

ПНЕВМОЭЛЕКТРОННЫЕ ДЛИНОМЕРЫ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА "АЭРОТЕСТ 1/2 ДЦ"

В.М. Мурашов (ЗАО НПО "Радио-Сервис")

Показано направление развития пневматических измерительных приборов манометрического типа с дифференциальной измерительной системой. Представлены принцип действия и области применения пневмоэлектронных длиномеров нового поколения серии "Аэротест", разработанных на предприятии НПО "Радио-Сервис", главной целью создания которых являлось повышение объективности измерительного контроля линейных размеров – основной метрологической характеристики современного производства, определяющей уровень качества и себестоимости выпускаемой продукции.

У пневматических приборов есть только один недостаток – что их нет.

Этими словами подытожил выступления участников совещания главных специалистов оборонной промышленности главный технолог Ижевского машиностроительного завода *М.И. Миллер*

Достижение высокого качества выпускаемой продукции и снижение ее себестоимости являются основными задачами современного машиностроительного производства. Степень решения первой задачи определяется в процессе технического контроля различных параметров выпускаемой продукции. Более 80% этих параметров составляют линейно-угловые размеры. Применительно к ним условия обеспечения высокого качества выражаются степенью их соответствия полю допуска. В подавляющем большинстве высокое качество изделий определяют высокоточные размеры 2...7 квалитетов точности по ГОСТ 25347-82.

Основными направлениями повышения качества выпускаемой продукции являются: повышение точности изготовления и повышение точности измерения.

Первое направление с точки зрения технического контроля предполагает приближение средств измерения к рабочему месту, где в основном формируется качество выпускаемой продукции, и означает широкое внедрение средств измерения для настройки технологических операций, наблюдение за состоянием ТП и своевременной подачи сигнала на его подналадку.

В этой связи возрос интерес к пневматическим измерительным приборам, которые благодаря своим уникальным качествам: высочайшей надежности, простоте устройства, жесткости измерительной оснастки, бесконтактности измерения, высокой точности – могут замерить любой размер в любом месте и в любых условиях.

Применение пневматических средств измерения на операциях ручного и автоматического активного и окончательного контроля предъявляют к ним ряд обязательных требований, главными из которых являются:

- широкий диапазон измерения с учетом припуска на обработку;
- отображение на шкале прибора состояния качества изготовления (уровня настройки и величины сбоя уровня настройки);
- возможности изменения чувствительности, подачи сигнала на подналадку или остановку обработки, математической обработки результатов измерения;
- высокие точность измерения и быстродействие.

Применяемые ранее пневматические измерительные приборы манометрического типа, которые базировались на сильфонных преобразователях со шкалой

конечной длины с делениями и передаточным механизмом для передачи сигнала от преобразователя на шкалу, не удовлетворяли этим требованиям. Попытки решить эти вопросы простым их совершенствованием без изменения принципа обработки и выдачи информации положительных результатов не давали. Стала очевидной необходимость оснащения пневматического метода контроля электронным выходом.

История развития пневматического метода измерения последних лет – это постоянный поиск преобразования пневматического сигнала в электрический. На этом пути совершенствования пневматического метода главным препятствием было отсутствие надежного пневмоэлектронного преобразователя. В первых опытах по созданию пневмоэлектронных длиномеров использовались механотроны (вакуумные приборы), однокамерные полупроводниковые и индуктивные преобразователи. Успехи электроники последних лет привели к созданию высокоточных дифференциальных пневмоэлектронных преобразователей, линеек светодиодов и микропроцессоров. Все эти новшества были немедленно использованы в новых пневмоэлектронных показывающих приборах. Но прежде для увеличения их диапазона измерения была скорректирована сама принципиальная схема пневматического длиномера.

В конечном итоге решение вопроса по разработке нового пневмоэлектронного длиномера вылилось в совокупность пневмоэлектронного преобразователя, связанного электрически с микропроцессором, выдающим сигнал на электрические шкалы, цифровую и вертикальную световую шкалу, состоящую из линеек светодиодов.

