

УДК 681.2.083

***АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН В
МАШИНОСТРОЕНИИ***

Плакида С.И.

Магистрант,

Севастопольский государственный университет,

Россия, Севастополь

Волошина Н.А.

Доц., канд. техн. наук,

Севастопольский государственный университет,

Россия, Севастополь

Аннотация. В работе рассмотрены этапы развития пневматических средств измерений. Показаны преимущества пневматического принципа измерения. Приведены причины ухода от массового применения пневматических средств измерений. Перечислены сегодняшние основные производители пневматических приборов. Показана перспектива развития пневматического метода измерения. В работе проанализированы пневматические приборы для измерения геометрических параметров и выявлена возможность их дальнейшего развития и использования.

Ключевые слова: Измерение линейных размеров, пневматический принцип, приборы активного контроля, бесконтактные измерения, дроссельно-эжекторные сопла.

***ANALYSIS OF THE PRESENT STATE OF PNEUMATIC MEANS OF
MEASURING LINEAR VALUES IN MACHINE-BUILDING***

Plakida S.I.

Graduate student,

Sevastopol State University,

Russia, Sevastopol

Voloshina N.A.

Associate professor, PhD,

Sevastopol State University,

Russia, Sevastopol

Annotation. In this paper, the development stages of pneumatic measuring instruments are considered. The advantages of the pneumatic measurement principle are shown. The reasons for avoiding the mass use of pneumatic measuring instruments are given. Present-day major manufacturers of pneumatic devices are listed. The perspective of the development of the pneumatic measurement method is shown. The paper analyzes pneumatic instruments for geometric parameters measuring and identifies the possibility of their further development and use.

Keywords: Measurement of linear dimensions, pneumatic principle, instruments of active control, non-contact measurements, throttle-ejector nozzles.

Пневматические приборы для измерения линейных размеров, в которых, как известно, используется зависимость между площадью сечения отверстия и весовым расходом через него сжатого воздуха, впервые были использованы в машиностроении в конце 20-х годов XX в. Во Франции были созданы первые пневматические измерительные приборы низкого давления с водяным манометром в качестве отсчетного устройства. В Австралии, США и Англии появились пневматические приборы высокого давления с пружинными манометрами. Первые длиномеры высокого давления ротаметрического типа появляются в США в конце 30-х годов. В СССР московский завод «Калибр» с 1948 г. начинает серийно выпускать ротаметры, получившие в дальнейшем самое широкое распространение в промышленности [11,16].

С началом автоматизации и механизации производственных процессов возрастает интерес к пневматическим измерительным средствам, которые легко поддаются автоматизации. Начинается интенсивное внедрение малогабаритных приборов высокого давления, в особенности дифференциальных, выгодно отличающихся по своим показателям от других пневматических средств измерений. Измерения, не уступая по требованиям точности лабораторным, все в большем объеме становятся цеховыми, сопутствующими технологическим процессам, являющимися их неотъемлемой составной частью. Самое широкое распространение пневматические измерительные приборы получили в 50 – 60-е годы, были созданы дифференциальные пневматические приборы высокого давления и разработаны основы их теории [11].

С использованием пневматического принципа измерения стали создаваться приборы для контроля в процессе обработки (приборы активного контроля) для оснащения полуавтоматических шлифовальных станков и станков-автоматов, используемых в серийном и массовом производстве, а также для послеоперационного контроля и сортировки деталей на размерные группы [1, 3, 4, 9, 10, 11].

С созданием и серийным изготовлением унифицированной системы элементов промышленной пневмоавтоматики, приборов струйной техники появились возможности для более широкого применения пневматических средств измерения [2, 6, 15]. На базе этих элементов стал возможным переход к более прогрессивному модульному принципу построения пневматических приборов для решения различных метрологических задач. Применение элементов пневмоавтоматики, струйной техники позволило расширить функциональные возможности пневматических средств измерений, упростило их конструкцию, повысило производительность контроля. Эксплуатация систем управления, регулирования и вычислительных комплексов на базе элементов мембранной и струйной техники показала более высокую надежность таких систем по сравнению с электронными.

