А.М. Пугин, А.А. Князев, Ю.А. Пугина
A. M. Pugin, A.A. Knjzev, J.A. Pugina

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

PNEUMATIC DEVICE FOR MEASURING THE PARAMETERS OF MICROCLIMATE

г.Уфа, Уфимский государственный авиационный технический университет
Ufa - City, Ufa State Aviation Technical University

The pneumatic device, which can be used in the life ensuring systems and in the experimental climatic chambers for measuring the parameters of microclimate: temperature and humidity of the atmosphere, is considered here. The device makes it possible to have the necessary scope of measurements. The device measures some current pressure changes in special chambers while the air, taken from the premises under control, is being pumped through them. The air circulation in the premises is being provided.

Известные термометры, работа которых основана на термическом расширении или сжатии газа, имеют относительно небольшой диапазон измерений и не позволяют измерять другие параметры микроклимата, в частности, влажность. Разработанное устройство /1,2/, предназначенное для измерения параметров микроклимата, относится к термо- и гигрометрии и может быть использовано в составе различных систем жизнеобеспечения или в испытательных климатических камерах для одновременного измерения температуры и влажности атмосферы.

Одновременное измерение, как температуры, так и влажности достигается за счет дополнительного блока для измерения влажности воздуха. Кроме того, устройство позволяет устанавливать требуемый диапазон измерений. Работа устройства основана на замерах текущих изменений давления в специальных камерах при прокачивании через них воздуха, забираемого из контролируемого помещения. При этом обеспечивается циркуляция воздуха в помещении. Получаемая информация обрабатывается на компьютере (компьютер или микропроцессорная система могут находиться в другом помещении). С помощью разработанного программного обеспечения /3/, при использовании системы управления, формируются управляющие воздействия для поддержания требуемых значений параметров микроклимата (может быть осуществлено интеллектуальное управление).

Пневматическое устройство (на рисунке 1 представлена его блок-схема) содержит входное воздухозаборное устройство 1, дифференциальный усилитель 2, нелинейный элемент 3, устройство распределения поступающего воздуха 4, блок вычисления отношений 5, пневмосопротивления 6 и 7, источник стабилизированного разряжения 8, подстроечное устройство для забора воздуха 9, преобразователь давления по влажности в аналоговый сигнал 10, преобразователь давления по температуре в аналоговый сигнал 11, соединительные каналы 12-26, 30 и управляющие каналы 27-29. Нелинейный элемент 3, показанный на рисунке 2, состоит из корпусов 41 и 42, между которыми расположена эластичная мембрана 31, образующая камеры 32 и 33. На мембране 31 имеется заслонка 34. На корпусе 41 имеется вход 35, соединённый с каналом 19, выход 36, соединённый с каналом 21 и сопло 37, соединённое с атмосферой. На корпусе 42 имеются вход 38 и выход 39, соединённые соответственно с каналами 16 и 22, и сопло 40, соединённое с атмосферой.

Устройство для забора воздуха 4, приведенное на рисунке 3, состоит из канала 45, влажностного регулятора давления 43, соединенного посредством канала 44 с элементом для забора воздуха 1, по каналам 15 и 17 – с выходом пневмосопротивления 6, по каналам 16 и 17 - со входом нелинейного элемента 3, а по управляющим каналам 27-29 поступают сигналы в блок вычисления отношений.