Оснащение пневматической измерительной системы электронной системой математической обработки в свою очередь позволило, во-первых, отказаться от дифференциальной измерительной системы со всеми ее недостатками, а во-вторых, практически неограниченно расширило диапазон применения измерительной оснастки со сложной метрологической схемой, то есть увеличило диапазон контролируемых размеров, диапазон применения пневматических приборов.

Результатом проведенных исследований стало создание пневмоэлектронных длиномеров нового поколения серии "Аэротест", разработанных на предприятии НПО "Радио-Сервис" и нашедших широкое при-

менение в одномерных и многомерных установках, установках активного и встроенного контроля, контрольных автоматах и полуавтоматах, применяемых в автомобильной, авиационной, нефтяной, приборостроительной, подшипниковой промышленности.

Пневмоэлектронные длиномеры "Аэротест" являются дальнейшим совершенствованием общеизвестных пневматических манометрических измерительных систем дифференциального типа. Из отечественных приборов близким аналогом длиномерам "Аэротест" являются пневматический прибор мод. 318 и пневмоэлектронные преобразователи мод. 235, 236, 249 тип. П ГОСТ 21016-75.

Отличительными особенностями длиномеров "Аэротест" при практически полном сохранении принципа действия является применение:

- более совершенного пневмоэлектронного преобразователя вместо традиционных сильфонных чувствительных элементов;
- электронного светового указателя для вертикальной шкалы с более надежной электрической связью с преобразователем;
- цифрового отсчета измеренного параметра;
- электронной системы, позволяющей производить математическую обработку результатов измерений, передачу их на ПК, подачу сигналов и команд при активном методе контроля.

Основными пневмоэлектронными длиномерами серии "Аэротест" являются длиномеры "Аэротест 1/10-200 ДЦ" и "Аэротест 2/10-200 ДЦ".

Одноканальный длинномер "Аэротест 1/10-200 ДЦ"

Прибор предназначен для:

- настройки технологических операций и осуществления надзора за их состоянием;

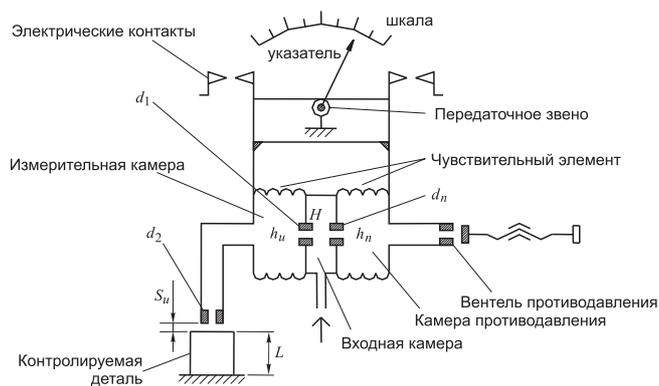


Рис. 2. Схема дифференциального преобразователя при его работе в режиме с противодействием, где H – давление во входной камере, d_n – входное сопло камеры противодействия



Рис. 1. Пневмоэлектронный длиномер "Аэротест 1/10-200 ДЦ" с измерительной оснасткой для контроля диаметра отверстия

- одномерного предельного приемочного контроля линейных размеров и погрешностей формы контролируемых деталей, контроля с рассортировкой их на размерные группы;

- многомерного предельного контроля, при котором производится одновременный контроль сразу нескольких или всех размеров контролируемой детали.

Результаты измерения выводятся на одну вертикальную и одну цифровую шкалу. На вертикальной шкале световой столбик фиксирует положение контролируемого размера относительно границ поля допуска, а на цифровой – величину этого отклонения. При многомерном контроле длиномеры собираются в блоки. Число длиномеров в блоке равно числу одновременно контролируемых размеров.

