# Введение

# В данное время в экономике наблюдается тенденция, при которой играет одну из ведущих ролей в управлении производством продукции и ее следующей реализации. В развитых странах управления качеством на предприятии притягивает особое внимание всех подразделов, которые влияют на качество продукции, которая выпускается. Для лучшего взаимодействия и, итак, для более эффективного результата на предприятиях разрабатываются разные подходы к управлению качеством.

Качество продукции (включая новизну, технический уровень, отсутствие дефектов при выполнении, надежность в эксплуатации) есть одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевание и удержание позиций на рынке. Поэтому фирмы уделяют особое внимание обеспечению высокого качества продукции, устанавливая контроль на всех стадиях производственного процесса, начиная с контроля качества используемых сырья и материалов и заканчивая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам не только в походке его испытаний, но и в эксплуатации, а для сложных видов оборудования - с предоставлением определенного гарантийного срока после установки оборудования на предприятии заказчика. Поэтому управление качеством продукции стало основной частью производственного процесса и направлен не столько на выявление дефектов или брака в готовой продукции, сколько на проверку качества изделия в процессе его изготовления.

В наше время для экономического и социального развития страны необходимо кардинальное ускорение научно-технического прогресса на основе широкого внедрения новой техники и технологии, комплексной автоматизации и автоматизации производства и технологических процессов, повышение производительности работы, повышение технического уровня и качества продукции. На современном этапе развития общества решение поставленных задач невозможно без внедрения микропроцессорной техники во всех областях народного хозяйства страны. Применение микропроцессорной техники обеспечивает важный рост производительности работы, улучшение технического уровня и качества продукции, экономию сырья и материалов.

Использование микроэлектронных средств в изделиях производственного и культурно-бытового назначения не только приводит к повышению технико-экономических показателей изделий (стоимости, надежности, потребляемой мощности, габаритных размеров) и разрешает многократно уменьшить сроки разработки и отодвинуть сроки "морального старения" изделий, но и предоставляет им принципиально новые потребительские качества (расширенные функциональные возможности, модификация, адаптивность и т.д.).

За последние годы в микроэлектронике быстрое развитие получило направление, связанное с выпуском микроконтроллеров, которые предназначенные для "интеллектуализации" оборудования разнообразного назначения. Использование микроконтроллеров в системах управления обеспечивает достижение исключительно высоких показателей эффективности. Особой популярностью пользуются 16-разрядные микроконтроллеры MCS-96 фирмы Intel, что нашли применения в промышленности, автомобилестроении, медицине и в бытовой технике разнообразнейший назначения. Их архитектура оптимизирована для систем управления событиями в реальном масштабе времени. Так, например, семейство MCS-96 обеспечивает аналого-цифровое преобразование, широтно-импульсную модуляцию и быстродействующий введение-вывод информации.

Цель данной работы именно в том, чтобы спроектировать автоматизированную систему, которая осуществляет сбор, обработку и сохранение информации с однокоординатного измерительного прибора ОИП-4, что используется для автоматизированной обработки информации в структурно-фазовом анализе образцов металла, которые выплавляются в доменной печи.

1 Характеристики объекта, как элемента автоматизации

## 

## 1.1 Общие сведения об объекте управления

Прибор измерительный однокоординатный ОИП-4 предназначен для измерения линейных размеров разнообразных изделий в прямоугольных и полярных координатах.

Прибор выполнен на базе универсального измерительного микроскопа. При работе на приборе не нужно предыдущей установки образцов микро шлейфов деталей с привязкой к координатным осям. Начало отсчета может быть выбран в любой точке измерительного диапазона. Прибор разрешает измерять всяческие линейные размеры изображений поверхностных образцов металлов.

В основу процесса измерения деталей прибором ОИП-4 положенный координатный метод, который состоит в определении координат точек, которые принадлежат контролируемым элементам объекта измерения, с помощью оптического визирного метода.

Изображение изделия, что измеряется, наблюдается на экране проекционной насадки или в поле зрения бинокулярной насадки. Объединение изображения изделия с изображением штриховых линий сетки визирной системы осуществляется перемещением кареток по координатам Х и У.и защитные стекла 12 в плоскость стеклянной пластины 13 с штриховыми линиями, которые с помощью маховика может возвращаться на 360 .

Конденсир 14, проекционный объектив 15, призма 16 и зеркало 17 проектируют изображения образца 13 на экран 18.

### 1.1.2 Конструкция прибора

Измерительный микроскоп состоит из основания, кареток продольного и поперечного перемещения, вызывающей системы, колонки и осветительного устройства.

Основа представляет собою цельный корпус, несет на себе каретку 64 продольного перемещения, на которой устанавливаются образец, который измеряется и каретку поперечного перемещения. Направляющие и представляют собой твердо закаленные треугольники, по которым перемещаются точные шарикоподшипники кареток.

Каретка 64 продольного перемещения (координаты Х) имеет цилиндрическое направляющая ложе, в которое установленные центровые бабки 68. Каретка 65 поперечного перемещения (координаты В) несет на себе колонку 69 и центральное осветительное устройство. Для закрепления кареток в необходимом положении служат тормозные ручки 70, 71. При отжатых ручках каретки можно легко передвигать вдоль направляющих. Точная подача продольного и поперечного перемещения происходит по помощи микрометрических винтов 72, 73 при закрепленных тормозных ручках.

Визирная система состоит из визирного микроскопа, двух сменных насадок 82 (рис. 2) и проекционной насадки (мал 4) с экраном, которые крепятся в кронштейне 84 (мал 3) винтом 85. Перемещение визирной системы при точном фокусировании отсчитывается по шкале микрометрического винта 87.

Угломерная головка 89 со стеклянной пластиной установленная в верхней части тубуса визирной системы. Штриховые линии стеклянной пластины заметные в поле зрения визирной системы. По перекрестку штриховых линий осуществляется наводка на образец металла. Пластину можно возвращать в границах от 0 до 360 маховиком 90. Вместе с пластиной с штриховыми линиями оборачивается градусный лимб, ось обращения которого совпадает с осью обращения пластины. Изображение штрихов лимба наблюдается на отсчетном экране 91 (рис. 2) одновременно с изображением минутной шкалы.

## 1.2 Технические характеристики объекту

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением (220 +/- 22) В. Потребительская мощность - 1 кВт.

Электропитание прибора осуществляется вилкой кабеля питание с контактом, который заземляет.

Границы измерения длин, мм:

в продольном направлении по координате Х от 0 до 200

в поперечном направлении по координате В от 0 до 100

Границы измерения углов от 0 до 360

Дискретность отсчета, мкм 0,5

Цена распределения:

линейной шкалы стола СТ-23, гг 1

лимба угломерной головки 1

минутной шкалы угломерной головки 1'

Расстояние между центрами центровых бабок, гг 700

Наибольшая масса что измеряется изделия, кг:

на плоском столе 20

в центре 15

Границы основной допустимой погрешности при измерении линейных размеров проекционным методом при температуре (+20 +/- 2) С, гг +/-(0,01 + L/100), где L - номинальная длина в миллиметрах.

## 1.3 Обобщение необходимости автоматизации расчета параметров объекта измерения

Для повышения точности измерения параметров объекта необходимо наличие автоматизированных устройств контроля и измерения размеров обработанных деталей. Применение таких устройств сокращает время обработки данных об объекте, продолжительные простой станков в процессе контроля первой обработанной детали, если перед запуском всей партии необходимо получить результаты измерений ответственных размеров деталей и убедится в правильности составленной программы. Так, простой станков для проведения контроля первой детали доходят приблизительно до 16 часов. Для решения этой проблемы необходимая автоматизация процесса измерения и контроля размеров детали, при этом операция контроля займет лишь несколько минут.

Для измерения плоских изделий проекционным методом происходит сначала грубое фокусирование на изделие к получению приблизительно четкого изображения контура. Дале повышение резкости достигается обращением микрометрического винта. Оператору необходимо точно отрегулировать положения кареток продольного и поперечного перемещения для наведения на точку измерения. На экране микроскопа на объект измерения визуально приводятся штрихи лимба, по которым оператор и определяет координату точки измерения. Полученные данные о координате точки измерения оператор записывает в расчетный лист, дальше за данными о координатах точек измерения объекта осуществляется расчет линейных и угловых размеров деталей. Таким образом высокая точность измерения может быть снижена в результате расчета размеров объекта. Часто нужно точность расчета, который превышает возможности ручной обработки полученных данных. Применение автоматизированного расчета размеров разрешит максимально повысить точность измерений, сократить продолжительность производственного цикла изготовления готовой детали, повысить эффективность производства.

Тем не менее, проектируя данную систему, можно сформулировать основные правила, которых необходимо придерживаться при создании подобных систем управления, так как не следует забывать, что дальше может возникнуть проблема уже другого плана - объединение существующих систем в большую автоматизированную систему управления.

## 1.4 Задачи автоматизации

Основной задачей работы разработка общей структуры промышленной сети программируемых контроллеров в рамках автоматизированной системы расчета параметров объекта.

Естественно, эта непростая задача, так как полная реализация требований по разработке подобной системы связанная с определенной трудностью практической стороны дела и всегда должна конкретизироваться относительно технических требований и возможностей как разработчика, так и пользователя. Поэтому следует заранее оценить все положительные и отрицательные стороны еще в начале работы, поставить цель разработки, ввести некоторые ограничения на выполнение действий.