В пневматических приборах для линейных измерений начинают применяться эжекторные сопла, основным преимуществом которых является большой диапазон измерений, они позволяют бесконтактно измерять размеры деталей с большими допусками [17]. Широкое применение дроссельно-эжекторные преобразователи нашли в устройствах для активного контроля размеров деталей с прерывистыми поверхностями, где используется во вторичном звене преобразований мембранная техника [1, 12].

Наряду с мембранными элементами пневмоавтоматики дроссельно-эжекторные преобразователи позволяют использовать струйную технику [2]. Необходимость использования эжектора в качестве первичного преобразователя в измерительных устройствах, построенных на струйных элементах, вызвана тем, что в отличие от дроссельного сопла характеристика дроссельно-эжекторного сопла сохраняет достаточно высокую чувствительность в области низких давлений, вплоть до нулевого выходного давления, которое при больших зазорах может принимать даже отрицательное значение. Это позволило создать струйный преобразователь, работающий на высоком рабочем давлении и имеющий на управляющем входе сигнал низкого давления, имеющий высокую чувствительность и малую погрешность срабатывания, что значительно повышает точность измерения. При сочетании струйных элементов, работающих при давлениях питания ниже атмосферного, с первичными дроссельно-эжекторными преобразователями диапазон измерений расширился в 3...5 раз.

Существующие конструкции первичных преобразователей, построенных из отдельных элементов (сопел, камер, проточных каналов) конструктивно не объединяются в единый элемент, что усложняет создание измерительных средств на базе стандартных элементов промышленной пневмоавтоматики, это усложняет их связь с последующими элементами измерительной цепи, увеличивает вредные объемы, которые существенно понижают производительность всего измерительного устройства, снижают их надежность. В конце 70-х годов в Московском станкоинструментальном институте,

Севастопольском приборостроительном институте и на ПО ГПЗ-I (г. Москва) проводятся работы по разработке, исследованию и внедрению плоских эжекторных преобразователей [4, 7, 18].

Пневматические средства измерения нашли широкое применение не только при автоматизации контроля в машиностроении, но и при контроле изделий в деревообрабатывающей промышленности. Специфические особенности древесины и технологии производства изделий из древесины предъявляют к измерительным устройствам требования: большой диапазон измерения, малое усилие на поверхности контролируемой детали, возможность работы в условиях запыленности, в пожаро- и взрывоопасных средах. Использование дроссельно-эжекторных сопел в пневматических измерительных устройствах в значительной мере удовлетворяет этим требованиям [5].

В 70-е годы принципиальным направлением развития средств контроля геометрических параметров становятся электроника и пневматика. В целом ряде отечественных и зарубежных источников широко дебатировался вопрос о перспективности, соотношении и необходимости параллельного развития этих систем, имеющих свои области применения, положительные и отрицательные стороны, экономические показатели и т.д. По оценке фирмы «Ametek Controls» (США) в этот период доля электроники составляет примерно 60%, а пневматики 40%, а в дальнейшем объем приборов пневматики останется неизменным (не менее 20%) учитывая их особенности и возможности [22].

Технический прогресс постепенно привел к тому, что пневматические приборы стали вытесняться индуктивными приборами. Однако, как показал опыт эксплуатации измерительных средств на ведущих машиностроительных предприятиях страны, наиболее пригодными для активного контроля, как в процессе обработки, так и после являются пневматические средства измерения, так как они менее чувствительны к вибрациям станка, абразивной пыли, брызгам и парам СОЖ.