Длинномер является универсальным показывающим прибором. Для осуществления измерений к нему необходимо присоединить специальную измерительную оснастку, вид которой зависит от типа контролируемой детали и вида контролируемых размеров (рис. 1). В электронную память длиномера вводятся все необходимые данные, касающиеся контролируемых размеров: границы поля допуска, величина отклонения от них размеров установочных деталей.

Сравнительная сильфонный пневмопреобразователь дифференциального типа (рис. 2), используемый практически во всех отечественных и зарубежных системах пневматического контроля, в том числе и приборах мод. 318, 235, 236, 249, и прибор "Аэротест" (рис. 3), отметим, что пневмоблоки обеих измерительных систем одинаковы. Стабилизированный по давлению воздух попадает во входную камеру. Часть воздуха через входное сопло d_1 поступает в измерительную камеру. Другая часть воздуха через сопло d_n идет в камеру противодействия, где устанавливается определенное постоянное давление h_n благодаря специально отрегулированному вентилю противодействия.

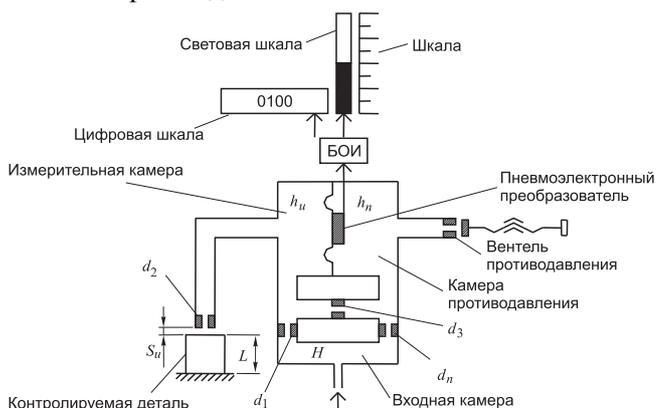


Рис. 3. Схема прибора "Аэротест 1/ДЦ" при работе в режиме с противодействием

При изменении размера L в процессе контроля изменяется зазор S_u . В измерительной камере изменяется давление h_u . Разница давлений $h = h_u - h_n$ улавливается чувствительным элементом. С помощью передаточного звена она передается указателю, отображающему величину контролируемого размера L на шкале.

Различие в устройстве пневмоблоков приведенных пневмосистем состоит в том, что:

а) в первой системе в качестве чувствительного элемента используется пара жестко связанных сильфонов, а в пневматическом узле второй системы – диафрагма;

б) передаточное звено первой системы – механическая система (тросик-блочок, оптический рычаг), а второй системы – электронный блок обработки информации;

в) в первой системе – линейная шкала с механическим, оптическим указателем, а во второй – линейная шкала с электронным световым указателем и цифровой шкалой.

Существенным отличительным признаком пневматического узла длиномеров "Аэротест" является наличие вентиля перетока d_3 , соединяющего камеры противодействия и измерительную. Принцип действия прибора не изменяется и служит для регулировки чувствительности и линейности характеристики измерительной системы. При увеличении до определенного предела проходного сечения вентиля перетока d_3 прямолинейный участок характеристики $h = f(S_2)$ увеличивается более чем в 2 раза, а чувствительность (наклон характеристики $h = f(S_2)$) уменьшается.

Длиномер "Аэротест 1/10-200ДЦ" предназначен для выполнения простейших видов контрольных операций с минимальными капитальными и текущими затратами, где вполне достаточно применение приборов, работающих по схеме с противодавлением.

Пневматические приборы манометрического типа с дифференциальной схемой измерения

Пневматические приборы манометрического типа располагают уникальной способностью измерять линейные размеры с использованием так называемых сложных метрологических схем, чего не может ни один из существующих методов контроля. В основе этого метода измерения в существующих видах пневматических приборов заложено использование дифференциальной схемы измерения.

