

## Современные измерительные приборы и системы для автоматизированного контроля линейно-угловых параметров деталей со сложнопрофильными поверхностями

И.В.Сурков,  
директор ЗАО «ЧелябНИИконтроль»,  
к.т.н., доцент, член-корреспондент Метрологической Академии РФ

Челябинский Инструментальный Завод основан в 1942 году на базе эвакуированного в годы Великой Отечественной войны московского завода «Калибр». Вот уже более чем 65 лет ЧИЗ специализируется 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. Сегодня ЧИЗ является основным предприятием промышленного холдинга «Челябинский инструмент». В 2003 году в составе холдинга создан Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств контроля и измерений в машиностроении (ЗАО «ЧелябНИИконтроль»), на который возложено решение задач по конструированию и изготовлению современных приборов и измерительных систем для контроля размерных параметров в машиностроении, приборов автоматического управления ходом технологического процесса, разработке специализированного метрологического программного обеспечения, модернизации (ретрофиттингу) выпущенных ранее приборов и средств измерения, разработке технологии контроля, стандартов, методик выполнения измерений.

Анализ современных тенденций развития машиностроительного комплекса показал, что обеспечение качества выпускаемой продукции в современном многономенклатурном производстве невозможно без гибких систем автоматизированного контроля. Однако, на большинстве российских машиностроительных предприятий для технического контроля в основном используют ручные не автоматизированные средства измерения и приборы, выпущенные инструментальными заводами в 60-80х годах прошлого века (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. Основным сдерживающим фактором так же является узкая специализация этих приборов, т.е. для каждого контролируемого параметра необходимо применять свое средство измерения. Это неудобно и потребителю (необходимо иметь полный комплект разнообразных приборов) и производителю (широкая номенклатура конструкций приборов, выпускаемых неритмично и единичными экземплярами).

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.

Большая проблема возникает при измерениях геометрических параметров прецизионных изделий со сложнопрофильными поверхностями: зубчатые колёса различного профиля, резьбовые калибры, железнодорожные шаблоны, червячные фрезы и т.д. Эти изделия широко используются в производственных цехах и лабораториях машиностроительных предприятий (в том числе, оборонных), в подразделениях ОАО РЖД, на предприятиях металлургии и нефтегазового комплекса. Например, конические резьбовые калибры являются основным средством контроля резьбовых поверхностей элементов буровых колонн и оборудования, используемых при нефте- и газодобыче. От точности резьбовых калибров зависит герметичность соединений и, как следствие, надежность и безопасность работы. Практически 100% ответственных узлов и деталей в подразделениях ОАО РЖД контролируются с помощью широкой номенклатуры железнодорожных шаблонов. Специфика работы вышеперечисленных изделий со сложнопрофильными поверхностями требует контроля их геометрических параметров не только в процессе изготовления, но и в период эксплуатации.

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 со сложнопрофильными поверхностями: зубчатые колеса, червячные фрезы, резьбовые калибры).

В соответствии с планом НИОКР на 2005-2008 гг специалисты ЗАО «ЧелябНИИконтроль» сосредоточили усилия на разработке новой серии многофункциональных измерительных приборов и систем модульной конструкции, предназначенных для высокоточных измерений деталей и инструментов со сложнопрофильными поверхностями, по сути специализированных КИМ.

Для проведения предварительного анализа кинематики приборов, особенностей закрепления различных конструкций и типоразмеров измеряемых деталей произведено компьютерное моделирование вариантов структур и компоновок измерительных систем. Широко использовались принципы сквозного компьютерного проектирования (CAD/CAM/CAE/CALS технологии), выполнялся ретрофитинг существующих конструкций приборов, функциональных модулей и узлов, осуществлялась замена механических модулей мехатронными.

В октябре 2007 г изготовлен опытный экземпляр трехкоординатной многофункциональной измерительной системы НИИК-484 (рис. 1). Прибор предназначен для контроля параметров зубчатых колес, червячных фрез, долбяков. Управление прибором, перемещение узлов осуществляет оператор,

съем измерительной информации, расчеты, оформление протоколов автоматизированы за счет использования ПО «ТехноКоорд».

