборов этого типа.

С помощью комплекса **METROTOM** можно выполнять следующие операции:

- ◆ измерения размеров в диапазоне 300 × 300 × 300 мм;
- ◆ сравнение геометрии изделий;
- ◆ обратный инжиниринг;
- ◆ анализ повреждений и дефектов;
- ◆ анализ пористости;
- ◆ контроль сборки.

Тенденция к миниатюризации многих изделий в таких отраслях, как робототехника или имплантология в медицине, привели к расширению производства микрокомпонентов. По этой причине возрастает потребность в повышенной точности изделий малых размеров, в разработке методик проверки геометрии микродеталей, причем выпускаемых довольно большими партиями. Уменьшение размеров и допусков приводит к более жестким техническим требованиям к измерительным машинам и их сенсорике. Идя навстречу этим тенденциям, фирма Carl Zeiss разработала машину F25 для измерения микрокомпонентов. Расположение ее осей позволяет соблюдать принцип Abbe counterpart на уровне измерительного стола. Оси установлены на аэростатических подшипниках и оборудованы линейными приводами. Машина оснащена одним тактильным и одним оптическим датчиком (камерой слежения). Высокая чувствительность обеспечивается пьезоэлектрическим принципом работы датчика с малым

измерительным усилием, исключая повреждение измеряемой микродетали. Оптическая камера облегчает работу оператора при малых размерах детали и щупа. В качестве программного обеспечения используется метрологический программный пакет **CALYPSO**.

Для изготовления высокоточных медицинских деталей, например, имплантантов для суставов, внутривенных катетеров, а также отдельных видов хирургических инструментов, где качество измерений играет особую роль, применяются новые специализированные КИМ, с CAD-моделированием и программным обеспечением **CAM 10 Studio**. При двухкоординатном контроле оптически проверяют качество изготовления поверхности искусственных суставов, при трехкоординатном — соблюдение заданных размеров.

Однако по технологии производства не всегда нужна микронная точность и не всегда есть возможность использования стационарных КИМ. К примеру, при изготовлении кузовов легковых автомобилей из штампованных элементов неточность готовых деталей может составлять до нескольких миллиметров, а сам процесс сборки требовать периодического контроля непосредственно на месте. Поэтому в сегменте измерительных машин появились мобильные КИМ, обладающие универсальными возможностями, автономностью, простотой в эксплуатации и обучении работе с ними — и притом с более низкой, чем у порталных установок, стоимостью. Таким оборудованием можно проводить 3D-контроль в диапазоне от 0 до 70 м с точностью от ±5 до ±176 мкм. К их числу относятся шарнирно-сочлененные измерительные машины (типа «рука») в 6- и

7-осевом исполнении, а также устройства типа **Laser Tracker** (лазерные КИМ).

Лидером в производстве мобильного координатно-измерительного оборудования, занявшим на сегодняшний день около 80 % мирового рынка, является фирма



FARO Technologies Inc. (США). Например, ее модель Quantum FaroArm позволяет проводить измерения с точностью $\pm 0,025$ мм, Gage Plus — $0,051$ мм.

Применяемая фирмой технология Faro ScanArm предусматривает сочетание датчика Laser Line Probe (LLP) с кинематикой FaroArm, таким образом, получается бесконтактный метод контроля с точностью от ± 53 мкм.

В случае использования бесконтактного метода с лазерной головкой LLP V 3 либо контактного метода с жесткими щупами, оборудование FARO оказывается удобно использовать как для контроля, так и для реинжиниринга производства. Оборудование компании широко применяется в аэрокосмической, автомобильной, судостроительной промышленности — для измерения линейных и угловых размеров, контроля формообразующих поверхностей крупногабаритных изделий с точностью от ± 11 мкм.

Из украинских фирм, предлагающих 3-координатные измерительные машины, только ЧП «СпецМаш» поставляет оборудование собственного изготовления, причем с очень выгодным для отечественных предприятий соотношением «цена-качество». Компания выпускает разнообразные модели КИМ — от настольных, потребителем которых являются метрологические службы заводов, до машин,

предназначенных для работы непосредственно в производственных цехах. Диапазон их измерений по осям: X — 320–600 мм, Y — 320–650 мм, Z — 270–450 мм.

Благодаря качеству обработки основных деталей, получаемых из специального гранита, достигается высокая точность конструкции машин в целом. Применение аэростатических подшипников и сбалансированной кинематики на моделях КИМ 550-Р, КИМ 550 М (А), КИМ 330-РМ позволяет сохранять высокую жесткость и идеальную ортогональность системы координат на протяжении всего срока эксплуатации. В программном обеспечении применена система САА (Computer Aided Accuracy) — компьютерная корректировка ошибок кинематики, что позволяет выдавать точные результаты измерений.

Представленные возможности некоторых ведущих производителей измерительных машин доказывают, что совершенствование КИМ ведется по пути развития точности и скорости измерений, внедрения новых систем сенсорики и адаптроники, реализации концепции открытой архитектуры в программном обеспечении, позволяющей импортировать файлы САПР и формировать программы линейных измерений, создавать единую мультисенсорную измерительную систему с простым и понятным оператору интерфейсом. ☞

ЧП «СпецМаш»

Проектирование и изготовление:

- оборудования для автоматизации производств в машиностроении, пищевой и медицинской промышленности;
- высокоточных позиционеров с использованием линейных двигателей и воздушных подшипников для применения в различных станках и прецизионном оборудовании (лазерные маркировщики, раскройные комплексы);
- координатно-измерительных машин (КИМ).
Конвейерные линии для машиностроительной, химической, пищевой и медицинской промышленности.

НАШИ ЗАКАЗЧИКИ:

- Завод подшипников, г. Луцк,
- Завод подшипников, г. Волгоград,
- ООО ПО им. М.В. Фрунзе, г. Сумы,
- ООО НИИ лазерных технологий, г. Харьков,
- КБ лазерной техники, г. Санкт-Петербург,
- Procter&Gamble manufacturing Ukraine LLC, г. Днепродзержинск,
- ЗАТ Крафт Фудз, г. Киев и др.

**18029 г. Черкасы,
ул. Сумгайтская, 3А
код ЄДРПОУ 32180230
тел./факс: +38 (0472) 588636
моб. тел.: +38 (066) 2955127
доп. тел.: +38 (097) 2986481
sm@neocm.com
www.sm.co.ua**

