

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОПУСКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ ТИПА СОПЛО-ЗАСЛОНКА**

**Г. С. Кульгейко, Э. Г. Тончинский**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Размеры управляющего и распределительного элементов гидравлического усилителя оказывают существенное влияние на выходные параметры и для стабильности работы гидроусилителя необходимо допуски на основные элементы установить, исходя из допустимых колебаний выходных параметров.

Установлено, что если между выходными параметрами какого-либо сборочно-го узла  $y$  и его размерами или другими характеристиками  $x_1, x_2, \dots, x_n$  имеется аналитическая зависимость вида  $y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$  и она дифференцируется до  $n$ -го порядка для всех значений  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в промежутках  $z_1 \pm \delta_1, z_2 \pm \delta_2, \dots, z_n \pm \delta_n$ , где  $z_1, z_2, \dots, z_n$  – частные значения аргументов, соответствующие рассматриваемым характеристикам, то допуск на величину  $y$  определится из выражения (метод функциональной взаимозаменяемости):

$$\delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_1}\right)_{x_1=\bar{x}_1}^2 \cdot \delta_1^2 k_1^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_2}\right)_{x_2=\bar{x}_2}^2 \cdot \delta_2^2 k_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_n}\right)_{x_n=\bar{x}_n}^2 \cdot \delta_n^2 k_n^2}, \quad (1)$$

где  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$  – соответствующие допуски на величины  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ;  $k_1, k_2, \dots, k_n$  – коэффициенты рассеяния, значения которых определяются законами распределения величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Как видно из схемы работы гидроусилителя типа сопло-заслонка (рис. 1), отклонение распределительного золотника от нейтрального положения есть функция перепада давления на торцах золотника  $\Delta P_{Т.З}$ . Величина  $\Delta P_{Т.З}$  зависит от правильного подбора обоих сопел.

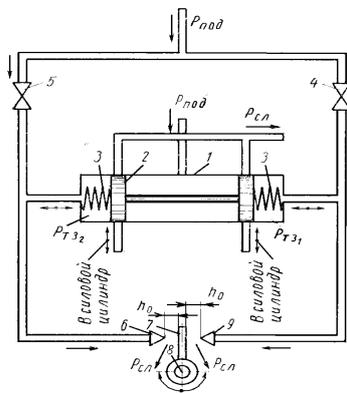


Рис. 1. Схема двухкаскадного гидравлического усилителя

Расход рабочей жидкости через сопло определяется по формуле

$$Q_c = \mu_c d_c h_0 \pi \sqrt{\frac{2\Delta P_c}{\rho}}, \quad \text{см/с}, \quad (2)$$

где  $\mu_c$  – коэффициент расхода;  $d_c$  – диаметр сопла;  $h_0$  – первоначальный зазор между соплом и заслонкой;  $\Delta P_c$  – перепад давления;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости.

Определены частные производные от допустимой разницы расхода рабочей жидкости по функциональным параметрам с использованием формулы (2), считая, что  $k_1 = k_2 = \dots = k_n = 1$ , по формуле (1) запишем

$$\delta Q = \sqrt{\left(\frac{\partial Q}{\partial d_c}\right)_1^2 \cdot \delta^2 d_c + \left(\frac{\partial Q}{\partial h_0}\right)_1^2 \cdot \delta^2 h_0 + \left(\frac{\partial Q}{\partial \Delta P_c}\right)_1^2 \cdot \delta^2 \Delta P_c}.$$

При  $\delta h_0 = \Delta P_c = 0$ ,  $\delta d_c = \delta \Delta P_c = 0$ ,  $\delta d_c = \delta h_0 = 0$  с использованием равенства

$$\delta d_c = \frac{\delta Q_c}{\mu_c h_0 \pi \sqrt{\frac{2\Delta P_c}{\rho}}}, \quad \delta h_0 = \frac{\delta Q_c}{\mu_c d_c \pi \sqrt{\frac{2\Delta P_c}{\rho}}}, \quad \delta \Delta P_c = \frac{\delta Q_c \sqrt{2\rho \Delta P_c}}{\mu_c d_c h_0 \pi},$$

$$\Delta P_C = P_{Т.З} - P_{к.с} - P_{сл},$$

где  $P_{к.с}$  – потери в канализации, кг/см<sup>2</sup>;  $P_{сл}$  – противодействие на сливе, кг/см<sup>2</sup>.

Рис. 2. Окно программы

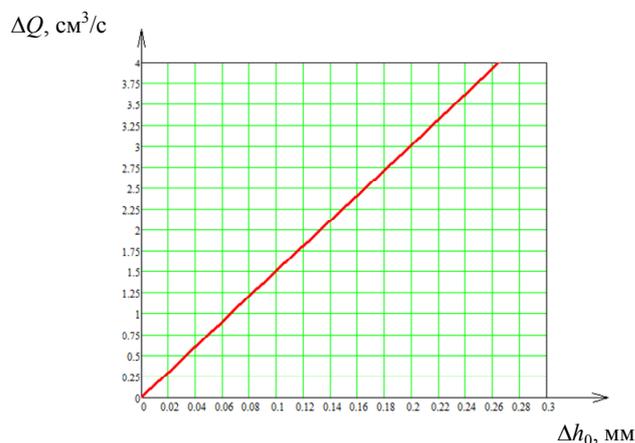


Рис. 3. Зависимость точности расхода от допуска на номинальный зазор между соплом и заслонкой

Для удобства и увеличения скорости расчета была разработана программа в среде разработки Delphi на языке программирования «ObjectPascal».

Исходя из полученных выше зависимостей имеем следующие входные параметры:  $\delta Q_c$ ,  $h_0$ ,  $d_c$ ,  $d_c$ ,  $\Delta P_c$ ,  $\mu$ ,  $\rho$ .

Исходя из указанных выше входных параметров и конечной методики расчета был разработан соответствующий алгоритм программы. Программа состоит из окна (рис. 2), в левой части которого расположены поля для ввода исходных данных, а в правой рассчитанные значения допусков, построен график зависимости  $\Delta Q = f(\Delta h)$ .

#### Литература

1. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители). – Режим доступа: <http://gidravl.narod.ru/gidrosled.html>. – Дата доступа: 02.08.2015.
2. Ильин, М. Г. Технология изготовления прецизионных деталей гидропривода / М. Г. Ильин, Я. А. Бекиров. – М. : Машиностроение, 1971. – 160 с.
3. Шагинян, А. С. Электрогидравлические усилители : монография / А. С. Шагинян, В. В. Болотский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – 105 с.