

УДК 621.757

А.П. Васютенко, доцент, канд.техн. наук,**Л.В. Недобой, ассистент, Губриенко Е.В., инженер***Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина 99053**E-mail: ps@sevgtu14.sebastopol.ua***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Рассмотрены схемы пневматического преобразователя и экспериментальной установки, методика проведения исследований, статические характеристики, значения диапазонов измерения и пневматических передаточных отношений преобразователя.

Ключевые слова: пневматический преобразователь, линейное измерение, экспериментальное исследование

Пневматические средства измерения широко используются для контроля размеров и формы деталей как в процессе их изготовления, так и после обработки. Благодаря малогабаритной измерительной оснастке можно производить измерения в труднодоступных местах и создавать простые конструкции многомерных устройств. В работах [1, 2] рассмотрены теоретические обоснования и анализ точности пневматического преобразователя с пневмокамерой постоянного объема.

Целью статьи является экспериментальная проверка теоретической модели, описывающей работу преобразователя для линейных измерений, построенного на базе пневматического интегратора разомкнутого типа [1, 2] на основе исследования его статических характеристик. Схема преобразователя и экспериментальной установки показаны на рисунке 1.

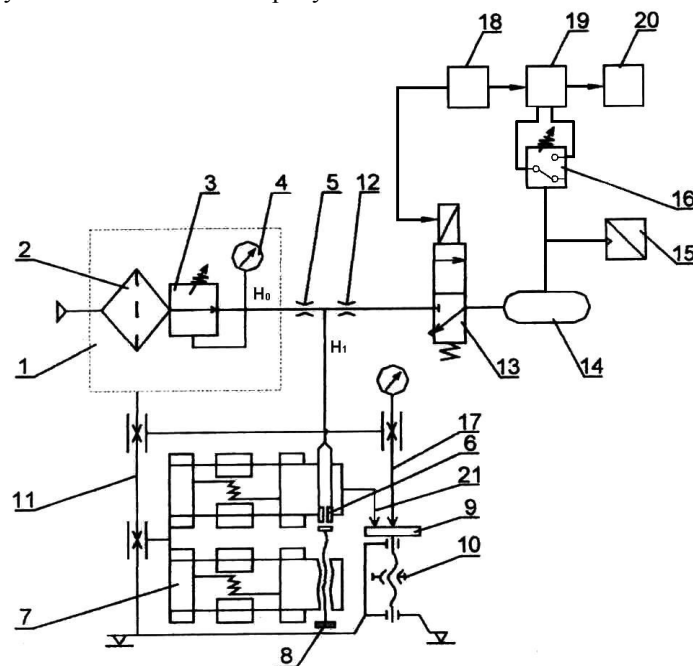


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В комплект установки входит блок подготовки воздуха 1, аналоговый преобразователь давления 15 модели 10В 20мА, индуктивное реле давления 16 модели РЕН-М5, распределитель 13 модели 1У с односторонним электромагнитным управлением и пружинным возвратом, стойка измерительная 11 модели С1-1, пневматическая скоба 7, вертикальный оптиметр 17 модели ОВО-1.

Принцип действия установки следующий. Воздух от компрессора поступает на блок подготовки воздуха 1, состоящий из фильтра 2, регулятора-стабилизатора давления 3 и манометра 4, далее через входное сопло 5 к измерительному соплу 6. Сопло 6 закреплено в подвижной каретке пневматической скобы 7. Скоба 7 закреплена на измерительной стойке 11. Измерительный наконечник 21 скобы контактирует с регулируемым столиком 9. На столик 9 также опирается наконечник вертикального оптиметра 17. Измерение положения столика 9 с помощью гайки 10 приводит к изменению зазора Z между торцом измерительного сопла 6 и настроечным винтом 8 и измерительного давления H_1 , которое

через сопло 12 и распределитель 13 поступает в ресивер 14, выполняющий роль глухой пневмокамеры постоянного объема. Измерительное давление в ресивере регистрируется аналоговым преобразователем давления воздуха 15 и индуктивным реле давления 16. Срабатывание реле 16 настраивается на давление воздуха H_2 . При срабатывании реле давления выключается таймер 19, включение которого производится от кнопки блока управления 18 одновременно с распределителем 13, открывающим подачу воздуха с измерительным давлением H_1 в ресивер 14. На цифровом отсчетном устройстве 20 отображается значение времени t заполнения ресивера 14 до давления H_2 . Время t зависит от зазора Z между соплом 6 и винтом 8. После срабатывания реле давления 16 распределитель 13 переключается и сбрасывает давление воздуха из ресивера в атмосферу. После перемещения столика 9 гайкой 10 на величину, измеряемую вертикальным оптиметром 17 и измерения при этом зазора Z нажимается кнопка блока управления 18 и цикл измерения времени t повторяется.