Пневматические приборы характеризуют крайне малые габариты первичных преобразователей и простота получения сигнала измерительной информации большой мощности, они имеют много достоинств – высокая точность измерения, возможность суммирования сигналов, возможность осуществления дистанционных измерений; конструктивная простота пневматической измерительной оснастки. Приборы легко поддаются автоматизации и просты в эксплуатации. Пневматический принцип позволяет осуществлять точные бесконтактные измерения.

Необходимость наличия системы сжатого воздуха, специальной аппаратуры для его очистки и стабилизации давления, а также относительно высокая инерционность пневматических приборов несколько сужают область их применения.

В конце 80-х годов пневматические приборы стали заменяться электронными приборами, и появилось устойчивое мнение об успешном вытеснении пневматических приборов электронными. Заводы-изготовители (московский завод «Калибр», челябинский инструментальный завод) практически прекращают выпуск приборов на базе пневматики, так как изготовление дешёвых и надежных приборов становится экономически невыгодным. Закрывается пневматическая лаборатория во Всесоюзном научно-исследовательском и конструкторском институте средств измерений в машиностроении (ВНИИИзмерений). На отечественный рынок пошёл поток зарубежных пневматических (якобы более точных) и электронных приборов [16].

Однако исследования и разработка новых пневматических приборов, прекратившиеся в центре России, продолжались и продолжают на периферии [16, 19, 21].

В настоящее время практика не подтвердила приоритетности чисто электронных методов контроля линейных размеров, как и мнения о сверхточности зарубежных пневматических устройств. Наоборот, стали еще более очевидными преимущества пневматического принципа измерения.

Пневматика не может быть вытеснена электроникой. Пневматические средства измерения практически незаменимы при контроле во взрывоопасных средах и там, где требуются крайне малые габариты чувствительных элементов, в условиях, когда измерительное устройство подвержено действию сильных магнитных, электрических, радиоактивных полей. В цехах заводов работало и продолжает работать огромное количество всевозможных отечественных и зарубежных пневматических приборов размерного контроля.

Сегодня в нашей стране основными проектировщиками, разработчиками и изготовителями пневматических приборов являются ижевские предприятия ООО «Прогресс-Станкоинструмент», ООО «Контакт – Прибор». За прошедшие годы на этих предприятиях наряду с пневмоэлектронными приборами были разработаны принципиально новые длиномеры ротаметрического типа – «Аэротест-Р». Ведущим мировым производителем сегодня является компания «Solartron metrology». Итальянская фирма «Марпосс» наиболее активно продвигавшая в Россию свои индуктивные приборы, в настоящее время занимается разработкой пневмоэлектронных приборов [23, 24].

Номенклатура пневматических средств для автоматизации линейных измерений достаточно велика. Однако наиболее перспективными являются пневматические преобразователи манометрического типа, о чем свидетельствует опыт проектирования средств автоматического контроля ведущих в этой области организаций. Достоинства пневматических средств позволяет прогнозировать их преимущественное применение при измерениях отклонений от правильной геометрической формы и расположения поверхностей, которые сводятся к сумме (разности) нескольких параметров. Создание высокоточных миниатюрных вторичных преобразователей и совершенствование первичных преобразователей позволяют сегодня создавать высокопроизводительные пневматические средства измерений. Таким образом, можно считать, что пневматические средства для автоматизации контроля и управления технологическими процессами не только сохранятся в ближайшем

будущем, но и будут совершенствоваться, охватывая новые области применения.