Сравнивая теоретические возможности использования оборудование в единичном и мелкосерийном производстве с высокоавтоматизированным массовым производством, можно наметить два основных направления повышение эффективности использование оборудование:

1. повышение степени использование всех компонентов производства за счет автоматизации процессов обработки, манипулирование обрабатываемыми деталями и инструментами, транспортирование и складирование, а также переработки информации;
2. повышение "гибкости" оборудование с целью ускорения и облегчение его переналадка.

Для осуществления и решения задачи данной работы и достижение ее цели надо выполнить следующие этапы:

1. проанализировать существующие системы расчета параметров измеряемого образца
2. осветить общие возможности применения для осуществления цели расчета размеров образца металла с использованием современных информационных технологий;
3. разработать общую структуру автоматизированной системы расчета технологии измерения размеров образца металла с использованием компьютерных сетей связи;
4. разработать алгоритмическую основу построения автоматизированной системы на базе информационной обработки данных;
5. осветить особенности практической реализации автоматизированной системы расчета размеров образца металла.

# 2. Выбор структуры системы

## 

## 2.1 Анализ существующих автоматических средств измерения и контроля

Автоматические средства измерения и контроля - неотъемлемая часть технологического процесса. Они должны управлять качеством продукции, которая выпускается, обеспечивать объективность измерений, а также повышать производительность работы.

Средства измерений составляют контрольно-измерительный модуль, связанный с общей системой управления и транспортом и со общей циклограммой работы.

К средствам измерения, которое осуществляет измерение и контроль размеров вне зоны обработка деталей, относят: измерительные преобразователи, приборы и приспособление, контрольно-сортировочные автоматы, измерительно-информационной и измерительно-комплектовочной системы.

Исходные сигналы средств измерений могут быть аналоговыми и дискретными. Аналоговые сигналы могут принимать в определенных границах любое значение, дискретные - имеют некоторое конечное значение, обусловленное квантованием за уровнем.

В зависимости от формы входного сигнала приборы разделяют на аналоговые и цифровые. В аналоговых приборах показания есть непрерывной функцией, и отсчитывается по шкале с помощью указателей. В цифровом приборе исходный сигнал имеет дискретное значение, которое состоит из целого числа элементарных квантов и закодированных в определенном алфавите, а его показание представленные в цифровой форме.

В зависимости от числа контролируемых параметров приборы могут быть одномерными и многомерными. Число контролируемых параметров, а также количество точек, подлежащих измерения, определяется характером работы детали в соединении. Поиск оптимального числа точек, которые измеряются, связанный с отклонением от геометрической формы рабочей поверхности детали и функциональных условий ее работы.

В гибком автоматическом производстве предпочтение отдают многомерным приборам, которые программируются и быстро перенастраиваются. В этом случае разрабатываются гаммы приборов, которые осуществляют измерение группы однотипных деталей.

Контрольно-сортировочные автоматы применяются в многосерийном и массовом производстве. Выпуск контрольных автоматов в последние годы сокращается. Их применение ограничивается контролем деталей сложной формы, собранных узлов (например, подшипников), а также комплексных показателей (например, шумового параметра зубчатых колес). Автоматы для многодиапазонной сортировки широко применяются при селективной сборке узлов.

Координатно-измерительные машины применяются для измерения деталей сложной формы и выпускаются с ручным управлением, с автоматической обработкой результатов измерения, а также с полностью автоматическим управлением, обработкой и регистрацией результатов измерения на машинах, которые печатают, и дисплеях. В особенности эффективно применение координатно-измерительных машин в гибких производственных системах.

Информационно-измерительной системы или комплексы служат для измерения, обработки результатов измерения и формирование измерительной информации с целью использование она для управление производством. Разновидностью таких комплексов есть информационно-комплектовочной системы, в который по результатам измерения машина определяет пар комплектных деталей, которые обеспечивают оптимальное функционирование соединение. Некоторые системы делают так называемую дуплексацию перед сборкой узлов. При этом измеряются детали, которые входят в размерную цепь, и автоматически вычисляются размеры прокладок, которые компенсируют.

Системы измерения и контроля могут быть установлены к технологическому оборудованию, после технологического оборудования и в конце технологического процесса обработки изделий.

Средства, установленные перед технологическим оборудованием, предотвращают попаданию на обработку деталей, которые могут привести к повреждению станка, или подают детали с оптимальным припуском.

При обработке высокоточных деталей наиболее частое осуществляются послеоперационные измерения, по результатам которых деталь направляется в одну из заданных групп или на дальнейшую обработку. При автоматическом производстве по результатам измерения детали выдаются команды на корректирование технологического процесса.

Приемочные измерения и контроль готовой продукции осуществляются в конце технологического цикла, как правило, в отдельных помещениях, где устанавливаются контрольно-сортировочные автоматы, координатно-измерительной машины, и информационно-комплектовочной системы.

При стабильном технологическом процессе ведутся выборочные измерения деталей и статистической обработки результатов измерений. Частота измерения и число деталей в выборке определяются степенью стабильности технологического процесса. При статистическом контроле очень эффективный метод группирования, предложенный И. Г. Фридлендером так как он уменьшает объем вычислительных операций.

Выборочный контроль более всего прогрессивный, тем не менее в многих случаях нужно измерение размеров каждой обработанной детали.

В том случае, если технологическое оборудование не может обеспечить заданное рассеяние размеров деталей, применяется многодиапазонная сортировка.

По степени автоматизации средства измерения подразделяются на ручные и механизированные, полуавтоматические и автоматические. В ручных средствах оператор вручную устанавливает деталь на измерительную позицию, визуально делает отсчет и вкладывает деталь в одну из заданных ячеек или устройств. В механизированных приборах и приспособлениях измерительная информация, как правило, обрабатывается автоматически, поступая на световые или другие устройства, которые регистрируют, а деталь устанавливается вручную. В автоматических средствах все операции транспортирования, измерения, обработки и регистрации измерительной информации целиком автоматизированные.

Подача деталей на автоматическое устройство осуществляется или под действием собственного веса, или принудительно с помощью транспортеров или манипуляторов. Автоматические средства с манипуляторами широко применяются в гибком автоматическом производстве, где их часто называют измерительными роботами или роботами-контроллерами.

В полуавтоматических средствах, как правило, не автоматизированная операция загрузки.

В зависимости от средства отображения измерительной информации приборы подразделяются на те, что показывают, что печатают и что пишут.

По средству передачи измерительной информации средства измерения классифицируются на средства с централизованной линией передачи сигналов измерительной информации и средства с индивидуальными линиями передачи сигналов измерительной информации.

Случайная погрешность измерения (средств измерений) - составной погрешности измерения (средств измерений), что изменяется случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные составные погрешности определяются числовыми характеристиками, которые описываются теорией возможностей. При измерении размеров более всего распространенные такие параметры оценки случайной погрешности: размах, обусловленный как наибольшая алгебраическая разность значений исходного сигнала при многократных измерениях одного и того же значения величины, которая измеряется, и среднеквадратичное отклонение.

Сдвиг уровня настраивания - погрешность, равная разности уровней настраивания за установленное время работы средства измерений. Под уровнем настраивания понимается значение исходного сигнала, который отвечает значению величины, которая измеряется, по котором происходило настраивание.

### 2.2 Показатели качества продукции

#### 2.2.1 Стимулирование повышения качества

### Количество и качество выпуска продукции - два взаимозависимых показателя, однако в практике планирования и оценки деятельности предприятий они далеко не равноправные. Если состоялось нарушение плановых задач по объему продукции или ее основной номенклатуре, то в действие немедленно вступают экономические и административные санкции. Иначе происходит, если коллектив предприятия продолжает выпускать устаревшие модели. В этом случае санкции не применяются, за исключением разве лишения премии руководителей предприятий.

### Действующие в данное время экономические условия стимулируют внедрения более дешевых производственных решений, но далеко не всегда самых экономических с точки зрения народнохозяйственной экономии. Экономия в производстве носит временами мнимый, внешний характер, поскольку она в много раз перекрывается дополнительными эксплуатационными затратами, лишними затратами металла на сменные детали и т.д..

### Некоторые предприятия ради снижения себестоимости производства приносят в жертву интересы качества.

### Существующая практика ценообразования грунтуется на возмещении затрат на производство, но не возмещает затрат на повышение качества. Правда, в ряде случаев прейскуранты предусматривают надбавки к оптовой цене за повышение качества, но это обусловлен возле требований, что тяжело выполнить.

### Рассмотрим экономические следствия улучшения качества серийной продукции, начатого по инициативе коллектива предприятия. Улучшение качества, обычно связанное с дополнительными затратами, вызвало доныне превышение плановой себестоимости с всеми текучими моральными и материальными следствиями. Ведь превышение плановой себестоимости неминуемое приведет к невыполнению плана прибыли, а значит, к уменьшению или лишения поощрительных фондов и премий. Превышение плановой себестоимости ухудшало и другие технико-экономические показатели (производительность работы и т.д. ), а главное, приводило к перерасходу фонда заработной платы.

### Все затраты, связанные с нарушением гарантий, целесообразно выделять в калькуляции себестоимости продукции и включать их в непроизводительные затраты. Неверно включать эти затраты у потери от брака, как это предусматривает новая инструкция по планированию, учету себестоимости продукции в машиностроении. Выделение потерь по гарантиям будет оказывать содействие борьбе за повышение качества продукции.