Закончены проектные работы, идет изготовление узлов и деталей новой координатной измерительной системы с компьютерным управлением НИИК-483 (рис. 2). В приборе, за счет использования приводов Siemens, энкодеров и измерительной головки Renishaw, электронных компонентов и ПО «ТехноКоорд» с дополнительными модулями полностью автоматизирован цикл измерения насадных и валковых зубчатых колес, резьбовых калибров и других высокоточных деталей со сложнопрофильными поверхностями. Сборку, отладку и Госиспытания прибора НИИК-483 предполагается завершить в августе 2008 г.

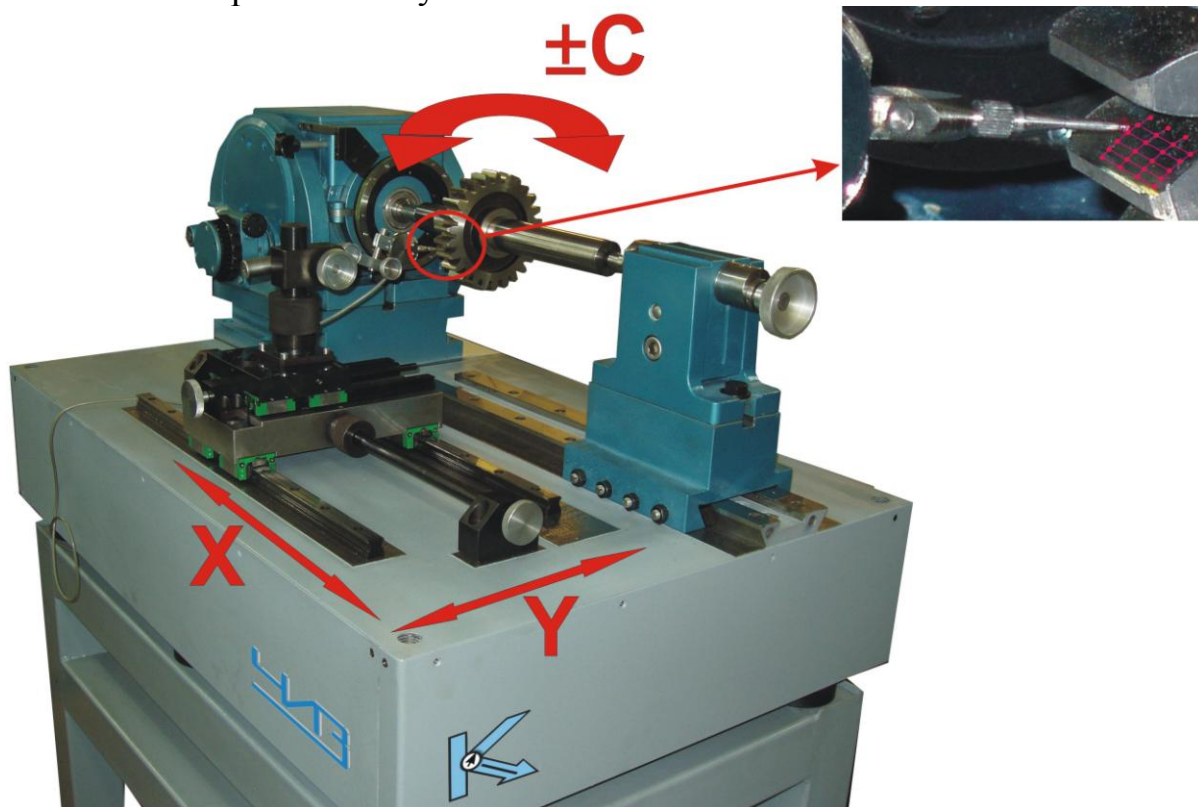


Рисунок 1. Трехкоординатный прибор НИИК-484.