Влажностной регулятор давления (рисунок 4)состоит из корпуса 53, в котором расположена дуга 47 из упругого материала, между концами которой закреплена нить 48 из влагочувствительного материала. Материалы дуги и нити могут иметь одинаковый коэффициент температурного расширения. Один конец дуги шарнирно закреплен на направляющих 49 для вертикально-горизонтального перемещения шарнира при настройке. Другой конец дуги снабжен устройством для зажатия нити 50, которое установлено на корпусе с возможностью скольжения, на середине дуги жестко закреплен стержень 46. Источник стабилизированного разряжения 8 соединен с каналом 12, который разветвляется на каналы 13, 14 и 30 соответственно, с пневмосопротивлениями 6 и 7, а также со входом питания дифференциального усилителя 2. Выход пневмосопротивления 7 соединён посредством каналов 18 и 19 с одним из входов нелинейного элемента 3, и одновременно каналом 20 со входом подстроечного устройства для забора воздуха 9. Выход пневмосопротивления 6 соединён со вторым входом нелинейного элемента 3 посредством каналов

@2002, электронная версия подготовлена ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург, http://www.autex.spb.ru

15 и 16, и одновременно каналами 15 и 17 со входом устройства для забора воздуха 4, который, в свою очередь, соединен с элементом для забора воздуха 1, а также посредством управляющих каналов 27-29 – с блоком вычисления отношений 5. Выходы нелинейного элемента 3 через сопла 37 и 40 (рисунок 2) соединены с атмосферой, а каналами 21 и 22 соединены со входами дифференциального усилителя 2, выходы которого каналами 23 и 24 соединены с блоком вычисления отношений 5, который, в свою очередь, соединен каналами 25 и 26 соответственно с преобразователем 10 давления по влажности в аналоговый сигнал и преобразователем 11 давления по температуре в аналоговый сигнал.

Капилляр 3 (рисунок 5) состоит из корпусов 41 и 42, между которыми расположена жидкость 31, например, масло, образующая камеры 32 и 33. На поверхностях жидкости 31 имеются две пленки с закрепленными на них штоками 34. На корпусе 41 имеется вход 35, соединённый с каналом 19, выход 36, соединённый с каналом 21 и сопло 37, соединённое с атмосферой. На корпусе 42 имеются вход 38 и выход 39, соединённые соответственно с каналами 16 и 22, и сопло 40, соединённое с атмосферой.

Устройство работает следующим образом. При подключении стабилизированного источника разряжения 8 разряженный воздух по каналам 12, 13, 14 и 30 и через пневмосопротивление 7 по каналам 18-20 передаётся на вход 35 нелинейного элемента 3, на вход подстроечного элемента для забора воздуха 9, а через пневмосопротивление 6 по каналам 15-17 подается на вход 38 нелинейного элемента 3, на вход устройства для забора воздуха 4, затем – на элемент для забора воздуха 1, через канал 30 – на вход питания дифференциального усилителя 2. Затем, под воздействием стабилизированного источника разряжения 8, воздух из помещения поступает на выход элемента для забора воздуха 1, затем – на выход устройства для забора воздуха 4, в котором по каналу 44 через влажностной регулятор давления 43, в котором под воздействием влажного воздуха, проходящего через отверстия 52 и 51, нить 48 изменяет свою длину, тем самым изменяя кривизну дуги 47 и стержень 46 перемещается, изменяя сечение канала 54, тем самым изменяя подачу давления в зависимости от влажности. Одновременно, как по каналу 44, так и по каналу 45 воздух поступает в каналы 15-17 и затем – на вход нелинейного элемента 3. С выхода нелинейного элемента 3 воздух по каналам 21 и 22 поступает соответственно на первый и второй входы дифференциального усилителя 2. Одновременно с устройства для забора воздуха 4 по управляющим каналам 27-29 в блок вычисления отношений 5 поступают значения давлений: P - суммарное давление по влажности и температуре; Pвл - давление по влажности; Pt - давление по температуре. На выходах 23 и 24 дифференциального усилителя 2 появляется избыточная разность давлений, которая поступает в блок вычисления отношений 5. При помощи подстроечного устройства для забора воздуха 9 устанавливается давление, соответствующее начальной точке значений блока вычисления отношений 5, причём во время подстройки необходимо, чтобы сопло 37 не сообщалось с атмосферой. При повышении температуры измеряемой среды благодаря элементу для забора воздуха 1 и устройству для забора воздуха 4, поднимается давление в каналах 14-16, которое передаётся в камеру 33 через вход 38 нелинейного элемента 3, одновременно сообщается с атмосферой через сопло 40 и через выход 39 и канал 22 поступает на вход дифференциального усилителя 2. Одновременно давление по управляющим каналам 27-29 поступает в блок вычисления отношений 5. При дальнейшем увеличении температуры поднимается давление в камере 33 и эластичной мембраной 31, заслонкой 34 постепенно перекрываются сопла 37 и 40. После перекрытия сопел 37 и 40 давление в камерах 32 и 33 нелинейного элемента 3 соответственно через каналы 21 и 22 подаётся на входы дифференциального усилителя 2, через выходы 23, 24 которого поступает в блок вычисления отношений 5. Этот момент соответствует началу диапазона измерений.

