

## Современные измерительные системы и технологии автоматизированного контроля размеров в машиностроении

И.В.Сурков,  
директор ЗАО «ЧелябНИИконтроль»

Челябинский Инструментальный Завод основан в 1942 году на базе эвакуированного в годы Великой Отечественной войны московского завода «Калибр». За прошедшие почти 65 лет мы специализируемся на разработке и производстве высокоточных средств измерений линейных и угловых размеров, продолжая лучшие традиции российских инструментальщиков. Завод был и остаётся крупнейшим в России изготовителем качественного измерительного инструмента и приборов.

Анализ современных тенденций развития машиностроительного комплекса показал, что для решения задач по повышению производительности труда, снижению себестоимости производства, повышению качества продукции необходима комплексная автоматизация всех стадий производственного процесса. В условиях быстрой смены номенклатуры выпускаемой продукции наиболее эффективным средством автоматизации становится оборудование с числовым программным управлением (станки, промышленные роботы, координатные измерительные машины и т.д.), особенно при использовании в составе гибких производственных систем (ГПС).

Обеспечение качества выпускаемой продукции в современном многономенклатурном производстве невозможно без гибких систем автоматизированного контроля. Однако, на большинстве машиностроительных предприятий для технического контроля в основном используют ручные не автоматизированные средства измерения и приборы: штангенинструменты, микрометры, микроскопы, контрольно-измерительные приспособления, средства допускового контроля (калибры, шаблоны, скобы) и т.д. Это препятствует гибкой и производительной оценке качества обработанных деталей.

В настоящее время большое число потребителей используют приборы, выпущенные Челябинским инструментальным заводом в 1970-90 годах (большая номенклатура зубоизмерительных, подшипниковых приборов, средств активного контроля, для настройки инструмента вне станка, для контроля резьбы и т.д.). Эти приборы не только морально устарели, но и в результате длительной эксплуатации потеряли свои точностные характеристики. ЧИЗ продолжает выпускать большинство из приборов своей традиционной номенклатуры. Часть конструкций обновлена, но существуют определенные проблемы: крупногабаритное литье для станковых

приборов, устаревшая электроника, узкая специализация (один прибор – один измеряемый параметр).

Произошедший в последние годы рост выпускаемой продукции предприятиями машиностроительного комплекса требует не только обновления парка технологического оборудования, но и закупки новых приборов и систем технического контроля.

Мировые тенденции развития систем контроля и сокращение кадров квалифицированных метрологов и контролеров требуют создания многофункциональных систем и приборов с высокой степенью автоматизации, особенно в области обработки метрологической и технологической информации.

Очевидно, что на машиностроительных предприятиях необходимо внедрять новые методы и средства контроля, в том числе наиболее эффективные на сегодняшний день координатные измерительные машины (КИМ) различных компоновок и типоразмеров. Положенный в основу работы КИМ координатный метод измерения является наиболее универсальным и может эффективно применяться для автоматизированного контроля широкой номенклатуры деталей (в том числе зубчатых колёс различного профиля). Внедрение методики координатных измерений в производство сдерживается из-за ряда факторов:

- Высокая стоимость новой КИМ (100...500 тыс.евро) и программного обеспечения (примерно 10...15 тыс.евро за базовое ПО и по 5...10 тыс.евро дополнительно за каждый специализированный программный модуль, например для контроля резьбы, турбинных лопаток и т.д.).

- Большая часть КИМ и ПО поставляются на наш рынок зарубежными производителями (DEA, Zeiss, Coord3, Delcam и т.д.), что увеличивает время поставки оборудования и запчастей, ставит предприятия России (в том числе оборонные) в зависимость от политической конъюнктуры и законодательных ограничений других государств. В России универсальные КИМ серийно выпускает только одно предприятие: Фирма ЛАПИК (г.Саратов)

- Отсутствие на большинстве машиностроительных предприятиях подготовленных кадров: инженеров-метрологов, контролёров, операторов-наладчиков КИМ. Нет целевых образовательных программ по подготовке и переподготовке специалистов в области автоматизации технического контроля и координатной метрологии.

- Практически отсутствует методическое обеспечение координатной метрологии: стандарты, технические регламенты, методики выполнения координатных измерений типовых деталей.