### Предприятие, которое выпускает продукцию повышенного качества, должно не только иметь возможность покрывать дополнительные затраты на производство тогда, если это целесообразно для народного хозяйства, но и иметь повышенную рентабельность. Для этого можно использовать надбавки к действующим отпускным ценам. Такие надбавки существуют по ряду изделии, следует только расширить и упростить их применение.

##### 2.2.2 Показатели качества продукции

Показатели качества строго индивидуальные и целиком определяются потребительным назначением продукта. Тем не менее возможное создание сведенных показателей, которые показывают не абсолютное, но относительное изменение качества.

Для определения сведенных показателей качества продукцию машиностроение целесообразно подразделить на двух групп. Первая группа это не возобновляемые виды продукции, качество которых можно оценить одним главным показателем. Конечно, это не значит, что для изделий данной группы другие показатели качества не имеют значения. Однако избранный главный показатель как бы синтезирует ряд технических характеристик и потому может быть принятый как единый показатель качества.

Вторая группа - это те виды продукции (а их подавляющее большинство), качество которых определяется системой показателей (производительность, себестоимость эксплуатации, затрата энергии или горючего, надежность, долговечность и т.д. ).

Применение сведенных показателей качества разрешит оценивать выполнения плана и делать подсчет достигнутой экономии для премирования, с учетом не только количества выработанной продукции, но и ее качества.

Для этого, рядом с существующими, предлагается применять следующие дополнительные показатели.

Применение этих показателей разрешит объективно оценить результаты работы коллектива по повышению качества продукции. В тех случаях, если увеличение затрат на изготовление продукции приводит к повышению качества, необходимо, чтобы численное значение удельной себестоимости снижалось. Только в этом случае будет обеспеченное получение народнохозяйственной экономии.

2.3 Технический контроль и метрологическое обеспечение производства

2.3.1 Место технического контроля в системе управления производством

Техническим контролем называется проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит его качество, установленным техническим требованиям.

Отсюда вытекает, что объектами технического контроля в производстве могут быть:

Во-первых - овеществленные исходные, промежуточные и конечные результаты производственных процессов, например сырье, материалы, которые комплектуют элементы, заготовки, детали, сборочные единицы и готовые машины, то есть потребляемая, изготовленная и продукция, которая выпускается предприятием,; во-вторых - составные. производственный процесс основные, вспомогательные и подготовительные технологические операции.

Технический контроль имеет главную цель: обнаружить разные дефекты и предотвратить появлению и выпуску брака.

Для объектов первого вида дефектами будут отступления от требований нормативно-технической документации (стандартов, технических условий, рабочих черчении, описаний и др.), а для объектов второго вида - отступления от требований технологической документации.

Таким образом, главными задачами технического контроля следует считать своевременное выявление дефектов в объектах контроля и предотвращение выпуска предприятием продукции, которая не отвечает установленным требованиям. В этой связи необходимо подробно рассмотреть место и роль технического контроля в системе управления качеством продукции в производстве. При этом можно воспользоваться сроками и обозначениями, принятыми в общей теории управления: Рiф — текущее значение одного из параметров, которые характеризуют фактическое состояние объекта управление, в данном случае одной из производственных операций; Рin — номинальное значение этого параметра, заданное программой управления (нормативно-технической или технологической документацией); a— предельное допустимое отклонение значение параметра Рi от номинального значения.

Разность:

DRи = Рiф - Рin

есть основанием для изготовления управляющее решение по результатам технического контроля. Если придерживается неравенство:

DRи<a,

это управляющее решение должно быть направлено на поддержку существующих (фактического) состояния объекта управления. В противном случае это решения должно предусматривать такое управляющее влияние на объект управления, которое восстановит условие.

На службу технического контроля предприятия полагаются следующие три основных функции: получение достоверной и точной информации о значении параметров Ріф; определение величины и знака DRі; передача соответствующего сообщения управляющему органу (подраздела предприятия, в компетенцию которого входит принятие управляющего решения) для изготовления обоснованное управляющее решение.

Как самое изготовление управляющее решение, так и следующая команда, которая предусматривает реализацию намеченного управляющего влияния, не должны входить в компетенцию службы технического контроля. Однако работники этой службы могут привлекаться к изготовлению управляющих решений путем консультаций работников управляющего органа или выдачи им своих рекомендаций.

На практике на состояние объекта управления влияют не только целенаправленные управляющие влияния, но и препятствия. КР последнего относятся разные факторы стохастического характера, которые вызовут недопустимые отклонения значений Ріф от Ріn. Препятствиями могут быть, например, ошибки работников, неисправности технологического оборудования и т.д. Наличие препятствий и обуславливают возникновение дефектов в изготовленной продукции.

Следует иметь в виду, что любая организационно-техническая система имеет свойство инертности, что может быть количественно охарактеризован интервалом времени между моментом нарушения неравенства и моментом его восстановление в результате реализации управляющего влияния. Этот период времени обозначают через TS. Чем больше величина TS, тем выше инертность рассмотренной системы, та ниже оперативность управления ею, тем хуже стойкость ее функционирования.

В общем случае

TS=То+Тпд+Твр+Тпк+Тр,

где То — время, необходимое для выявления отклонения значения Рiф от Pin , а также определение величины и знака DRи;

Тпд — время, необходимое для кодирования и передачи сообщения управляющему органу;

Твр — время, затрачиваемый на изготовление и принятие управляющего решения;

Тпк — время, необходимое для кодирования команды, его передачи и превращение сигнала в управляющее влияние;

Тр — время реализации управляющего влияния.

Если обозначить сумму первого и второго членов правой части уравнение через Ттк, а сумму третьего и четвертого через Туо, то

TS=Ттк+Туо+Тр.

В уравнении величина Ттк характеризует инерционность технического контроля, величина управляющего органа, Туо - инерционность управляющего органа, Тр - инерционность объекта управления.

В уравнении величина Ттк характеризует инерционность технического контроля, величина управляющего органа, Туо - инерционность управляющего органа, Тр - инерционность объекта управления.

Уравнение показывает место и разрешает проанализировать роль технического контроля в системе управления производством.

Если сумма Туо + Тр существенным образом превышает величину Ттк, то оказываются довольно ограниченной возможности повышение эффективности (оперативность) управления производством путем дальнейшего сокращения времени проведение технического контроля. Если же сумма Туо + Тр меньшее Ттк или сравнимая с ею, то следует сосредоточить внимание на совершенствовании методов технического контроля. При этом представляется возможным значительно повысить эффективность управления производством за счет снижения величины Ттк.

Таким образом, операции технического контроля входят в процесс производства как его неотъемлемая и важная часть, а именно, как часть, которая поставляет информацию, необходимую для управления данным производством.

За последние годы получили широкое развитие математические исследовательские приемы организационно-технических управляемых систем. К числу таких методов относятся:

1. методы общей теории управления, которые определяют основные принципы подхода к анализу управляемых систем;
2. исследовательские приемы операций, на основе которых можно выработать управляющее решение, оптимальное в конкретной ситуации;
3. методы статистического анализа, контроля и регулирования процессов, в которых важную роль играют препятствия случайного характера;
4. методы статистического моделирования с помощью ЭВМ, которые разрешают полно учесть те факторы, которые обуславливают функционирование сложных систем управления;
5. методы теории чувствительности и стойкость, которые разрешают разработать общие мероприятия по повышению стабильности функционирование сложных систем.

Этот далеко не полный перечень показывает, что для анализа современных организационно-технических систем, а также для разработки практических рекомендаций из эффективного управления ними и, в частности, по повышению эффективности методов контроля в данное время имеется довольно солидная научная основа, которая продолжает интенсивно развиваться.

Роль технического контроля в обеспечении качества продукции, которая выпускается. Качество продукции, которая выпускается машиностроительным предприятием, зависит от следующих пяти факторов:

1. качества нормативно-технической (в том числе, конструкторской) документации, которая устанавливает параметры готового изделия, его деталей и сборочных единиц;
2. качества технологической (включая контрольную) документации, которая устанавливает методы (приемы) изготовление и контроля продукции, а также регламентирующие технологические параметры;
3. качества технологического оборудования и оснащения в части обеспечения точности и стабильности технологических операций;
4. качества трудовой деятельности изготовителей продукции (включая контроллеров) в части соблюдения ними установленных требований к изготовленной продукции, процессам ее изготовления и контроля;
5. качества сырья, материалов, которые комплектуют элементов и инструмента.

По результатам технического контроля может быть принятое решение, которое предусматривает непосредственное управляющее влияние только на последние трех факторы, поскольку первые два не являются объектами технического контроля. Поэтому приведенная высшее формулирование главной задачи технического контроля предусматривает предотвращение выпуска продукции, которая не отвечает установленным требованиям, а не предотвращение выпуска недоброкачественной продукции. Если требования, установленные нормативно-технической и технологической документацией за какими-то причинами оказались не оптимальными, то соблюдение этих требований не сможет обеспечить выпуск доброкачественной (с оптимальным уровнем качества) продукции, и даже самый строгий технический контроль не сможет исправить такое положение.

На машиностроительном предприятии, как правило, осуществляются следующие виды технического контроля:

1. входной контроль предприятий-поставщиков сырья, которые поступают на данное предприятие от, материалов, которые комплектуют элементов и инструмента;
2. контроль технологического процесса, объектами которого есть вспомогательные, подготовительные и основные технологические операции; -операционный контроль заготовок, деталей, сборочных единиц и других видов изготовленной продукции после завершения одной или нескольких промежуточных технологических операций;
3. приемочный контроль готовых изделий перед выпуском их данным предприятием;
4. инспекционный контроль.