Исследования проводились при следующих параметрах преобразователя: рабочем давлении воздуха $H_0 = 0,1 \text{ МПа}$; диаметре измерительного сопла $d_2 = 2 \text{ мм}$; давлении срабатывания индуктивного реле $H_2 = 0,02 \text{ МПа}$; объеме ресивера $V = 25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$; размерах сопла 12 $d_3 = 0,5 \text{ мм}$, $l_3 = 5,0 \text{ мм}$; диаметрах входных сопел $d_1 = 0,5; 0,7; 1,2 \text{ мм}$.

Методика проведения исследований. После настройки величины рабочего давления H_0 по манометру 4 блока подготовки воздуха 1 и давления H_2 срабатывания реле давления 16 по показаниям аналогового преобразователя давления 15 вращением настроенного винта 8 скобы 7 устанавливается нулевой зазор Z между измерительным соплом 6 и торцом винта 8. Показание вертикального оптиметра 17 устанавливается на значение «–200 мкм». Определение статической характеристики пневматического преобразователя $t = f(Z)$ проводилось в диапазоне измерения зазоров Z от 0 до 0,5 мм с шагом $\Delta Z = 0,001 \text{ мм}$ при различных диаметрах входного сопла 5.

Максимальное значение зазора $Z_{\max}$ определялось из условия, что площадь кольцевого зазора $f_k = \pi d_2 Z$ между измерительным соплом 6 и торцом винта 8 не должно превышать площади поперечного сечения измерительного сопла $f_2 = \pi d_2^2 / 4$, т.е. $\pi d_2 Z \leq \pi d_2^2 / 4$. Откуда $Z_{\max} = \frac{d_2}{4} = 0,5 \text{ мм}$ при диаметре измерительного сопла $d_2 = 2 \text{ мм}$.

В таблице 1 приведены экспериментальные значения времени t заполнения ресивера от зазора Z при диаметрах входного сопла $d_1 = 0,5; 0,7$ и $1,2 \text{ мм}$, а на рисунках 2–4 графики экспериментальных и теоретических зависимостей функции $t = f(Z)$.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

Зазор Z , мм	Диаметр входного сопла		
	$d_1 = 0,5 \text{ мм}$	$d_1 = 0,7 \text{ мм}$	$d_1 = 1,2 \text{ мм}$
Время заполнения t , с			
0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,0125	0,013	0,009
0,02	0,0132	0,026	0,012
0,03	0,053	0,038	0,014
0,04	0,067	0,05	0,015
0,05	0,083	0,055	0,018
0,06	0,162	0,061	0,021
0,07	0,193	0,069	0,025
0,08	0,31	0,081	0,026
0,09	0,625	0,089	0,029
0,10		0,091	0,033
0,11		0,122	0,035
0,12		0,156	0,036
0,13		0,192	0,038
0,14		0,243	0,062
0,15		0,269	0,063
0,16		0,35	0,062
0,17		0,49	0,048
0,18		0,58	0,07
0,19			0,09
0,20			0,065
0,30			0,118
0,40			0,202
0,50			0,422

По графикам и данным таблицы 1 определены значения прямолинейных участков ΔZ характеристик преобразователя, времени срабатывания Δt и пневматические передаточные отношения $K_{Z_3} = \frac{\Delta t}{\Delta Z}$ (таблица 2). При выборе положения рабочего участка статических характеристик учитывались следующие ограничения:

- время срабатывания t реле давления должно согласовываться с погрешностью измерения δt интервала времени $\delta t \leq 0,1t$;
- линейность рабочего участка характеристики не должна превышать 3 %.

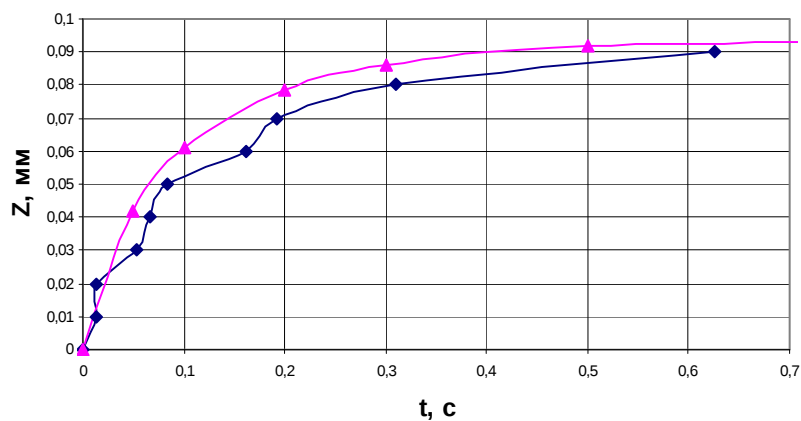


Рисунок 2. – Экспериментальная графическая зависимость зазора Z от времени t при диаметре сопла $d_1 = 0,5$ мм;
■ – экспериментальная, ▲ – теоретическая

