XXXIV Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции.
Ч.III: С.18-19, 2006.
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2006.

УДК 53.082.32

В.И.Андреев (асп., каф. ГАК)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ ТИПА ЖИКЛЕР МЕТОДАМИ ПНЕВМОМЕТРИИ

При автоматизации конкретной контрольно-измерительной операции, как правило, требуется измерительное устройство принцип действия, технологические характеристики которого удовлетворяют данным условиям производства. Изготовление отверстий на металлорежущем станке с применением СОЖ, влечет за собой применение измерительной техники высокой надежности. Данным требованиям удовлетворяет устройство, основанное на пневматическом методе измерения. Сложность автоматизации контроля с помощью механических и электронно-механических, оптических, лазерно-дифракционных методов возрастает с уменьшением диаметра отверстий. Контрольно-измерительные операции, производимые с помощью пневмоустройства, с уменьшением диаметра измеряемых отверстий не усложняет конструкцию измерительной оснастки устройства, обеспечивая надежность функционирования.

Целью данной работы являются: синтез метода измерения отверстия и вычисления его диаметра с учетом применения в устройстве электронного вычислительного устройства и использованием стандартных пневмоэлементов, сборка стенда для проведения измерений, статистическая обработка полученных данных.

Использован следующий метод измерения (рис. 1). На входе в испытуемое отверстие устанавливается определенное давление воздуха, что обеспечивает перепад с атмосферным давлением на выходе. В результате происходит течение воздуха через отверстие из устройства в атмосферу. Расход в этом случае зависит в основном от температуры воздуха, давления за и перед отверстием и от параметров отверстия (диаметр, длина, коэф. сопротивления и т.д.) через которое происходит течение потока. Считывая давление, расход, температуру можно вычислить диаметр отверстия при известных остальных параметрах выясненных заранее.

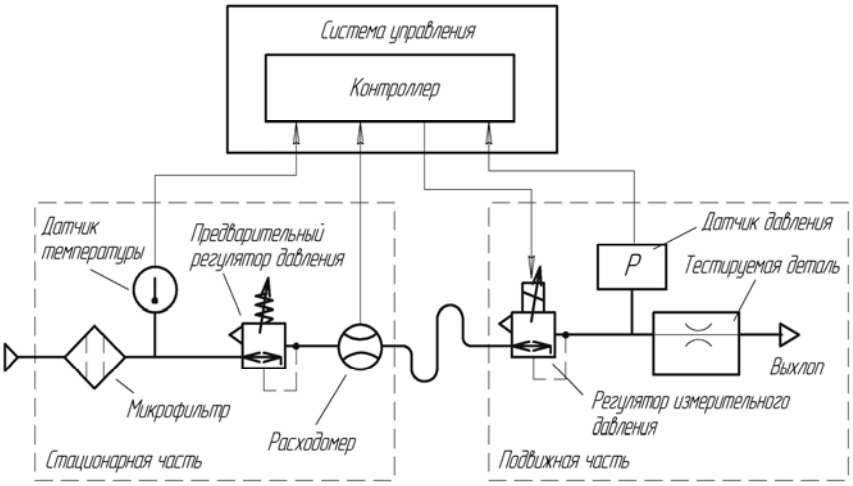

Рис. 1. Пневмосхема измерительного устройства

Для выражения диаметра использована формула Сен-Венана Ванцеля. Допущения, принятые в формуле, совпадают с принятыми при рассмотрении течения воздуха через измеряемое отверстие: процесс истечения через отверстие – изотермический, начальная

скорость равна нулю, создаваемое давление не выше 0.8 атм., выбран режим истечения – надкритический.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{p_M \pi \mu \varphi \ (\sigma_*) \sqrt{2k / RT_M (k-1)}}}, \qquad (1)$$

В формуле (1) присутствует коэффициент расхода μ, под которым в термодинамике понимают произведение коэффициента сжатия струи воздуха, учитывающего уменьшение поперечного сечения струи при истечении, и коэффициента скорости, учитывающего потери на трение. Опытное определение коэффициента расхода является сложным трудоемким процессом. Вследствие чего, в алгоритме измерения должен присутствовать режим «калибровки» системы для выяснения коэффициента расхода путем обратного пересчета. Суть режима заключается в расчете коэффициента μ по расходу, давлению и заведомо известному диаметру, т.к. в этот момент установка считывает параметры с точно изготовленной эталонной детали.

Вместе с коэффициентом μ резонно вести калибровку по коэффициенту адиабаты, также возможно включение в общий коэффициент температуру (т.к. этот параметр меняется медленно и целесообразней произвести повторную калибровку, если датчик отсутствует) и т.д. Но в рассматриваемом случае температура замеряется датчиком. Обозначив постоянные величины одним групповым коэффициентом, выражение для автоматического вычисления диаметра имеет вид:

$$d = \sqrt{\frac{G \cdot \sqrt{T}}{p_M \cdot K}}, \qquad (2)$$

Данная формула позволяет использовать ПЛК средней мощности (типа MELSEC-FX_{2N}).

На базе исследования создан макет измерительного устройства, проведен эксперимент, получены и обработаны статистические данные по точности при тестировании трех автомобильных жиклеров диаметром: 1500+7 мкм, 1700+7 мкм, 1900+7 мкм (табл. 1).

Таблица 1.

Давление, МПа	Погрешность измерения, d мкм		
d	1900	1700	1500
0.5	1898±3	1702±4	1498±4
0.4	1898±5	1703±3	1501±5
0.3	1903±8	1703±3	1503±4

Подобное пневмометрическое устройство имеет высокую разрешающую способность. Электронная система практически не требует отладки со временем. Внедрение более мощного программируемого контроллера открывает возможности по применению широкого спектра формул и коэффициентов, что дает возможность значительно расширить диапазон измерения и номенклатуру отверстий и обеспечить распознавание дефектов.