Первые три вида технического контроля носят явным образом выраженный профилактический характер. Они ставят своей конечной целью своевременно найти и в следующем предупреждать дефекты. Четвертый вид технического контроля имеет целью предотвратить выпуск предприятием и снабжение потребителям продукции, которая не отвечает установленным требованиям. Этот вид контроля имеет также некоторое профилактическое значение, так как брак одной партии изделий служит сигналом для принятия предупредительных мер при изготовлении следующих партий путем вмешательства в процесс производства.

Последний вид технического контроля предусматривает повторную проверку проконтролированного прежде объекта с целью оценки, качества прежде выполненной контрольной операции.

Дефекты продукции классифицируют в соответствия ГОСТ.

По причине возникновения дефекты разделяют на конструктивные и технологические. Первые возникают вследствие несоблюдения требований технической задачи на разработку изделия или требований правил его разработки (проектирование), вторые - вследствие нарушения при изготовлении продукции требований нормативно-технической или технологической документации.

В зависимости от возможности выявления дефекты разделяют на явные и скрытые. Явным называется дефект, для выявления которого контрольной документацией предусмотренные соответствующие правила, методы и средства. В продукции возможное наличие дефектов, для выявления которых в контрольной документации не установленные правила, методы и средства контроля. Такие дефекты называют скрытыми.

Много явных дефектов обнаруживаются при визуальном (внешнем) обзоре. Однако, если контрольной документацией предусмотренная проверка отсутствия того или другого дефекта прибором (включая приборы интроскопии), инструментом или путем разборки контролируемого изделия, то такой дефект относится к категории явных, несмотря на невозможность его визуального выявления.

Скрытые дефекты, как правило, обнаруживаются после поступления продукции к потребителю или при дополнительном, раньше не предусмотренном контроле.

По степени влияния на эффективность следующего использования продукции дефекты можно разделить на критические, значительные и малозначащие.

Если дефект не делает важного влияния на использование продукции по назначению и на ее долговечность, то он относится к малозначащих.

Чтобы не пропустить критический дефект, технический контроль продукции должный быть сплошной, а иногда даже неоднократным.

Проверку отсутствия значительного дефекта можно осуществлять путем выборочного контроля только при довольно низком значении риска потребителя. Отсутствие малозначащего дефекта может контролироваться выборочно при относительно высоком значении риска потребителя.

При необходимости может вырабатываться более детальная классификация дефектов по степени их влияния на эффективность следующего использования продукции.

2.3.2 Виды и методы технического контроля

Виды технического контроля в зависимости от его применения к разным объектам производства приведенные в многих источниках. Здесь затронем только видов технического контроля в зависимости от возможности следующего сохранения пригодности проконтролированной продукции. За этим признаком необходимо различать контроль, который разрушает, при котором может нарушиться пригодность продукции к ее использованию по назначению, и что не разрушает, при котором такая пригодность продукции не должна подниматься.

Очевидно, что сплошной контроль может быть только не разрушает и рядом с выработанным визуально техническим обзором продукции должный предусматривать использование средств интроскопии или разработка сложных изделий.

В зависимости от характера поступления информации технический контроль бывает беспрерывным, при котором информация о контролируемых признаках (характеристиках, параметрах) поступает непрерывно, и периодическим, при котором такая информация поступает через установленные интервалы времени.

От технического контроля следует отличать испытания, под которыми понимается осуществляемое по определенной программе экспериментальное определение характеристик объекта испытаний как результата влияния на него при его функционировании или при моделировании объекта. Так, выявление внутренних дефектов материала с помощью ионизирующего излучения есть техническим контролем, а определение влияния такого излучения на характеристики материала представляет собой его испытания.

Испытания объекта, проведенные для контроля его качества, называются контрольными испытаниями. К числу контрольных относятся, например, испытания материала на прочность с определением его механических характеристик и сопоставлением их с технической документацией.

При массовом производстве сплошной контроль в ряде случаев обнаруживается экономически нецелесообразным и приходится прибегать к выборочному контролю.

Эффективность выборочного контроля обуславливается использованием при его осуществимые системы проверок, основанной на математико-статистических методах. Такие методы разрешают выносить правильный вывод о качестве больших массивов продукции по результатам проверки ограниченного количества его единиц. Это дает возможность значительно сократить трудоемкость и продолжительность контрольных операций, то есть понизить величину Ттк.

Математико-статистические и вироятные методы технического контроля делятся на статистический анализ точности технологического процесса; статистическое регулирование технологического процесса; статистический приемочный контроль качества продукции.

Статистический анализ точности технологического процесса вырабатывается с целью определения возможностей обеспечить изготовление продукции стабильного уровня качества. Он осуществляется путем определения параметров выполняемой технологической операции (или группы таких операций) с следующей обработкой результатов наблюдений и оценкой показателей точности технологического оборудования.

Статистическое регулирование технологического процесса осуществляется путем выборочного контроля изготовленной продукции с целью обеспечения необходимого уровня ее качества и предупреждение брака. При этом систематически ведутся контрольные карты, которые разрешают в любой момент оценить состояние технологического процесса, который обуславливает значение того или другого параметра продукции, а в случае выхода этого процесса за границы регулирования, сделать его корректирования.

2.3 Основные требования к автоматизированным средствам измерения и контроля качества продукции

К современным автоматическим средствам измерения подаются высокие метрологические и эксплуатационные требования.

В первую очередь средства измерения должны обеспечить высокую производительность измерений, не снижая производительность технологической обработки деталей. В последние года созданные средства, которые обеспечивают производительность 20 000-40 000 деталей в время.

Средства измерений и контроля должны иметь оптимальную точность. Известные средства, в которых соответственно требованиям производства, погрешность измерения должна составлять 0,05-0,1 мкм. Тем не менее повышение точности должно быть оправданно экономическими показателями так как с повышением точности измерений значительно увеличивается стоимость изготовления средств измерений, их эксплуатации.

Исключительно важным требованием есть обеспечение профилактики брака. В связи с этим средства измерений должны формировать информацию для влияния на технологические процессы по результатам измерений и контроля. Поэтому измерения необходимо делать как можно ближе к тому месту, где появляется погрешность изготовления деталей. .

Местоположение средства измерений и выбор размеров, которые измеряются, обуславливаются требованиями производства и тесно связанные с технологическим процессом. Во всех случаях нужно стремиться к уменьшению объема измерений, обеспечивая стабильность технологического процесса. Прежде всего необходимо измерять или контролировать те параметры и размеры, которые неустойчивые, делают решающее влияние на функционирование объекта измерений, по результатам измерения которых можно влиять на качество изготовления деталей.

В современных средствах измерений должны предполагаться возможности сочленения их с микропроцессорами, ЭВМ, АСУ, печатными машинами, дисплеями и пишущими приборами, а также возможность применения средств измерений в гибком автоматическом производстве. Поэтому они должны иметь аналоговый выход и выход в коде, владеть оперативной переналадкой диапазона измерений, цены или дискретность отсчета и алгоритма работы, а также иметь регулированные и сменные устройства для быстрой переналадки при переходе на другой тип детали, то есть средства измерений должны быть гибкими.

Гибкость - одно из самых сложных и противоречивых понятий в общей концепции гибкого производства. Степень гибкости можно определить разнообразием деталей, которые измеряются, а также числом задач, решаемых средством; производительностью настраивания и переналадка при переходе на другой типоразмер детали; возможностью подключения средства к разнообразным интерфейсным устройствам.

Для обеспечения лучшего собирания соединенных деталей измерение размеров этих деталей должно делать с учетом отклонений формы поверхностей, которые соединяются.

Каждая характеристика средств измерений должна воссоздавать определенное физическое свойство и быть проверяемой с минимальными затратами. Необходимо помнить, что завышение характеристик вводит в непроизводительные расходы, а занижение метрологических характеристик - к увеличению фактического брака. Характеристики должны быть стабильными в времени и минимально изменяться под влиянием величин, которые влияют и приводят в негодование. С помощью микропроцессорной техники возможно уменьшить влияние факторов, которые приводят в негодование, и систематических погрешностей, а также исключить грубые погрешности.

Для обеспечения заданных метрологических характеристик средства измерений должны эксплуатироваться при условиях (температурном режиме, равные вибраций и т.д.), обсужденных в паспорте.

При конструировании средств измерений должны быть обеспечены: удобство, и простота настройки, переналадка, регулирование и обслуживание; доступность использования регулировочных и сменных элементов; удобство установки (загрузка) и снятие (разгрузка) деталей, которые измеряются, а также высокая надежность работы .

2.4 Разработка общей структуры автоматизированной системы измерения

2.4.1 Микроконтроллер семейства MCS-96, как основа организации автоматического расчета параметров объекту измерения

В семейство MCS-96 фирмы Intel (иногда будет использоваться и название 80C196) входит более 30 разновидностей микроконтроллеров. Это 16-разрядные, быстродействующие ИС высокой степени интеграции, ориентированные на решение задач управления процессами в реальном масштабе времени. Типичные области применения для этих микроконтроллеров - управление двигателями, модемы, безюзовые тормозные системы, контроллеры жестких дисков, медицинское оборудование.