При использовании капилляра (рисунок 5) с увеличением температуры давление в камере 33 с жидкостью 31 поднимается. Шток 34, закрепленный на пленках покрывающих жидкость 31 постепенно перекрывает сопла 37 и 40. После их перекрытия давление в камерах 32 и 33 капилляра 3 соответственно через каналы 21 и 22 подаётся на входы дифференциального усилителя 2, через выходы 23, 24 которого поступает в блок вычисления отношений 5.

Для того, чтобы различить показания давления по влажности и по температуре в устройство был введен блок вычисления отношений. Обозначим давление в каналах 23 и 24 как конечное ($P_{кон}$), а разделенные значения давлений – давление по температуре и давление по влажности – соответственно как $P_{кон\ вл}$ и $P_{кон\ t}$. Получив начальные значения давлений по управляющим каналам 27-29, а именно соответственно P, $P_{вл}$, P_t, можно вычислить конечные значения давлений по следующим отношениям:

Pкон / Pкон вл = P / Pвл и Pкон / Pкон t = P / Pt .

Следовательно, получим:

Pкон вл = Pкон∗ Pвл / P и Pкон t = Pкон∗ Pt / P.

С блока вычисления отношений давление по каналам 25 и 26 соответственно поступает на преобразователь 10 давления по влажности в аналоговый сигнал и преобразователь 11 давления по температуре в аналоговый сигнал.

Таким образом предлагаемое устройство позволяет измерять не только температуру, но и влажность, а также позволяет производить измерения более низких значений температуры, чем известные аналоги.

ЛИТЕРАТУРА

1 Положительное решение от 04.02.02 по заявке 021-01-188 № 2000114419 на изобретение. Пневматическое устройство для измерения параметров микроклимата./ Пугин А.М., Шаяхметова А.Р., Голованов Н.В.

2 Пугин А.М., Шаяхметова А.Р. Пневматическое устройство для измерения температуры. Заявка на изобретение. 021-01-322 № 2000101156 от 13.01.2000.

3 Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2000611369. Программа обработки параметров микроклимата. / А.М.Пугин, А.Р. Шаяхметова, Ю.А. Пугина, Н.В. Голованов // Роспатент 25.12.2000.

