

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Кучеренко Н.А., Пикалов Я.Ю.,
научный руководитель канд. тех. Наук Пикалов Я.Ю.
Сибирский федеральный университет

Одной из главных задач любого машиностроительного предприятия является изготовление качественного, конкурентоспособного продукта. Для выполнения данной задачи требуется не только высокоточное и производительное технологическое оборудование, но и современные средства метрологического обеспечения. На сегодняшний день, большинство предприятий развиваются по пути совершенствования станочного парка, не имея при этом, необходимых средств контроля получаемых изделий [1]. Такое одностороннее развитие приводит к повышению объемов производства при низком проценте выпуска бездефектной продукции, что приводит к дополнительным затратам предприятия и как следствие удорожанию конечного продукта.

Выбор необходимых средств измерения (СИ) проводится индивидуально для каждого предприятия с учетом специфики его работы.

В последнее время интенсивно развивается производство бесконтактных средств измерения. Современные технологии производства измерительной аппаратуры обеспечивают создание довольно точных лазерных и оптических приборов. Данное оборудование имеет широкую область применения: машиностроение, авиастроение, строительство, горная промышленность и т.д. Главное преимущество лазерных и оптических измерителей заключается в том, что они позволяют не только контролировать геометрические параметры объектов, но и производить оцифровку объектов с последующим получением его трехмерной модели. На рисунке 1 представлен общий вид лазерного (3D) сканера.



Рисунок 1 – Общий вид переносного лазерного сканера

Не вдаваясь в подробности работы лазера, отметим, что оптические СИ являются менее точными (от 200 до 1000 мкм) в сравнении с лазерными сканерами (от 10 до 100 мкм).

Из контактных средств измерения наиболее распространены стационарные координатно-измерительных машин (КИМ) с числовым программным управлением (ЧПУ), оснащенные датчиками касания. Данное оборудование позволяет проводить комплексный контроль как геометрических характеристик, так и отклонений допусков формы и расположения всех параметров детали. По сравнению с традиционными средствами измерений, стационарные КИМ при высокой точности измерений обладают большей универсальностью, так как возможна их быстрая перенастройка для измерения деталей различной формы [2].

По принципу перемещения рабочей части для измерения КИМ бывают горизонтальные, вертикальные, мостовые, порталные (рисунок 2). КИМ вертикального типа характеризуется наивысшей точностью измерений.



Рисунок 2 – Вертикальная (слева) и портальная (справа) КИМ

Основным недостатком КИМ является их дороговизна. В связи с этим, получить желаемый экономический эффект от столь дорогих измерительных приспособлений в ряде случаев весьма затруднительно [3]. Следует отметить, что высокая точность стационарной КИМ (2-3 мкм) бывает необходима крайне редко. Поэтому такие организации стали проявлять большой интерес к портативным машинам типа «рука».

Такая портативная КИМ имеет конструкцию, схожую с человеческой рукой и состоит из основания (плиты или магнитного основания), которое крепится к любому подходящему месту, и нескольких колен, соединенных между собой шарнирами (рисунок 3). Все перемещения колен и фиксация точки измерения производятся оператором вручную. Автоматизация процесса и измерений осуществляются с помощью специального программного обеспечения.

Современные КИМ типа «рука» оснащены специальным противовесом, который облегчает проведение измерений под любым углом. Система температурной компенсации, технология смены шупов без повторной калибровки способствуют повышению точности измерений. Для материала несущих конструкций выбирается нетермочувствительный углепластик.



Рисунок 3– Портативная координатно-измерительная машина

Точность «руки» зависит от исполнения, количества осей и длины. Чем больше длина руки, тем больше погрешность линейных измерений [4]. Большинство фирм производят КИМ в различных вариантах точностных характеристик, имеющие разную стоимость. Так, портативная рука SimCore 7320 длиной 2 м имеет точность 0,042 мм, а SimCore 7520 аналогичной длины – 0,023 мм. Наиболее высокую точность имеет КИМ FAROGAGE – 0,018 мм при длине руки 1,2 м.

Важное изменение в области координатно-измерительного оборудования, которое можно назвать революционным и непосредственно затрагивающим производственный процесс, связано с появлением измерительных головок, устанавливаемых на станок с ЧПУ вместо режущего инструмента.

Межоперационный контроль позволяет обнаружить дефект детали на различных стадиях ее обработки: проконтролировать базы, припуск под чистовую обработку сложных пространственных поверхностей, предварительно обработанные геометрические элементы. Таким образом, можно практически исключить возможность брака продукции.

Для контроля на станках с ЧПУ с измерительными головками существует специальное программное обеспечение, которое сравнивает полученные координаты точек с математической моделью.

Все современные средства измерений осуществляют контроль посредством персонального компьютера и специального программного обеспечения.

Универсальное программное обеспечения (ПО) совместимо с различными видами средств метрологического контроля. Специальное ПО предназначено для конкретного вида измерительного оборудования.

Для большинства машиностроительных предприятий, имеющих широкую номенклатуру производимых деталей, возникает необходимость их контроля с использованием различных технических средств измерения. В этих случаях, наиболее эффективным является применение универсального ПО, так как приобретение нескольких, различных по области применения специализированных программных продуктов и последующая подготовка специалистов оказываются более затратными.

На сегодняшний день рынок универсального метрологического программного обеспечения успешно развивается. Лидирующими компаниями в данной области являются такие фирмы, как HexagonMetrology, DelcamPLC и др.

