

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗАЗОРА В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕ

В.К. РАЗУМЕЕВ, П.М. МОВШОВИЧ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, А.Ф. ФИЛИПЬЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Известно [1], что ключевым элементом, оказывающим влияние на качество получаемой пряжи, является коммутирующее устройство, переключающее подачу сжатого воздуха в вихревые камеры (пневматический переключатель – ПП). Существует большое количество различных конструкций ПП.

В серийных машинах типа ПСК были использованы золотниковые бесконтактные ПП [2], характерной особенностью которых является небольшой зазор между вращающимся золотником и корпусом. Это обеспечивает высокую надежность устройства, но создает ряд технических проблем.

Рассмотрим некоторые вопросы, связанные с величиной зазора в золотниковом пневматическом переключателе. Действительно, с одной стороны, увеличение зазора снижает требования к точности изготовления и способствует повышению надежности работы устройства. Кроме того, увеличение зазора создает подпор в неработающих соплах и снижает опасность их засорения. С другой стороны, увеличение зазора снижает качество используемой диаграммы и может привести к неточностям в переключении направления вихря. Так, возможно перетекание воздуха между отверстиями в корпусе, которые работают в противофазе, что ведет к снижению эффективности работы устройства в целом. Следовательно, правильный выбор величины зазора представляет серьезную теоретическую и практическую проблему.

В связи с вышесказанным, необходимо остановиться на некотором оптимальном уровне и установить требования к допуску на этот параметр, поскольку излишне узкие пределы допуска нерациональны с экономической точки зрения.

Приведем некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований по этому вопросу.

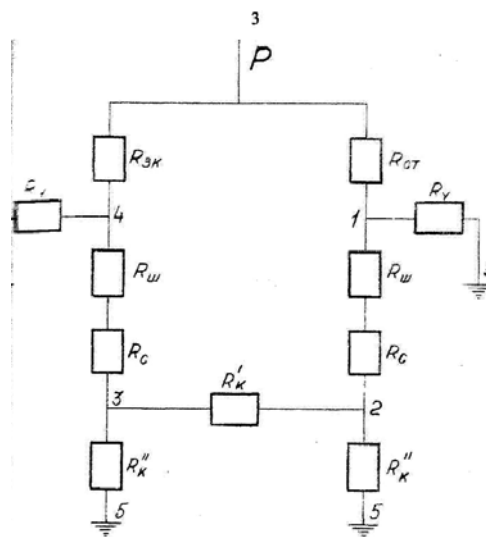


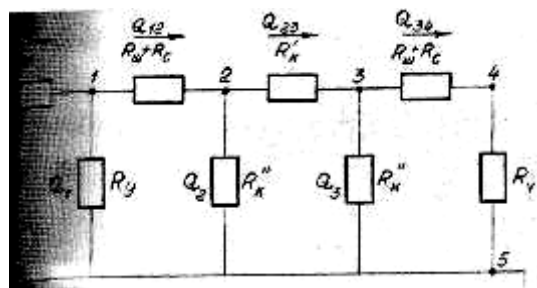
Рис. 1

На рис. 1 представлена пневматическая схема цепи переключатель – камера [3], где  $p$  – давление сети на входе в переключатель;  $R_{зк}$ ,  $R_{от}$  – пневматическое сопротивление переключателя соответственно в закрытом и открытом положениях;  $R_y$  – сопротивление утечки;  $R_{ш}$  – сопротивление подводящего шланга между переключателем и камерой;  $R_c$  – сопротивление сопла;  $R'_к$  – сопротивление камеры в направлении сопло – сопло;  $R''_к$  – сопротивление камеры в направлении сопло – атмосфера.

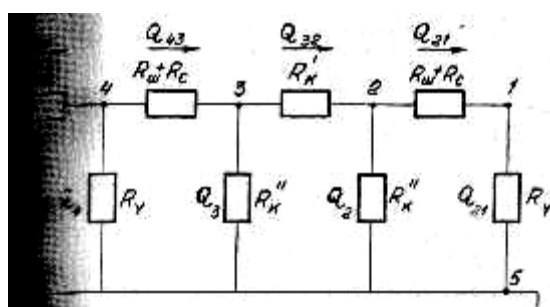
Цель проводимого расчета заключается в определении величины сопротивления  $R_{зк}$  переключателя в закрытом положении в функции величины зазора, при котором расход воздуха в неработающем сопле отсутствует. В этом положении имеет место равенство давлений сжатого воздуха, подводимых к каналу работающей и неработающей цепями переключателя. Расчет проводится методом наложения, при кото-

ром рассматриваются отдельно работающая и неработающая цепи переключателя, а затем определяется расход воздуха в цепях путем суммирования полученных результатов.