Эти схемы позволяют не только контролировать сразу два размера, но и производить некоторые математические операции. Это используется в измерительных приборах, имеющих многосопельную измерительную оснастку, предназначенную в основном для контроля допусков положения и погрешности формы, имеющей

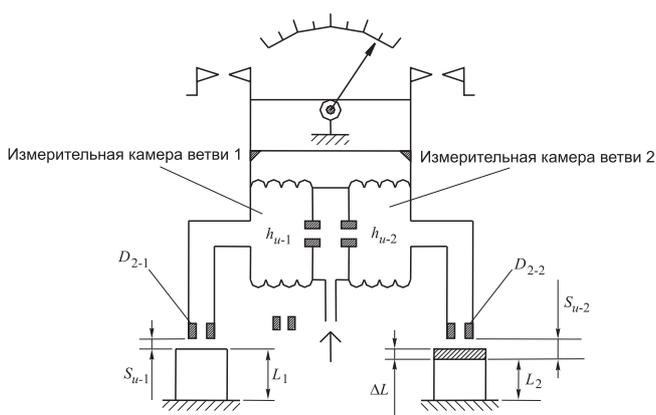


Рис. 4. Классическая схема работы в дифференциальном режиме сильфонного пневмопреобразователя

сложную метрологическую схему, сложное соединение сопел. Принцип работы схем отличается от режима работы в схемах с противодавлением (рис. 4). К камере противодействия вместо вентиля противодействия присоединяется измерительное сопло d_{2-2} . В результате этого камера противодействия становится второй измерительной камерой, и давление в ней h_{u-2} меняется в зависимости от изменения зазора S_{u-2} , т.е. размера L_2 второй контролируемой детали. При изменении размера первой детали L_1 изменяется зазор S_{u-1} и давление h_{u-1} в первой измерительной камере. Прибор при одновременной работе обеих ветвей показывает, в конечном счете, разность двух размеров $L_2 - L_1 = \Delta L$.

Главным условием работы в дифференциальном режиме является обеспечение одинаковых условий в обеих измерительных камерах, то есть измерительные системы каждой камеры должны иметь одинаковую чувствительность (диаметры входных/выходных сопел, каналов связи должны быть соответственно одинаковы) и каждая ветвь должна работать в пределах прямолинейного участка характеристики.

Выход за пределы прямолинейного участка или нарушение равенства чувствительности ветвей приводят к грубым погрешностям, ибо измеряемая дифференциальным чувствительным элементом разность измерительных давлений h_{u-1} и h_{u-2} не соответствует разности ΔL измеряемых размеров L_1 и L_2 . Соблюдение этих условий требует сложной наладки, при которой ведется подгонка всех элементов измерительной системы, входных и измерительных сопел, рабочего давления, начальных зазоров, соединений трубопроводов и т.д. Эта задача является достаточно сложной и требует определенного опыта и навыков в работе. Но главной сложностью применения этой схемы измерения является то, что в про-



Рис. 5. Пневмоэлектронный длиномер "Аэротест 2/10-200 ДЦ" с измерительной оснасткой для контроля форсунок двигателя Д-100

цессе измерения этой схемы измерения является то, что в про-

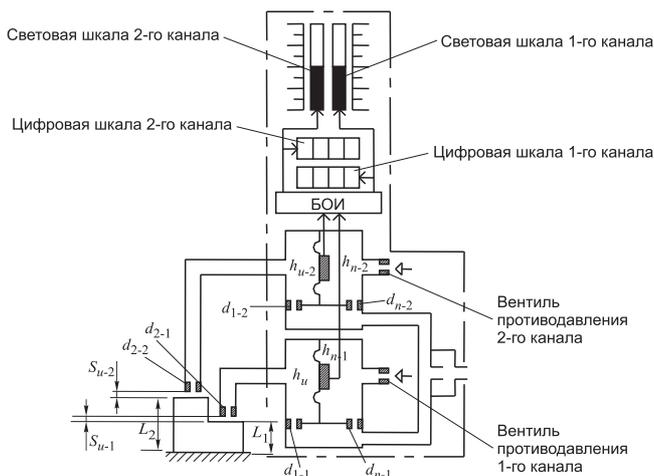


Рис. 6. Схема работы длиномера "Аэротест 2/ДЦ" в дифференциальном режиме, где h_{u-1} и h_{u-2} – давление в измерительной камере 1 и 2 ветвей; S_{u-1} и S_{u-2} – измерительный зазор при контроле размера L_1 и L_2 ; d_{2-1} d_{2-2} – измерительное сопло 1 и 2 ветвей