Программный продукт PowerINSPECT разработан английской компанией DelcamPLC. Огромным преимуществом данного ПО является возможность произведения сложных измерений с помощью широкого круга оборудования различных фирм-производителей.

PowerINSPECT состоит из нескольких модулей, каждый из которых предназначен для измерений посредством КИМ с ЧПУ, ручных КИМ, портативных КИМ, лазерных сканеров и оптических устройств, станков с ЧПУ. Каждый модуль имеет одинаковый интерфейс, что способствует удобной работе специалиста с разными средствами измерений.

Основным принципом измерений является сравнение результатов измерений с САД-моделью. Также возможен контроль по чертежам детали и по облаку точек, как в режиме реального времени, так и после загрузки данных из файла.

Данное ПО решает широкий спектр задач в различных областях метрологии, машиностроения, авиастроения, автомобилестроения и т.д. Контроль сечений, определение геометрических характеристик и допусков, построение вспомогательных геометрических элементов, добавление комментариев и элементов управления измерительной головкой – это далеко не все возможности пакета PowerINSPECT.

Также PowerINSPECT включает различные модули для базирования деталей и проверки точности позиционирования станка.

Следующим представителем средств автоматизированного контроля является продукт PC-DMIS, разработанный фирмой WilcoxAssociatesInc. (основной разработчик ПО немецкой фирмы HexagonMetrology). Система PC-DMIS обеспечивает пользователей программным инструментарием, который необходим для измерения геометрических параметров объектов на любых деталях при использовании широкого разнообразия измерительных машин.

Как и PowerINSPECT, PC-DMIS включает в себя множество узкоспециализированных модулей. Такой принцип разделения комплекса позволяет выбрать программное обеспечение, направленное на конкретные цели предприятия-заказчика.

Комплекс функциональных возможностей PC-DMIS обеспечивает проведение контактных измерений, режимирирования, моделирования тонкостенных деталей. Применение модуля PC-DMISCAD++ предоставляет пользователям возможность сканирования и измерения произвольных поверхностей (турбинные лопатки, лопасти, пресс-формы, отливные формы), деталей со сложным тонкостенным профилем [5].

К дополнительным модулям относятся: PC-DMISGear (для контроля параметров зубчатых колес), PC-DMISBlade (для анализа измерений параметров лопаток), PC-DMIS

PortableforLaserTrackers (для приемочного контроля с применением лазерных трекеров при трехкоординатной обработке) и т.д.

Программный продукт QUINDOS фирмы HexagonMetrology является мощным аналитическим средством для координатно-измерительных устройств различного типа.

В машиностроительной области данный пакет более подходит для контроля силовых механических передач. Система имеет несколько специальных модулей для контроля геометрической точности различных типов зубчатых колес, червячных передач, коленчатых валов и др. Также QUINDOS применяется в автомобилестроении и авиастроении.

Пакет PolyWorks компании InnovMetricInc (Канада) – программное обеспечение для координатно-измерительных машин и сканеров, являющееся универсальной платформой для проведения измерений и обратного инжиниринга.

Программный продукт имеет модуль IMView, не требующий лицензионного ключа. Данный модуль предназначен для просмотра проектов PolyWorks. Особенно удобен пользователям тем, что позволяет редактировать готовые отчеты и делать дополнительные по любым точкам.

PolyWorks имеет широкую область применения: автомобильная и аэрокосмическая отрасли, судостроение, литейное производство, листогибочное производство, геодезические и проектировочные работы и т.д.

Еще одним мощным универсальным решением в области метрологического контроля является программный продукт Calypso компании CarlZeissAG (Германия).

Компания CarlZeissAG также является разработчиком программного комплекса HOLOSNT. Данное ПО ориентированно на решение конкретных задач предприятия, поэтому HOLOSNT построен по модульному принципу. Он состоит из следующих модулей: HOLOSGeo (для измерения стандартных геометрических элементов), HOLOSLight, HOLOSExtended (для измерения поверхностей произвольной формы), HOLOSDigitize (для оцифровки кривых и плоскостей). В связи с этим, следует заметить, что разделение функций для измерения стандартной геометрии и произвольной формы усложняет задачу контроля сложных деталей, для решения которой необходимо минимум два модуля программы. Поэтому приобретение одного HOLOSGeo является не актуальным.

Проведенный анализ позволяет отметить, что в настоящее время существует огромное количество измерительной техники и соответствующего программного обеспечения, способных решать, как метрологические, так и проектные задачи, а возможность контроля на технологическом оборудовании позволяет повышать качество конечной продукции. С появлением новых разработок, точность каждого из типов оборудования увеличивается, что приводит к постепенной альтернативной замене самых точных на сегодняшний день измерительных машин. Однако, в таких отраслях, как космическое машиностроение, КИМ являются незаменимым средством контроля.

Для того чтобы сделать рациональный выбор, производителям необходимо четко определять цели и ожидаемые результаты от использования конкретного измерительного оборудования.

Библиографический список:

- 1 Зеленин М.В. Место и роль метрологического обеспечения на современном машиностроительном предприятии // Мир измерений. – 2012. – № 7;
- 2 Зорин А., Злотский М., Евченко К. Решения для комплексной модернизации КИМ от компании Delcam и Renishaw // РИТМ. – 2012. – №8;
- 3 Челноков В. – Передовые технологии в области геометрических измерений // САПР и графика. – 2003. – №11;
- 4 Примин А. Измерения на станке // Аппаратные средства. – 2010. – №1;
- 5 Промышленные метрологические решения // Металлообработка и станкостроение. – 2012. – №3.