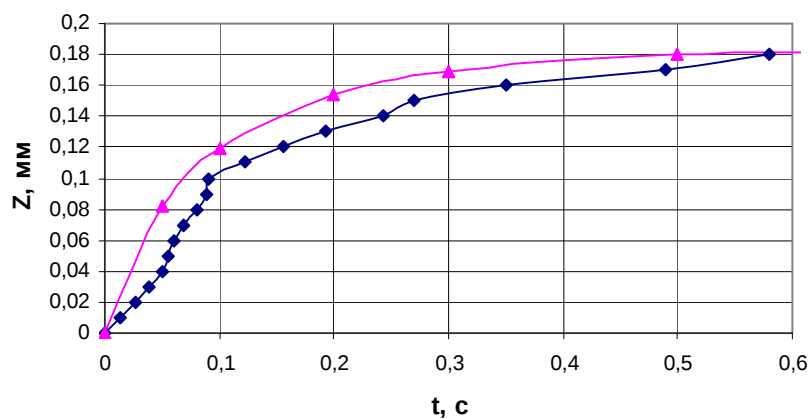


Рисунок 3. – Экспериментальная графическая зависимость зазора Z от времени t при диаметре сопла $d_1 = 0,7$ мм;
■ – экспериментальная, ▲ – теоретическая

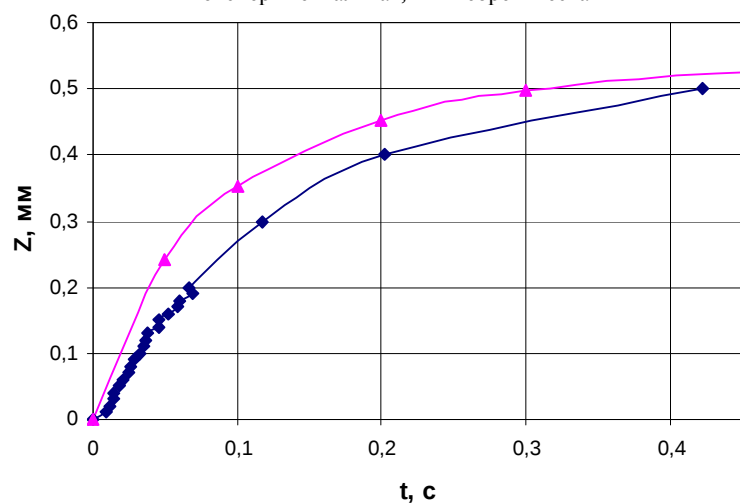


Рисунок 4. – Экспериментальная графическая зависимость зазора Z от времени t при диаметре сопла $d_1 = 1,2$ мм;
■ – экспериментальная, ▲ – теоретическая

Таблица 2 – Расчетные и экспериментальные значения параметров преобразователя

Диаметр входного сопла d_1 , мм	Экспериментальные				Расчетные			
	Δt , с	ΔZ , мм	Z_{cp} , мм	K_{Z_3} , с/мм	Δt , с	ΔZ , мм	Z_{cp} , мм	K_{Z_3} , с/мм
0,5	0,12	0,020	0,06	6,5	0,11	0,018	0,068	6,6
0,7	0,152	0,038	0,120	3,8	0,10	0,030	0,133	3,3
1,2	0,10	0,100	0,350	1,2	0,09	0,095	0,391	1,0

Анализ данных таблицы 2 показывает, что экспериментальные значения прямолинейных участков ΔZ характеристики преобразователя и передаточных отношений K_{Z_3} хорошо согласуются с расчетными величинами этих параметров [1,2]. Расхождение значений прямолинейных участков лежит в пределах 5...11 %, а передаточных отношений 10...17 %.

Перспективой дальнейших исследований является проведение экспериментальных исследований преобразователя при рабочих давлениях воздуха $H_0 = 1,5; 2,0$ МПа и объемах ресивера $V = 50; 75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ и сравнительная оценка диапазонов измерений и передаточных отношений.

Бibliографический список

1. Васютенко А.П. Пневматический измерительный преобразователь на базе интегрирующего устройства разомкнутого типа / А.П. Васютенко, О.В. Филипович, Л.В. Недобой, И.В. Дементьева // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. — Севастополь, 2007. — Вып. 10. — С. 86–90.
2. Васютенко А.П. Исследование точности пневматического преобразователя на базе интегрирующего устройства / А.П. Васютенко, Л.В. Недобой, В.А. Губарев // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 11. — С. 154–156.

Поступила в редакцию 23.03.2010 г.