Библиографический список

1. Активный контроль размеров деталей с прерывистыми поверхностями / [А.В. Высоцкий и др.] М.: «Машиностроение», 1969. – 132 с.
2. Авцин А.Е. Струйные устройства для автоматического контроля линейных размеров / А.Е. Авцин, В.А. Хлыст. – М.: НИИМАШ, 1974.– 40 с.
3. Активный контроль размеров / под ред. С.С. Волосова.– М.: Машиностроение, 1984.– 223 с.
4. Активный контроль в машиностроении/ под ред. Е.И. Педь.– М.: Машиностроение, 1978.– 352 с.
5. Бавельский М.Д. Гидропневмоавтоматика деревообрабатывающего оборудования / М.Д. Бавельский, С.И. Девятов. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 320 с.
6. Берендс Г.К. Элементы и схемы пневмоавтоматики / Г.К. Берендс, Г.К. Ефремова, А.А. Тургеневская. – М.: Машиностроение, 1976.– 248 с.
7. Боровкова Н.А. Плоские эжекторные преобразователи с выносным соплом для линейных измерений /Н.А. Боровкова // Механизация и автоматизация производства. – 1979. – № 4. – С. 17 – 18.
8. Вайсблат Д.С. Применение пневмоавтоматики в машиностроении / Д.С. Вайсблат // Приборы и системы управления. – 1985. – №5. – С. 17–19.
9. Волосов, С.С. Приборы для автоматического контроля в машиностроении / С.С. Волосов, Е.И. Педь. – М.: Изд. стандартов, 1975. – 375 с.
- 10.Высоцкий А.В. Основные направления развития средств линейных измерений, контроля и управления в машиностроении / А.В. Высоцкий // Измерительная техника. – 1983. – №4. – С. 35–36.

- 11.Высоцкий, А.В. Пневматические средства измерений линейных величин в машиностроении/ А.В. Высоцкий, А.П. Курочкин.– М.: Машиностроение, 1979. – 206 с.
- 12.Глухов, В.И. Бесконтактное пневматическое устройство для активного контроля размеров деталей с прерывистыми поверхностями / В.И. Глухов и др.// Повышение точности и производительности пневматического метода измерения размеров: сб. – М.: Изд. Стандартов – 1975 – С. 27–33.
- 13.Каталог фирмы Контакт-прибор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kontakt-pribor.ru>.
- 14.Каталог фирмы Прогресс-станкоинструмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://progress-stanko.ru>.
- 15.Куратцев, Л.Е. Приборы размерного контроля на элементах пневмоавтоматики/ Л.Е. Куратцев, И.М. Цырульников. – М.: Машиностроение, 1977. – 134 с.
- 16.Мурашов, В. М. Пневматический длиномер высокого давления ротаметрического типа (ротаметр) "Аэротест-Р" // Датчики и системы. – 2005.– №12. – С. 56 – 63.
- 17.Педь, Е.И. Широкопредельные пневматические приборы для автоматического контроля размеров/ Е.И. Педь // Приборы и средства для активного контроля размеров на металлообрабатывающих станках: сб. – М.: Машиностроение – 1965 – С. 60–80.
- 18.Плоский дроссельно-эжекторный преобразователь линейного размера: [Текст]: а.с. 1469347 СССР: МКИ G 01 В 13/00 / Н.А. Волошина – №4301102/25-28; заявл. 24.08.87; опубл. 30.03.89, Бюл. 12. –2 с.: ил.
- 19.Пневматическое устройство для измерения: пат. 2247320 Рос. Федерация. МКИ G 01 В 13/00 / В.М. Мурашов– № 2004102151/28; заявл. 23.01.2004; опубл. 27.02.2005, Бюл. № 6. 5 с.: ил.
- 20.Струйная техника в автоматике – М.: Энергия, 1977. – 169 с.

21. Устройство измерения размера детали: пат. 2397441 Рос. Федерация.
МКИ G 01 B 13/02 / [В.М. Мурашов и др.] – № 2008150834/28; заявл.
22.12.2008; опубл. 20.08.2010, Бюл. № 23. 6 с.: ил.
22. Bailey, S.J. Pneumatic process, control, an aternal case of borrowed time. /
S.J. Bailey // Control Engineering. – 1979. – v.25 № 10. – p. 39-42.
23. Каталог фирмы Marposs [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.marposs.com/>.
24. Каталог фирмы Solartron Metrology [Электронный ресурс]. – Режим
доступа:<http://www.solartronmetrology.com/>.