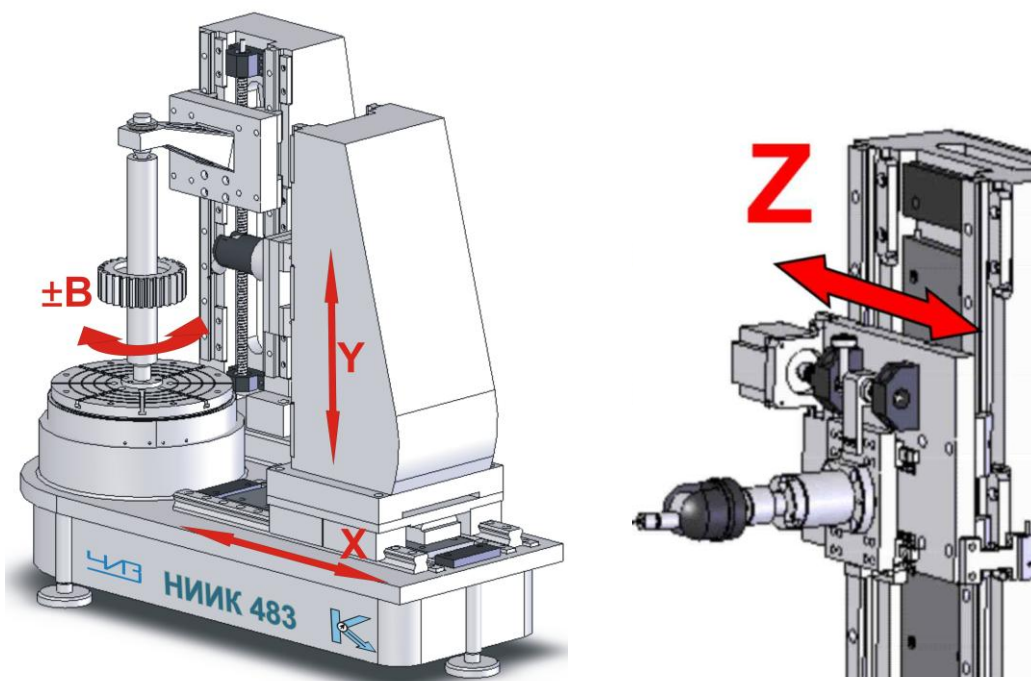


Рисунок 2. Трехмерная модель новой координатной измерительной системы с ЧПУ НИИК-483.

Для обеспечения возможности бесконтактных измерений сложнопрофильных поверхностей (железнодорожные шаблоны, формообразующие кромки режущих инструментов) разработана опико-электронная измерительная система НИИК-890 «ОптИС» (рис. 3). Система может быть использована как самостоятельное средство измерения, так и в качестве дополнительного модуля при модернизации различного измерительного оборудования (микроскопы, координатные измерительные машины (в т.ч. НИИК-701), приборы для размерной настройки режущего инструмента вне станка, навесная система для настройки и диагностики состояния режущего инструмента на станке с числовым программным управлением).

