

УДК 625.520

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СЛЕДЯЩЕГО ТИПА

А. Г. КНЯЗЕВА, Е. С. ГУМОНЮК

Научный руководитель В. Ф. ГОГОЛИНСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Пневматические измерительные средства размерного контроля получили широкое применение в машиностроительной, подшипниковой, приборостроительной и других отраслях промышленности благодаря высокой точности измерений, малой чувствительности к загрязнению и вибраций, надежности и др. К недостаткам существующих типовых пневматических преобразователей является инерционность и малый диапазон измерения (до 0,2 мм), при котором сохраняется достаточная линейность характеристики.

Известно, что время установления t_y выходного сигнала в пневматических преобразователях определяется тем, что давление в измерительной камере и расход воздуха через измерительный дроссель в начале процесса измерения существенно отличается по окончании измерения. Приемы уменьшения времени t_y путем сохранения в измерительной камере давления, по возможности близким к конечному, конструктивными мерами не дали положительного эффекта. При этом усложняется конструктивная схема преобразователя, возникают новые звенья, обладающие инерционностью.

Более высокими динамическими характеристиками обладают пневматические измерительные преобразователи, содержащие в своей структуре отрицательную обратную связь и осуществляющие принцип «слежения». Пневматический следящий преобразователь (рис. 1) реализуется на основе пневматического уравнивания расходов P_u и P_{np} измерительной камеры 1 и камеры противодействия 2 их равновесие обеспечивается за счет гибкой мембраны 3 и жестко связанных с ней подвижного штока 5 и полого штока 10 с отверстиями для пневматической связи с выходным (измерительным) дросселем 8. За счет гибких сильфонов создается возвратно-поступательное движение штоков при изменении зазора h_x между выходным дросселем 8 и поверхностью изделия 9. В отличие от подвижного штока 5 шток 10 выполнен полым с калиброванными отверстиями, через которые измерительная камера сообщается с выходным дросселем 8.

В такой конструкции уравнивающего преобразования измерение размера изделия преобразуется в перемещение x подвижного штока. С помощью дросселей 7 камеры запитываются воздухом, а дросселем 4 по эталону устанавливается величина зазора h_x .

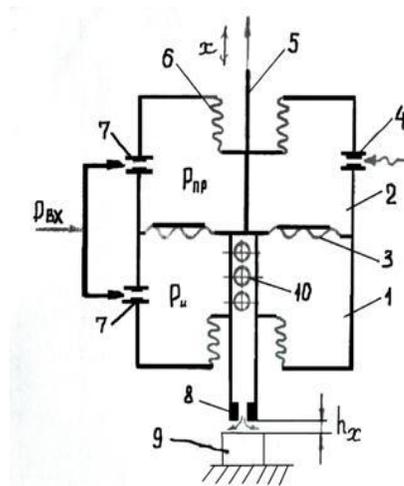


Рис. 1. Схема пневматического следящего преобразователя: 1 – камера измерительная; 2 – камера противодавления; 3 – мембрана гибкая; 4 – дроссель противодавления; 5 – шток подвижный; 6 – сильфоны; 7 – дроссель входной; 8 – дроссель выходной; 9 – изделие; 10 – шток полый с отверстиями

В результате экспериментальных исследований установлено, что погрешность от нелинейности бесконтактного пневматического следящего преобразователя в диапазоне $1,2 \cdot 10^{-3}$ м не превышает 0,5 %, а по быстродействию и диапазону измерения он в десять раз превышает типовые пневматические преобразователи с неподвижным измерительным дросселем. Время реакции БПСП определяется чувствительностью K_h , эффективной площадью f_3 упругих элементов и их жесткостью k_0 , массой m_0 подвижных элементов. Например, уменьшение жесткости увеличивает чувствительность, что может привести к потере устойчивости и необходимости дополнительного демпфирования. С уменьшением в БПСП объема измерительной камеры и диаметра отверстия входного дросселя расширяется полоса пропускания. Изменение объема измерительной камеры не оказывает существенного влияния на чувствительность.

Повышение быстродействия БПСП объясняется уменьшением величины входного сигнала, поступающего на вход преобразователя. С неподвижным измерительным дросселем представляет собой изменение зазора между торцом измерительного дросселя и поверхностью контролируемого размера, что вызывает значительное изменение давления в измерительной камере. В режиме слежения входной сигнал уменьшается, например, при уменьшении размера изделия, за счет перемещения штока и жестко связанного с ним измерительного дросселя. Это вызовет более высокую скорость изменения давления воздуха в измерительной камере и поддержание его на заданном уровне $P_{и}$, соответствующему начальному зазору h_x между торцами измерительного дросселя и поверхностью контролируемого изделия.

Определяющим при выборе схемы и параметров БПСП является максимальное значение амплитуды динамической погрешности, которая для экспериментального образца при выбранных параметрах составила $1,08 \cdot 10^{-6}$ м.