История MCS-96 насчитывает более 12 лет. За это время специалисты фирмы Intel увеличили адресное пространство с 64 КБайт до 6 Мбайт, повысили тактовую частоту с 10 до 50 МГц, улучшили быстродействие в 16 раз и добились понижения цены на базовый кристалл\* примерно в 4 раза. Микроконтроллеры 80C196 фактически стали индустриальным стандартом для 16-разрядных встроенных систем управления, обеспечивая сочетание высоких технических показателей и экономической эффективности. Например, именно благодаря этим микроконтроллерам, установленным в системе управления зажиганием, специалистам концерна Ford удалось существенно снизить потребление топлива, уменьшить выбросы вредных веществ и одновременно повысить скоростные характеристики своих машин.

Более семи лет мы занимаемся инструментальными средствами для 80C196 и консультациями по вопросам разработки устройств на их базе. И за это время мы убедились, что 80C196 можно с успехом использовать и для 8-разрядных задач, и для задач, требующих низкого энергопотребления, но, как правило, разработчики контроллеров предпочитают использовать уже хорошо известные микросхемы (обычно, это 8051). При этом они зачастую руководствуются не совсем верной информацией о 80C196. Например, высокое быстродействие, свойственное 80C196, связывается с высоким энергопотреблением, но это, не всегда так.

С одной стороны, использование хорошо знакомых микросхем при разработке новых изделий - это проявление рационального, инженерного мышления. Такой подход позволяет быстро и с небольшими затратами создавать различные варианты контроллеров, пригодные для решения однотипных задач. Но с другой стороны, каждый разработчик должен понимать, что требования к системам управления непрерывно растут, и обязательно настанет момент, когда нужно будет отказаться от устаревшего микроконтроллера и применить более современный.

Такой переход психологически труден, особенно для разработчиков аппаратуры, которые отличаются определенной консервативностью. Было время, когда считалось, что и на 8048 можно сделать практически все, что нужно, и часто с ходу отвергалась новая в то время архитектура 8051. В то время многие предпочитали "накручивать" аппаратуру вокруг 8048, вместо того, чтобы воспользоваться тем, что уже находится внутри кристалла 8051.

Микроконтроллеры 80C196 могут рассматриваться как расширение архитектуры 8051, но лишь весьма приближенно. Часто удивляет, когда приходится сталкиваюсь с мнением, что "80C196 - это усовершенствованный 8051". Кристаллы 80C196 имеют другую - и намного более удобную - систему команд, другую организацию памяти, другую систему прерываний. Если быть кратким, то это просто иная, причем более современная архитектура, чем 8051.

80C196 напоминает швейцарский нож - он содержит практически все, что может понадобиться при разработке контроллера. Судите сами: АЦП, устройства ввода и вывода импульсных сигналов, несколько таймеров, ШИМ-генераторы, большое количество обычных портов ввода-вывода, гибкая система прерываний, сторожевой таймер - вот неполный список основных компонентов базовой архитектуры MCS-96. Единожды разобравшись в архитектуре MCS-96, инженер получает в свое распоряжение семейство кристаллов, которые с успехом решают сегодняшние задачи, и вполне пригодны для решения более сложных задач будущего.

Рассмотрим технические характеристики "классического" кристалла MCS-96 - 80C196KB, а затем предложим Вашему вниманию сравнительную таблицу по всем основным кристаллам семейства

1. Краткая техническая характеристика кристалла 80C196KB

ЦПУ На частоте 16 МГц ЦПУ выполняет 2 млн. оп/с при выполнении элементарных операций над знаковыми/беззнаковыми данными длиной 1 или 2 байт. Для этих чисел имеются также и операции умножения и деления (быстродействие: 580 тыс. умножений/сек, 330 тыс. делений/сек).

ПАМЯТЬ И ВНЕШНЯЯ ШИНА ЦПУ имеет одно адресное пространство размером 64 Кбайт, в котором находятся регистры общего назначения (232 байт), регистры спец назначения, встроенная программная память (если имеется), внешняя память для программы и данных. У версии со встроенным ПЗУ (87C196KB), ПЗУ имеет объем 8 КБайт и оснащено защитой от несанкционированного доступа. Контроллер памяти работает с 8- и 16-разрядной внешней шиной, причем ширина шины может динамически переключаться, можно вводить циклы ожидания.

ПРЕРЫВАНИЯ 28 источников запросов, 16 векторов и 16 приоритетов.

ТАЙМЕРЫ Два 16-разрядных таймера TIMER1 и TIMER2 обеспечивают синхронизацию работы устройства ввода-вывода импульсных сигналов (HSIO, High Speed In/Out unit) с реальным временем и внешними событиями. TIMER1 синхронизируется изнутри, тогда как TIMER2 синхронизируется снаружи.

ЦИФРОВЫЕ ПОРТЫ Имеется шесть 8-разрядных портов ввода/вывода цифровых сигналов.

Таблица 1- Порты ввода-вывода

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| тип линии порта | количество в порту: | | | | | | всего |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | HSIO |  |
| двунаправл. |  | 8 | 2 | 8/0 | 8/0 | 2 | 28/12 |
| только вход | 8 |  | 4 |  |  | 2 | 14 |
| только выход |  |  | 2 |  |  | 4 | 6 |
| порты 3 и 4 заняты если используется внешняя шина | | | | | | | 48/32 |

ИМПУЛЬСНЫЙ ВЫВОД И ВЫВОД (HSIO) Одно из самых мощных встроенных устройств 80C196 - устройство генерации импульсных сигналов (HSO Unit). Его функция - выполнять различные действия в заранее запрограммированные моменты времени с минимальным контролем со стороны ЦПУ. От ЦПУ требуется только указать, что сделать, и в какой момент времени (время отсчитывается по т.н. ссылочному таймеру - TIMER1 или TIMER2). Помимо генерации сигналов, HSO одновременно может выполнять функции 4-х дополнительных таймеров.

Устройство ввода импульсных сигналов (HSI Unit) фиксирует моменты времени, в которые произошли какие-либо внешние события, например переход из 0 в 1. HSI имеет 4 входа, а HSO - 6.

АЦП Встроенный 10-разрядный АЦП имеет 8 входов, диапазон входного напряжения - 0...5 В. На частоте 16 МГц время преобразования - 19,5 мкс. Имеется схема выборки/хранения и отдельные входы опорного напряжения и аналоговой земли.

ГЕНЕРАТОР ШИМ-СИГНАЛА Генератор ШИМ имеет один выход. Диапазон изменения скважности импульсов - 256 градаций. Период импульсов может быть равен 256 или 512 тактам (31,25 или 15,625 кГц соответственно, для частоты 16 МГц).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТ На ОЭВМ имеется универсальный последовательный синхроннно-асинхронный дуплексный порт связи (SIO, Serial In/Out). Максимальная скорость обмена (на частоте 16 МГц): в асинхронном режиме - 1 Мбод; в синхронном режиме - 4 Мбод.

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ Общее потребление - не более 75 мА на частоте 16 МГц. Имеются режимы с пониженным энергопотреблением: IDLE (30 мА) и POWER DOWN (0,1 мА).

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН, КОРПУСА Существует четыре разновидности по температурному диапазону работы: коммерческий (0...+70 градусов), расширенный (-40...+85), автомобильный (-40...+125) и военный. Кроме того, микроконтроллеры могут быть подвергнуты динамической электротермотренировке. ИС устанавливаются в корпуса типов: PLCC-68, QFP-80, керамический LCC-68, и керамический PGA-68.

1. Номенклатура MCS-96

В таблице 2 приведены краткие характеристики всех основных микроконтроллеров семейства. Количество линий ввода-вывода указано для случая использования внутреннего ПЗУ кристалла, без подключения внешней памяти и периферийных устройств. При использовании внешней шины, общее количество доступных линий ввода-вывода уменьшится на 16...20, в зависимости от типа микроконтроллера. Отметим, что кристаллы со встроенным ПЗУ либо масочные (т.е. программируются прямо на заводе по заказу), либо однократно программируемые. Кристаллы с УФ-стиранием труднодоступны. Очевидно, фирма Intel планирует выпускать контроллеры с FLASH-памятью.

Таблица 2 - Краткие характеристика микроконтроллеров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кристалл | Адрес.пр-во | ПЗУ | Регистры | Доп.  ОЗУ | Каналы  АЦП | Линии  в/в | HSIO  /EPA | посл.  порты | PTS | ШИМ |
| 8X96BH | 64K | 8К | 232 | нет | 8 | 48 | HSIO | UART | нет | 1 |
| 8XC196KB | 64К | 8К | 232 | нет | 8 | 48 | HSIO | UART | нет | 1 |
| 8XC198 | 64К | 8К | 232 | нет | 4 | 48 | HSIO | UART | нет | 1 |
| 8XC198 | 64К | 8К | 232 | нет | 4 | 48 | HSIO | UART | нет | 1 |
| 8XС196KC | 64К | 16К | 488 | нет | 8 | 48 | HSIO | UART | да | 3 |
| 8XC196KD | 64К | 32К | 1000 | нет | 8 | 48 | HSIO | UART | да | 3 |
| 8XC196KR/KQ | 64K | 16K/12K | 488/360 | 256/128 | 8 | 56 | 10EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196JR/JQ | 64K | 16K/12K | 488/360 | 256/128 | 6 | 41 | 6 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196KT/KS | 64K | 32K/24K | 1000 | 512/256 | 8 | 56 | 10 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196JT/JS | 64K | 32K/24K | 1000 | 512/256 | 6 | 41 | 6 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196JV | 64K | 48K | 1.5K | 512 | 6 | 41 | 6 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196MC | 64К | 16К | 488 | нет | 13 | 53 | 4 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196MD | 64K | 16K | 488 | нет | 14 | 64 | 6 EPA |  | да | нет |
| 8XC196MH | 64K | 32K | 744 | нет | 8 | 50 | 6 EPA | 2UART | да | нет |
| 8XC196CA | 64K | 32K | 1000 | 256 | 6 | 44 | 6 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196NT | 1M | 32K | 1000 | 512 | 4 | 56 | 10 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196CB | 1M | 56K | 1.5K | 512 | 8 | 56 | 10 EPA | UART/  SSIO | да | нет |
| 8XC196NP | 1M | 4K | 1000 | нет | нет | 32 | 4 EPA | UART | да | 3 |
| 80C196NU | 1M | нет | 1000 | нет | нет | 32 | 4 EPA | UART | да | 3 |
| 8XC296SA | 6M | 2K | 512 | 2K | нет | 32 | 4 EPA | SSIO | нет | 3 |