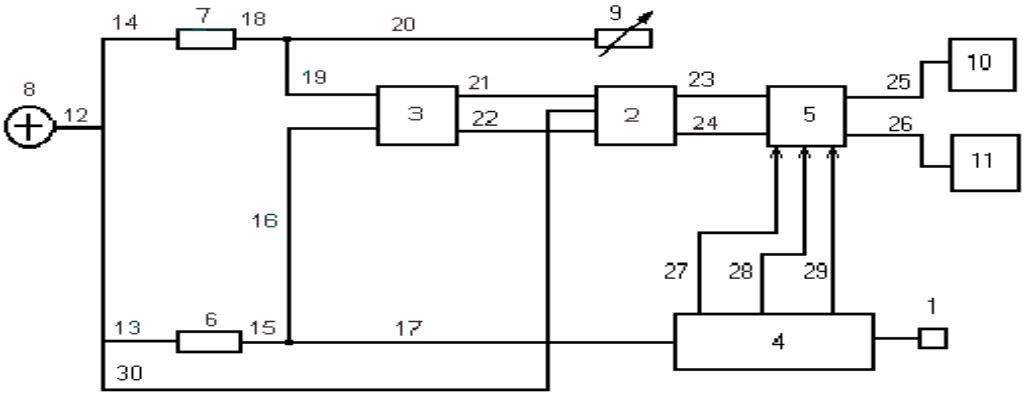

Рисунок 1 –Устройство для измерения параметров микроклимата

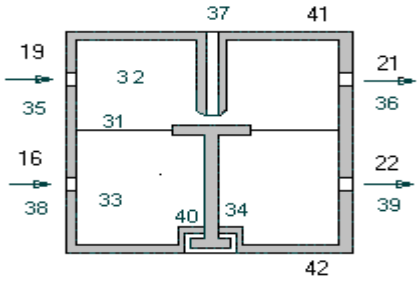

Рисунок 2 – Нелинейный элемент

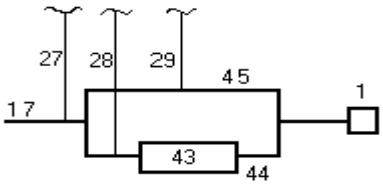

Рисунок 3 – Устройство для забора воздуха

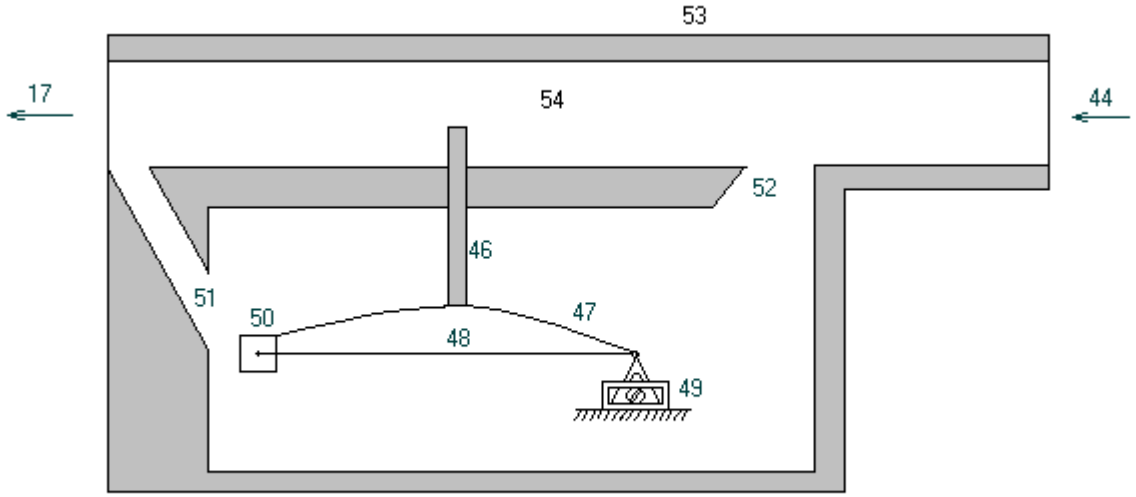

Рисунок 4 - Влажностный регулятор давления

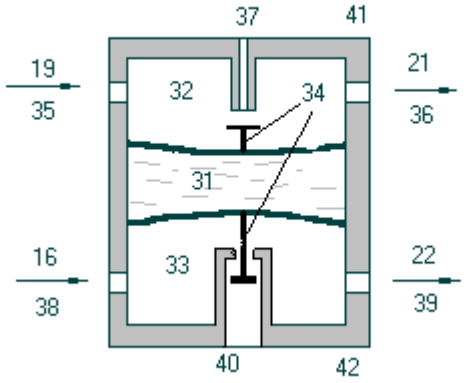

Рисунок 5 – Капилляр