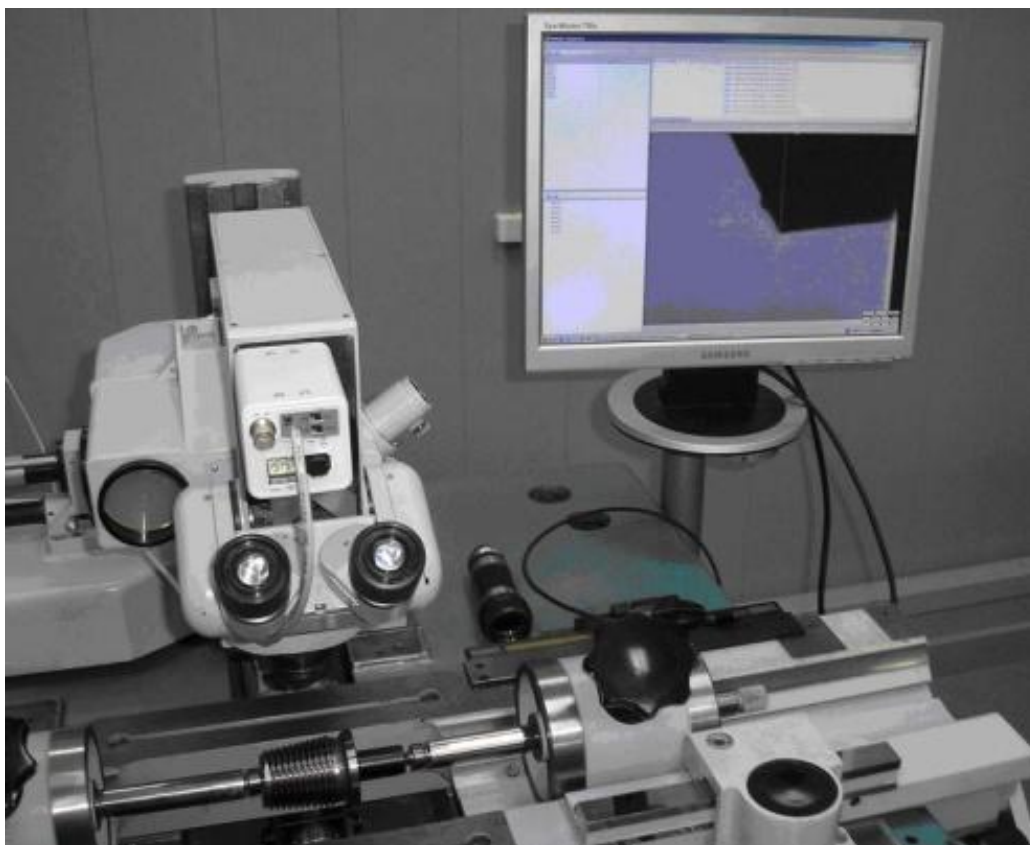


Рисунок 3. Пример модернизации измерительного микроскопа ДИП-3 с помощью системы НИИК-890 «ОптИС».

Одним из важнейших элементов обеспечения качества продукции предприятий машиностроения и приборостроения является эффективная работа служб и подразделений, выполняющих технический контроль на всех этапах производства. Учитывая большой объем необходимых высокоточных измерений и сокращение кадров квалифицированных метрологов и контролеров важной задачей является повышение качества подготовки дипломированных специалистов по машиностроительным специальностям в высших, средних и начальных профессиональных учебных заведениях, на курсах повышения квалификации, в центрах профессиональной переподготовки.

Специалисты ЗАО «ЧелябНИИконтроль» совместно с преподавателями кафедры «Технология машиностроения» Южно-Уральского государственного университета разрабатывают учебные лабораторные комплексы различной сложности и комплектации.

Модульная комплектация лабораторных комплексов, широкий выбор различных вариантов оснащения современными средствами измерения ведущих российских и зарубежных производителей, а также оригинальное учебное оборудование и программно-методическое обеспечение собственной разработки обеспечивает возможность поставки и монтажа «под ключ» готовых учебных лабораторий. Комплектация лабораторий, количество и тематика лабораторных работ зависят от специфики учебных планов и рабочих программ изучаемых дисциплин. Поставки учебного оборудования

осуществляются через Уральский филиал ОАО «Росучприбор» и ООО НПП «Учтех-Профи».

Учитывая, что передовые российские предприятия все в большей степени оснащаются современными многофункциональными измерительными приборами и системами с высокой степенью автоматизации, необходимым элементом обучения студентов машиностроительных специальностей становятся лабораторные работы, на которых они смогут приобрести навыки эксплуатации измерительного оборудования с ЧПУ, проектирования технологических процессов контроля с использованием сложных автоматизированных систем с компьютерным управлением. Для закрепления теоретических знаний, получения практических навыков работы с современными КИМ, изучения их функциональных возможностей разработана учебная координатная измерительная машина НИИК-701 настольного исполнения (рис. 4).

КИМ НИИК-701 может работать в ручном режиме с управлением от пульта (джойстика) и в автоматическом режиме по управляющей программе с помощью специализированного программного обеспечения – «ТехноКоорд».



Рисунок 4. Учебная КИМ НИИК-701.

Более подробную информацию можно получить на сайте [www.toolmaker.ru](http://www.toolmaker.ru) (раздел «ЧелябНИИконтроль») или послав запрос по e-mail: [suiv@toolmaker.ru](mailto:suiv@toolmaker.ru).