1. Краткие описания некоторых узлов ОЭВМ MCS-96

EPA (EVENT PROCESSOR ARRAY) Этот узел пришел на смену HSIO, начиная с кристалла 8XC196KR. EPA имеет более простую архитектуру, чем HSIO, обладая при этом лучшей разрешающей способностью. В HSIO, все входные каналы имеют общую память (7-уровневое FIFO), в которой запоминаются временные отметки, соответствующие событиям на входах. То же касается выходных линий HSIO - все они имеют общую память (8 ячеек), в которую процессор записывает команды для всех выходных каналов HSIO. Поэтому за один такт HSIO может обработать только один входной и один выходной канал. В EPA, каждый канал имеет свой собственный буфер, а выдача и прием сигналов производятся одновременно по всем каналам. Поэтому разрешающая способность EPA выше, чем у HSIO, в 4 раза. Кроме того, EPA - более гибкий узел: каждый его канал может служить и входом, и выходом, тогда как HSIO имеет 4 выходных, 2 входных, и 2 двунаправленных линии.

CODE RAM Это дополнительное ОЗУ, в котором можно размещать исполняемый код. Этот код будет выполняться очень быстро, так как Code RAM имеет 16-разрядный интерфейс с нулевым циклом ожидания. Code RAM может принести существенную пользу в задачах, где требуется максимально быстрое выполнение только небольших фрагментов кода, позволяя при этом использовать сравнительно медленное и дешевое 8-битное ПЗУ для хранения остальной части программы. Конечно, эту память можно использовать и для размещения данных или стека.

PTS (PERIPHERAL TRANSACTION SERVER) Этот узел предназначен для аппаратной обработки прерываний. Он содержит набор встроенных алгоритмов, исходные данные для которых должны быть размещены программой пользователя во встроенном ОЗУ кристалла. Алгоритмы PTS охватывают, в основном, пересылки данных. Прерывания, обслуживаемые PTS, отрабатываются быстрее, чем те, которые обслуживаются обычным способом. Однако, программировать PTS непросто, а отлаживать еще сложнее. Поэтому мы не рекомендуем использовать PTS без крайней необходимости. В новейшем кристалле 4-го поколения, 8XС296SA, PTS нет.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ CHIP SELECT (CHIP SELECT UNIT) Этот узел появился у кристалла 8XC196NP, и имеется у 80C196NU и 8XC296SA. Он позволяет существенно упростить аппаратуру, необходимую для подключения внешней памяти к процессору, и, тем самым, удешевить систему. Он может генерировать до 6-ти сигналов выборки (Chip Select), с независимо устанавливаемыми циклами ожидания и шириной шины. Кроме того, кристаллы, имеющие Chip Select Unit, имеют демультиплексированную шину, что позволяет отказаться от внешних регистров-защелок и использовать медленную и дешевую память, сохранив при этом быстродействие системы.

#### 2.4.1.4 Описание сигналов микроконтроллера 8ХС196KD

ANGND- опорная и логическая земля для А/Ц- преобразователя, используется для чтения порта 0. ANGND должна быть привлечена для А/Ц- преобразователя и порта 0.

Vss- цифровая схемная земля (0 В). Все (3) выводы должны быть соединены.

Buswidth - ширина шины. Если СС. 1=1, этот сигнал выбирает ширину шины во время внешнего доступа. Если Buswidth высокий, то выбирается 16-битная разрядность шины, если низкий - 8 битная. Если СС. 1=0, то сигнал игнорируется, и разрядность шины всегда 8 битый.

NMI- немаскуєме прерывание. Положительный перепад вызовет немаскуєме прерывание через вектор, размещенный в ячейці 203Еh. Сигнал должный содержаться более чем 1 машинный такт, чтобы гарантировать его фиксацию. NMI имеет высший приоритет над всеми прерываниями. Если зафиксированный NMI, декодировщик приоритетов определяет его как запрос с высшим приоритетом (2030-203F), и контроллер прерываний выбирает соответствующий нему вектор. Вектор содержит стартовый адрес соответствующей подпрограммы обработки прерываний.

READY- Вход готовности. Этот сигнал используется для удлинения цикла внешней памяти, которая выработала "состояние ожидания" для согласования с медленной памятью. Если READY высокий, СР продолжает работать в нормальном режиме. Если READY принимает низкий уровень перед фронтом сигнала, который спадает, CLKOUT контроллер памяти вводит циклы ожидания, пока в момент CLKOUT не будет высокого уровня на READY, или до тех пор, пока количество циклов ожиданий не будет равная количеству, запрограммированной в СС. 4 и CCR. 5. READY игнорируется для всей внутренней памяти. READY есть активным во время выборки СС.

RESET- Вход сбрасывания и выход с открытым стоком из кристалла. Фронт сигнала, который спадает, RESET# инициирует процесс сбрасывания. Если RESET# устанавливается впервые, кристалл отворяет транзистор с погрузкой на Vss, соединенный с выводом RESET, на 16 машинных тактов.

EA- выбор режима программирование. Доступ к внешней памяти. Этот сигнал с активным низким уровнем, разрешает доступ к памяти вне кристалла. Если уровень высокий - выбирается внутрикристальний OPTROM. ЕА фиксируется только по нарастающему фронту сигнала RESET. В момент нарастающего фронта сигнала RESET устройство входит в режим программирования PMODE. 0 - PMODE.3

Модуль HSI записывает время внешнего события с разрешением восемь машинных циклов. Он может следить за четверыми независимо зконфігурованими входами и фиксировать значения Таймера 1, если событие состоялось. Может быть четыре типа событий: нарастающий фронт,ниспадающий фронт, нарастаючий фронт и ниспадающий фронт или каждый восьмой нарастающий фронт. HSI модуль может сохранять последние восемь значений Таймера 1.

Модуль HSO может инициировать события за временем, заданному Таймером 1 или Таймером 2. Такими событиями есть: запуск А/Ц преобразователя, сбрасывание Таймера 2, задача четверых программных таймеров и установка или очищение одного или нескольких из шести исходных линий HSO. Устройство HSO бережет ожидаемые события и заданное время в Сам-файле. Этот файл содержит до восьми последних команд. Каждая команда специфицируется временами действия, видом действия, будет ли прерывание, и что таймер (1 или 2) используется при этом.

Порты 3 и 4 - это 8-битные двунаправленные порты введения/вывода с выходами с открытым стоком. Эти выводы образовывают мультиплексовану шину адреса/данные и имеют внутреннюю низькоомную погрузка на Vcc. Порты 3 и 4 могут быть записанные и прочитаны только как слово в яцейці 1FFEh. Во время режима программирование эти порты действуют как PBUS.

Сигнал TXD - выход последовательных данных. В режимах 1, 2, 3 TXD используется для передачи данных последовательного порта. В режиме 0 он используется как выход тактовых импульсов. Удержание TXD в низкому равные во время нарастающего фронта RESET# приводит к выводу устройства в режим ONCE.

Vcc - напряжение питания цифровой части устройства (+5 В)

Vref - опорное напряжение для А/Ц преобразователя, Vref также есть напряжением питания для аналоговой части А/Ц преобразователя и логики, используемой для чтения порта 0. Vref должный быть порта 0

HOLD - запрос шины. Это сигнал с активным низким уровнем, который показывает, что внешнее устройство спрашивает управление шиной.

HLDA - подтверждение запроса шины. Выход с активным низким уровнем показывает, что контроллер не управляет шиной. Это происходит в ответ на установку внешним устройством сигнала HOLD.

BREQ- запрос шины. Это исходный сигнал с активным низким уровнем, который устанавливается во время HOLD-цикла, если контроллер шины ожидает цикл внешней памяти. Контроллер шины может установить BREQ в любое время, если установленный HLDA, при этом он остается активным пока HOLD не зброситься.

Таблиця 7

### 2.4.2 Преобразователи линейных перемещений

Потребность в датчиках стремительно растет в связи с бушующим развитием автоматизированных систем контроля и управление, внедрением новых технологических процессов, переходом к гибким автоматизированным производствам. Кроме высоких метрологических характеристик датчики должны иметь высокую надежность, долговечностью, стабильностью, маленькими габаритами, массой и энергопотреблением, совместимостью с микроэлектронными устройствами обработки информации при рядом трудоемкости изготовление и небольшой стоимости. Этим требованиям в максимальной степени удовлетворяют датчики угловых и линейных перемещений.