цессе эксплуатации равенство чувствительности камер постоянно нарушалось вследствие влияния климатических факторов, износа измерительной оснастки и загрязненности воздуха, что вело к постоянным отказам приборов и стало главным фактором на пути расширения области применения пневматических приборов. Другим отрицательным фактором применения этой схемы было ее ограничение в части обработки результатов измерения (схема могла определять только разность двух диаметров).

Для устранения этих недостатков, расширения возможностей и области применения пневматических приборов нужна была новая схема и новый вид пневматического показывающего прибора. Такая схема была создана, и создан универсальный многоцелевой длиномер "Аэротест 2ДЦ" (рис. 5).



Рис. 7

Длиномер "Аэротест 2/ДЦ"

При использовании длиномера "Аэротест 2/ДЦ" в дифференциальном режиме сложная наладка не требуется, так как обе ветви дифференциальной схемы работают в режиме с противодействием, а математическая (пневматическая) обработка заменена электрической. При этом выполнение указанных выше условий одинаковости ветвей происходит автоматически при настройке прибора. Длиномер представляет собой два отдельных прибора, работающих по схеме с противодействием, имеющих один общий блок обработки информации (рис. 6).

Мурашов Владислав Михайлович – главный конструктор ЗАО НПФ "Радио-Сервис".

Контактный телефон (3412)42-55-60.

E-mail: aeromik@radio-service.ru

Совместная работа двух каналов позволяет не только производить измерения сразу двух размеров, но и производить математические операции. Эта схема в большинстве случаев используется в измерительных устройствах, имеющих многосопельную измерительную оснастку, предназначенную в основном для контроля допусков расположения, имеющую сложную метрологическую схему, сложное соединение сопел. Принцип работы схемы не отличается от режима работы в схеме с противодействием. Все математические вычисления производятся в БОИ, результаты выводятся на две дискретные световые шкалы и два цифровых индикатора в соответствии с выбранным режимом работы.

Пневматический пневмоэлектронный длиномер "Аэротест 2/10-200 ДЦ" является многоцелевым показывающим прибором. Он может быть применен в установках ручного и автоматического активного контроля, в системах контроля, встроены в автолинии, в одномерных и многомерных установках пассивного операционного и окончательного приемочного контроля, в установках для ручной и автоматической рассортировки деталей на размерные группы.

Особое место занимает режим для ручной рассортировки деталей на размерные группы. Для повышения точности рассортировки в приборе предусмотрен режим быстрого изменения чувствительности. На первом этапе рассортировки производится предварительная рассортировка на незначительное число групп, затем нажимается кнопка и прибор переходит в режим измерения, при котором пределы измерения каждой группы растягиваются на всю шкалу. При этом используется одна и та же измерительная оснастка в отличие от старого метода контроля, где для каждой шкалы нужна была своя измерительная оснастка. Для осуществления этого вида измерения в приборе "Аэротест 2/10-200ДЦ" предусмотрен так называемый "листинг". В память микропроцессора прибора вводятся данные по каждой измерительной подгруппе размеров, всего 10 страниц.

На рис. 7 представлен длиномер "Аэротест 2/10-200 ДЦ" в составе измерительной станции контрольно-сортировочного автомата "КСАР – 22" для контроля диаметров и длин роликов подшипников с рассортировкой их на 22 размерные группы. Управление процессом рассортировки производится ПК по сигналам, поступающим от длиномера "Аэротест 2/10-200" ДЦ. Следует отметить, что применение новых пневмоэлектронных приборов не только повысило точность измерения до 0,1...0,5 мкм, но и уменьшило почти в пять раз время их срабатывания до 0,3...0,5 с.