Преобразуем цепь, представленную на рис. 1.



а)



б)

Рис. 2

На рис. 2-а показана цепь, подключенная к открытому переключателю, а на рис. 2-б – цепь, подключенная к закрытому переключателю.

Очевидно, что расход на участке 3–4, характеризующий движение воздуха в работающем сопле, определится алгебраической суммой расходов:

$$Q_{34} - Q_{43},$$

где  $Q_{34}$  – расход, полученный из цепи на рис. 2-а;  $Q_{43}$  – расход, полученный из цепи на рис. 2-б.

Для расчета указанных цепей целесообразно заменить реальные сопротивления эквивалентными сопротивлениями [4].

На основании схем, согласно рис. 2-а, 2-б, могут быть составлены эквивалентные пневматические схемы, соответствующие закрытому и открытому пневматическому переключателю.

Правильный выбор зазора должен обеспечивать полную компенсацию давления воздуха:

$$Q_{34} = Q_{43}, \quad (1)$$

Если левая часть меньше правой, то из неработающего сопла будет выходить слабая струя воздуха, если больше – то произойдет вдувание воздуха в неработающее сопло.

Для того, чтобы оценить величину зазора, при котором выполняется условие (1) (и соответственно выражение для пневматических эквивалентных сопротивлений в указанных пневматических цепях), следует задаться геометрическими размерами рассматриваемого устройства и вычислить значения соответствующих пневматических сопротивлений. Подводящие шланги и сопла камер представляют собой каналы кругового сечения.

Сопротивление такого канала определяется выражением:

$$R = \frac{128\mu\ell}{\pi d^4}, \quad (2)$$

где  $\mu = 1,68 \cdot 10^{-5}$  Н·с/м<sup>2</sup> – вязкость воздуха [4];  $\ell$  – длина канала;  $d$  – диаметр канала.

Можно принять (из конструктивных соображений) для шлангов:  $\ell = 0,5$  м,  $d = 3 \cdot 10^{-3}$  м.

Расчет значения сопротивления для шлангов  $R_{ш} = 2,5 \cdot 10^4 \mu$ .

Примем, что сопло камеры состоит из двух цилиндрических участков:  $\ell_1 = 10$  мм,  $d_1 = 3$  мм,  $\ell_2 = 5$  мм,  $d_2 = 1,2$  мм. После вычисления получим, что суммарное сопротивление сопла равно  $\approx 1,03 \cdot 10^{11} \mu$ .

Эксперименты показывают, что сопротивление утечки для примененного в ПСК переключателя может быть принято в пределах

$$R_y \approx 4(R_{ш} + R_c) = 1,4 \cdot 10^{12} \mu.$$

Примем сопротивление переключателя в открытом положении  $R_{от} = 0$ , что подтверждается экспериментами.

Сопротивление переключателя в закрытом положении может быть рассчитано по формуле для канала с прямоугольной формой сечения:

$$R_{\text{эк}} = \frac{62b\ell}{bh^4f(b/h)}, \quad (3)$$

где  $\ell = 2,5 \cdot 10^{-2}$  м – длина прорези;  $b = 3 \cdot 10^{-3}$  м – ширина прорези, равная диаметру канала шланга;  $f(b/h) = 5,333$ .

Подставляя эти значения в (3), получим:

$$R_{\text{ш}} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

Проведя подстановку полученных значений в соответствующие эквивалентные сопротивления, получим расчетное значение зазора  $\rho = 60 \mu$ . Это значение близко к практически применяемому значению.

Необходимо отметить, что увеличение зазора выше оптимального значения приводит к паразитной утечке из неработающего сопла, уменьшение – к задуванию воздуха в это сопло.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Мовшович П.М.* Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
2. А.с. №567343. Пневматический переключатель устройства для получения самокрученной пряжи / Мовшович П.М. и др. – Оpubл. 1977.
3. *Бондаренко Ю.Н., Мовшович П.М.* Методика расчета оптимального зазора в пневматическом переключателе. – ЦНИИТЭИЛегпишемаш, 1986, 7 стр., деп. рукопись.
4. *Богачева А.В.* Пневматические элементы систем автоматического управления. – М.: Машиностроение, 1966.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.  
Поступила 29.03.08.