Практическое использование преобразователей угловых и линейных перемещений рассматривается на примерах, которые наиболее полно раскрывают их возможности и преимущества при построении систем активного и пассивного контроля, в отсчетно-измерительных схемах при точному автоматическому позиционировании и разработке инвариантных систем автоматического управления процессами обработки.

В основе принципа действия преобразователя линейных перемещений лежит явление возникновения муар-интеренференционных полос при объединении прозрачной и отбивной решеток.

Преобразователи линейных и угловых перемещений широко используются в измерительных системах металлорежущих станков, координатно-измерительных машинах и в друг контрольно-измерительных устройствах автоматики для определение координат или размеров перемещение.

Из разнообразия подобных преобразователей для проектированной системы оптимально подходит продукт фирмы СКБ ДИЦ "Контакт" (г. Киев) - преобразователь линейных и угловых перемещений ЛИР-79 с разрешенной возможностью до 0,1 мкм, что удовлетворяет необходимой точности системы. Аналогом этого продукта есть преобразователь LS 403 фирмы "HEIDENHAIN", но по экономическим соображениям избранный отечественный продукт.

#### 2.4.2.1 Механические характеристики преобразователя

Максимальная механическая скорость перемещения 60 м/хв

Максимальное ускорение 30 м/с

Диапазон частот вибрации 10-55 Гц

Класс точности (ГОССТАНДАРТ 26242-90) 3;4

Температура эксплуатации +5 - +50 С

Степень защиты JP53

Габаритные размеры 46\*18\*(Lвим. +105)мм

# 3. Разработка алгоритмов работы системы

**Початок**

Установлення потрібного положення деталі

Деталь у вірному положенні ?

Вибір параметру виміру

Ні

Так

Автоматичний режим зняття даних?

Ні

Так

Введення координат об’єкту

Знято всі координати?

Ні

Так

Розрахунок параметру виміру

1

2

3

**Кінець**

Дослідження параметрів закінчено?

Ні

Так

Отримання звіта

Об’єкт відповідає вимогам?

Ні

Так

Випуск об’єкта

Переробка об’єкта

1

3

2

Работа всей системы начинается из включения питания, за которым идет этап установки нужное положение детали. Это очень трудоёмкий процесс, так как именно от правильного положения детали на столе относительно осей измерения зависит точность и верность измерения размеров детали. Блок условия "Деталь находится в верном положении?" описывает именно этот процесс настройки верного положения детали. У блока есть два выхода "Так" и "Ни". При ответе "Ни" процесс установки детали продолжается. При ответе "Так" начинается выбор параметров измерения. Этот блок расходится на многовариантный выбор. Пользователь должен решить какой размер детали он будет измерять. Так, многовариантность выбора составляют такие величины:

1. Длина
2. Параллельность прямых
3. Угол, который образован двумя гранями
4. Длина
5. Длина от центра отверстия к грани детали
6. Перпендикулярность
7. Диаметр
8. Расстояние между центрами отверстий
9. Расстояние от центрами отверстий, которые несимметричные относительно оси
10. Отклонение от цилиндричности
11. Координаты центров отверстий

После выбора параметру измерения происходит переход к следующему блоку "Снятие данных о координатах точек измерения". Этот блок для любого параметру имеет свои функциональные шаги. Дале приведены алгоритмы измерения любого параметру.

1. Измерение длины.

Х1 Х2

Количество измерений равняется 3.

Измерение точки 1 , измерение точки 2 по координатам Х1 и Х2. Определение разности, вычитание систематической погрешности шкалы. Получение результата.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вим. | Х1 | Х2 | Lcp |
| 1 | 0 | 131.218 | X21+X22+X23  3 |
| 2 | 0 | 131.214 |  |
| 3 | 0 | 131.217 |  |

Средний результат Lcp = 131.3245

2. Измерение параллельности прямых

І

ІІ

Деталь выставлена по оси Х поверхностью І, таким образом

1(0;0) , 2(161.487;0).

Снимаем точку 2(0;75. 474), обнуляем точку 2(0;0), снимаем точку 4(161.487;0.002)

Непараллельность прямых

DВ4-В3 = 0.002-0 = 0.002

3. Измерение угла, который образован двумя гранями детали.

Точки 1,2 – первая грань

Точки 3,4 – вторая грань

Находится вершина угла (точка пересечения граней и угол между ними (размер Е)). Угол рассчитывается от первой грани к второй против временной стрелки в диапазоне 360°. Сводим сторону детали АВ с осью Х, таким образом все точки на этой прямой имеют координаты (Хі ; 0). Снимаем точку 3 (Х3;В3), обнуляем, получим точку 3 (0;0), потом точку 4 (84.163; 16.004). Расчет

tga=a/l =Y4/X4 =16.004/84.163 =0.19015

Этот tga =0.190 отвечает a=10°50^

4. Измерение расстояния

4.1

ВС=?

Выровнять деталь по стороне АВ или ВС. Снимаем точку В(Х1;В1), обнуляем точку В(0;0). Снимаем точку С(Хс;Ус)

Расстояние

ВС=Хс

4.2 Расстояние от центра отверстия к грани детали

Выравниваем В1 = В2. Обнуляем 1 (0;0). Снимаем точку 3(Х3;В3). Расстояние L=В3.

5. Измерение перпендикулярности

Выровнять деталь по базовой плоскости т.1(0;0), т.5(Х5;0).

1. Снять точку 3(Х3;В3), обнулить, таким образом точка 3(0;0).
2. Снять точку 4(Х4;В4).
3. Отклонение от перпендикулярности равняется Х4, если он отличается от 0.

Измерение диаметру (радиусу) по 3-м точкам

1. Измерить точку 1, потом обнулить т.1(0;0)

2. Измерить точку 2, т.2 (Х2;0)

3. Измерить и обнулить точку 3, т. 3 (0;0)

4. Измерить точку 4, т. 4(0;В4)

Координата Х2 будет таким образом d1, а координата В4 - d2.

Dcp = (d1+d2)/2

Отклонение от округлости:

Измеряем d1, d2, …,dn

dmax – dmin = Dd

Радиус находится по формуле:

R=Dcp/2

1. Расстояние от центрами отверстий

1. Выровнять по базовой поверхности точку 5 (ХВ.;В), точку 6(Х6;В) так, чтобы В=В

2. Снять точку 1(Х1;В1)

3. Обнулить т.1(0;0)

4. Снять точку 2(Х2;0)

5. Получили точку А з координатами (Х2/2;0)

6. Обнулить т.А(0;0)

7. Снять точку 3(Х3;0)

1. Снять точку 4(Х4;0)
2. Получили точку В з координатами ((Х4-Х3)/2;0)

Таким образом Расстояние АВ = (Х4-Х3) / 2

8. Расстояние между центрами отверстий, которые не симметричные оси

К2

К1

1. Снять точку 1(Х1;В1)

2. Обнулить т.1(0;0)

3. Снять точку 2(Х2;0)

4. Получили точку 3 с координатами (Х2/2;0)

5. Обнулить т.3(0;0)

6. Снять точку 4(Х4;В4)

7. Снять точку 5(Х5;В4)

8. Получим таким чином центр отверстия К2:точка 6((Х5-Х4)/2;В4)

9. Расстояние АВ находится так:

АВ=&((Х5-Х4) /2)2 + В42

1. Определение координат центра отверстий

1. Снять точку 1 (Х1;В1)

2. Обнулить точку 1 (0;0)

3. Снять точку 2 (Х2;0)

4. Точка 3 имеет координаты (Х2/2;0)

1. Снять точку 4(Х4;В4)
2. Снять точку 5(Х5;В4)
3. Получим координаты центра окружности К2 т. 6 ((Х5-Х4)/2;В4)
4. Снять точку 7 (Х7;В7)
5. Снять точку 8 (Х8;В7)
6. Получим координаты центра окружности К3 т. 9 ((Х8-Х7)/2;В7)

Так следует продолжать и дальнейшее для других окружностей детали относительно базового отверстия К1

1. Измерение цилиндрических деталей
2. Снять точку 1 (Х1;В1)
3. Обнулить т.1 (0;0)
4. Снять точку 2 (0;В2), получим d1=В1
5. Снять точку 3 (Х3;0), если В3\_0, то деталь имеет отклонение от циліндричності:
6. Снять точку 4 (Х3;В4)

d2=Y4 или d2=В4-В3 при В3(0

1. Снять точку 5 (Х5;0) при В5(0 деталь имеет форму:

бочки при В1<Y3>Y5

седла при Y1>E3<Y5

конуса при Y5>Y3>0 и Y5<Y3<0

7. Снять точку 6 (Х5;В6)

d3=В6 или d3=В6-В5

при В6<В4, деталь – бочка

при В6>В4, деталь – конус

при В6<В4<В2, деталь – конус

1. dдет=(d1 + d2 + d3)/3

Анализ по диаметрам:

d1 < d2 < d3 - конус

d1 > d2 > d3 - конус

d1 < d2 > d3 - бочка

d1 > d2 < d3 - седло

После снятия данных о координатах точек идет блок "Расчет заданных параметров". Расчет параметров происходит по формулам, которые описанные выше. Этот расчет проходит с помощью программы "ДВП", что описанная в разделе "Программное обеспечение системы". Дале идет блок условия "Исследование параметров объекту закончен?". Если избирается выход "Ни", то система возвращается на блок "Установка нужное положение детали" и измерение параметров продолжается по заданному алгоритму. При выборе выхода "Так" система переходит к следующему условию "Объект отвечает требованиям?", если ответ "Так" – деталь идет в производство. При ответе "Ни" деталь идет в переработку.