Очевидно, что для широкого внедрения в производство современных координатных систем и методов контроля необходима координация усилий государственных органов, общественных

организаций, производственных и научных предприятий в рамках общегосударственной программы развития машиностроения и станкостроения. Весь комплекс работ по оснащению предприятий России современными средствами контроля, разработке необходимых стандартов и методик, образовательных программ для подготовки квалифицированных кадров может быть выполнен специалистами ООО НПП ЧИЗ и других отечественных предприятий при соответствующей поддержке государства.

Попытка простого копирования решений и конструкций КИМ зарубежных производителей обречена на неудачу (малые серии и постоянное отставание по времени приведет к высокой себестоимости, более низкому качеству и ограниченной функциональности). Необходимо провести научные исследования и разработать широкую гамму менее дорогих специализированных КИМ оригинальной конструкции, которые можно использовать для решения более узких производственных задач (контроля зубчатых колёс различного профиля, резьбовых калибров, железнодорожных шаблонов и т.д.). Параллельно должна решаться задача разработки программного обеспечения, методики эффективного использования КИМ и подготовки кадров. Для реализации поставленных задач необходимы первоочередные инвестиции в создание научно-производственной базы.

Специалистами Челябинского инструментального завода и ЗАО «ЧелябНИИконтроль» разработаны следующие предложения по выполнению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ:

### **План научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ ЗАО «ЧелябНИИконтроль»:**

1. Разработка модульной многофункциональной координатно-измерительной системы и исполнений на её основе.
  - 1.1. Разработка ручной двухкоординатной системы измерения для контроля резьбовых и гладких калибров. (Прибор 481KM2). 2006 г.
  - 1.2. Разработка ручной трёхкоординатной системы измерения (многофункциональной) для контроля калибров, эвольвентных поверхностей, валов. (НИИК 482). 2006-2007 г.г.
  - 1.3. Разработка автоматизированной трёхкоординатной системы измерения (многофункциональной) для контроля калибров, эвольвентных поверхностей, валов. (НИИК 483). 2007-2008г.г.
  - 1.4. Разработка комплексных систем автоматизированного контроля и управления для станков с ЧПУ (токарных,

сверлильно-фрезерно-расточных, шлифовальных). 2006-2009г.г.

2. Разработка модуля для бесконтактных оптических измерений на базе системы технического зрения. 2007-2009г.г.
3. Разработка базового специализированного программного обеспечения «ТехноКоорд» и дополнительных модулей для контроля типовых деталей и поверхностей. 2006-2008г.г.
4. Разработка новых стандартов, технических регламентов и методик выполнения измерений, утверждение в органах Ростехрегулирования и метрологии.
5. Проведение государственных приёмочных испытаний, утверждение типа разработанных средств измерения.
6. Разработка учебно-методического обеспечения для подготовки и переподготовки квалифицированных специалистов в области координатной метрологии.

При проведении НИОКР необходимо обеспечить универсальность, гибкость, высокую степень автоматизации, многофункциональность конструкций за счет унификации и модульности как при создании механической части измерительных систем, так и при разработке и выборе электронных компонентов и программно-методического обеспечения. Пример: НИИК 01У.

В идеале, необходимо получить набор базовых узлов, механических модулей, электронных компонентов, измерительных головок, энкодеров (в т.ч., сторонних производителей), различных элементов или модулей ПО, и типовых методик для контроля разнообразных линейно-угловых параметров. Из этих модулей должны собираться измерительные системы различного назначения: для контроля зубчатых колес, резьбовых калибров, режущих инструментов и т.д. Основа – это координатный метод измерения.

И снова, особое внимание методическому обеспечению. Стандартов, методик выполнения координатных измерений практически нет. Существует неоднозначность при выборе стратегии измерения, методов аппроксимации результатов многоточечных измерений. Это одинаково сложно как для простых поверхностей (окружность, цилиндр, сфера и т.д.), так и для сложных профилей (эвольвента, резьба).

Нами разработана типовая методика проектирования операций автоматизированного контроля на КИМ основных деталей машиностроения. Главный этап – это анализ геометрических параметров и служебного назначения детали. Это базовая методика хорошо подходит для обучения азам координатной метрологии и ориентирована на контроль, выполняемый на универсальных КИМ. Сами мы таких КИМ не выпускаем.

Поэтому, главное сейчас – подготовка методик для измерений сложнопрофильных поверхностей на наших приборах и системах: резьбовые поверхности, эвольвенты, формообразующие кромки РИ.

В материалах сегодняшней научно-практической конференции мы постарались продемонстрировать наши разработки, организовать обсуждение проблем координатной метрологии.