# Разработка программного обеспечение системы

Общее рассмотрение программного обеспечения

Программное обеспечение системы разработано на языке "Delphi". Программа использует для снятия данных com-порт компьютеру к которого подключается микроконтроллер MCS-96. Прямое опрашивание com-порта происходит по помощи встроєного модуля Borland Delphi класса Thgcomm.

Запустив программу "ДІП" перед пользователем возникает экранная форма с статическим меню и панелью инструментов. Нажатие любой кнопки в общем окне вызовет процесс специального функционирования этой кнопки.

Работу необходимо начинать из выбора типа измерительной детали. Это можно сделать в ниспадаючому меню по нажатию стрелки с знаком "вниз". Появится список параметров измерения, из которого надо выбрать необходимый:

1. Длина
2. Параллельность прямых
3. Угол, который образован двумя гранями
4. Длина
5. Длина от центра отверстия к грани детали
6. Перпендикулярность
7. Диаметр
8. Расстояние между центрами отверстий
9. Расстояние от центрами отверстий, которые несимметричные относительно оси
10. Отклонение от циліндричності
11. Координаты центров отверстий

После выбора необходимого типа измерения, необходимо нажать кнопку "Выбрать". После чего с помощью кнопок режима можно избрать режим получения данных.

Так, по нажатию кнопки "Автоматический режим" состоится автоматическое чтение из com-порта, данных, которые поступили на него. При нажатии клавиши "Ручной режим" состоится ввод системы в режим обработки данных, что пользователь введет в ячейки Х и У.

В диалоговом окне очень удобно размещенные подсказки, с помощью которых пользователь проводит установку микроскопу и измерение. В разделе "Алгоритмы работы системы" помельче описанные все необходимые действия при измерении размеров детали.

В правом окне указываются снятые данные и последовательный номер размера. В левом окне указывается номер наполненного шагу и количество необходимых для измерения шагов. Неверно сделанный шаг измерения можно отменить, нажав кнопку "Отменить".

В окне слева можно видеть выполненные шаги (номер выбранного параметру и шаг, который выполняется).

После всех выполненных шагов необходимо нажать кнопку "Считать". Это вызовет автоматический расчет параметру измерения. Полученные в результате расчета данные можно посмотреть в окне "Отчет".

Окно "Отчет" представляет собой таблицу, столбиками которой есть "№ измерения", "Элементы проверок", "Даны проверок" и "Коментари". Эту таблицу можно очистить полностью (кнопка "Очистит") или частично (кнопка "-"). По нажатию кнопки "Отчет" происходит переход к окну документа-отчета. В этом режиме отображенный стандартный бланк отчетности по расчетам. Из этого же окна можно вызвать документ на печать и получить уже полностью готовый отчет о проведенном расчете.

Текст программы прикладывается в прибавлении 2.

# Выводы

В связи с осложнением технологических процессов и параллельной необходимостью сокращения непроизводственных затрат времени функционирование и возможности повышения оперативности влияния на ход производства в направления повышения его эффективности, выросшая необходимость автоматизации многих процессов производства.

Спроектированная автоматизированная система измерения и расчета линейных и угловых размеров объекту наглядно свидетельствует о необходимости усовершенствования процесса измерения, необходимость повышения точности измерения и правильност расчета параметров объекту.

Автоматизация процесса измерения – это самая актуальная тема, так как на многих предприятиях измерение параметров объекта до сих пор происходит по старым методикам и способами обработки параметров деталей. Эти методы очень снижают эффективность измерения, его точность и значительно большее тратят время на процесс измерения.

При выполнении выпускной работы на степень бакалавра за темой "Разработка микропроцессорного устройства и программного обеспечения для измерения габаритов объекту были выполнении следующие задачи:

1. рассмотренные и проанализированные основные методы измерения и расчета линейных и угловых размеров объекту, и на их основе представленная система автоматического измерения и расчета размеров;
2. разработанная структура системы измерения и расчета линейных и угловых размеров объекту;
3. разработанный алгоритм измерения размеров объекту с помощью спроектированной системы;
4. разработанное программное обеспечение для системы измерения;
5. наведении перспективы развития системы и направлении внедрение и усовершенствование программного обеспечения информационно-управляющей системы;
6. рассмотренная тема охраны работы обслуживающего персонала при работе с измерительной системой.

Вообще, задача обеспечения надежности и использование оснащение автоматизированных комплексов должна решаться на стадии проектирования и изготовление автоматизированного комплекса. Именно на стадии проектирования были доложены все усилия на решение указанной задачи с помощью выбора параметров надежности и характеристик использование оснащение, определение структуры и организации работы системы, оптимизации степени автоматизации процессов обслуживание и прочее.

Усовершенствование процесса измерения направленное на повышение эффективности использование измерительного оснащения и уменьшение численности обслуживающего персонала. Высокий ступней автоматизации процессов управление измерением разрешает повысить эффективность и надежность использования информации: сбир и регистрацию информации, ее передачу, сохранение и обработку.

##### ПЕРЕЧЕНЬ литературы

1. Закон Украины "Про охрану труда".
2. Долин П.А. Справочник по технике безопасности – 5е издание
3. Навакатикян О.О. Кальниш В.В. Стрюков С.М. "Охрана труда пользователей компьютерных видеодисплейных терминалов " - К .. 1997. 400 с.
4. Хрюкин Н.С. Оборудование вычислительных центров. – М.: Статистика
5. Кнорринг Г.М.Справочник для проектирования электрического освещения -Л. Энергия. 1976-391 с.
6. Хрюкин Н.С. Кондиционирование воздуха для машинных залов ЭВМ в вычислительных центрах - М.: Статистика
7. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования
8. ГОСТ 12.1.1.005-88 ССБТ Общие санитарно - гигиенические требования
9. ГОСТ 12.1.030-81 ССТБ Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
10. ГОСТ 12.2.032-78.ССТБ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
11. ГОСТ 12.4.009-83 ССТБ Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
12. ДНАОП 0.00-1.31-99 Правила охраны труда при эксплуатации ЭВМ.
13. СНиП 2.01.02-85 Противопожарные нормы проектирования заданий и сооружений.

Литература

1 Чененов В.Н. Прогнозы развития автоматизации производства.- В сб.: "Оборудование с ЧПУ", М., Ниимаш, 1986.

1. Гаскаров Д.В., Голинкевич Т.А., Лапидус А.С. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры.- "Советское радио", М., 1974.
2. Брон А.М., Алавердов С.Г., Портман В.Т. Опыт эксплуатации АП-1. Создание и эксплуатация автоматизированных комплексов из станков с ЧПУ. Труды института. Г., ЭНИМС, 1993.
3. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. Ремонт промышленного оборудования. Г., "Высшая школа", 1991.
4. Микропроцессоры: системы программирования и отладки/ В. А. Мясников, М.Б.Игнатьев, А.А.Кочкин и др. М.:Энергоатомиздат, 1993.
5. Микропроцессорные комплекты интегральных схем/ В. С. Борисов, А.А.Васенков, Б.М.Малашевич и др. М.: Радио и связь, 1982.
6. Нечипоренко В.И., Корлевич Д.Ю. Структурный анализ систем. Г., "Советское радио", 1987.
7. Басманов А.С., Широков Ю.Ф. Микропроцессоры и однокристальные ЭВМ: Номенклатура и функциональные возможности. Г.: Энергоатомиздат, 1992
8. Измерительно-информационные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Труды института/ Внииэлектроизмерительных приборов; [Редкол. В.В.Орешников и др.]. Л.:ВНИИЭП, 1987
9. Капиев Р.Э. Измерительно-вычислительные комплексы.-Л.:Энергоатомиздат, 1988
10. Исследование и проектирование измерительных и управляющих комплексов: Сб. Трудов.-Г.,1987. В надзаг.: МВ и ССО СССР. Всесоюзный заочный политехнический институт.
11. Итерационные методы повышения точности измерений/ Т.М.Алиев, А.А.Тер-Хачатуров. Г.: Энергоатомиздат, 1991.
12. Бахмутский В.Ф., Синегорский А.Н. Измерительно-моделирующие системы: Обзорная информация./Г.: Цниитэиприборостроения, 1989.
13. Чернявский Э.А., Дергаев В.В. Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов. Уч. Пособие. Л: Энергоатомиздат, 1989.
14. Оперативный контроль механических свойств деталей и заготовок/

Дюмин И. В., Калугин Ю.К. К.: Техника, 1991.

1. Опыт использования электрических методов при определении износа деталей машин/ Мозгалевский А.В., Жердяев Г.Н. Л.: ЛДНТП, 1989.
2. Портман В.Т., Барабанов В.В. Влияние надежности станков с ЧПУ на эффективность их использования в автоматизированных комплексах. Труды института. "Создание и эксплуатация автоматизированных комплексов из станков с ЧПУ". Г., ЭНИМС, 1977.
3. Касатки В.Н. Введение в кибернетику.-К.: Советов.шк., 1986
4. Вуд А.С. Микропроцессоры в вопросах и ответах.- Г.: Энергоатомиздат, 1985
5. Бедрековский М.А., Волга В.В., Кручинкин Н.С. Микропроцессоры.- Г.: Радио и связь, 1987.
6. Каган Б.М., Сташин В.В. Микропроцессоры в цифровых системах.-Г.: Энергия , 1986