

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 сборочного 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 сопл.

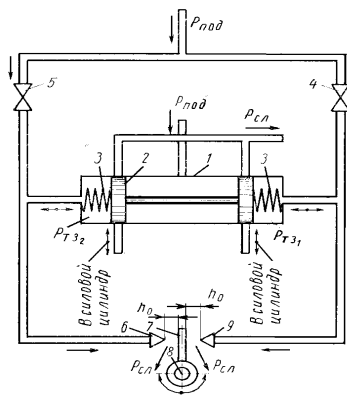


Рис. 1. Схема двухкаскадного гидравлического усилителя

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 μ_c – коэффициент расхода; d_c – диаметр сопла; h_0 – первоначальный зазор между соплом и заслонкой; ΔP_c – перепад давления; ρ – 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/см²; $P_{сл}$ – противодействие на сливе, кг/см².

Рис. 2. Окно программы

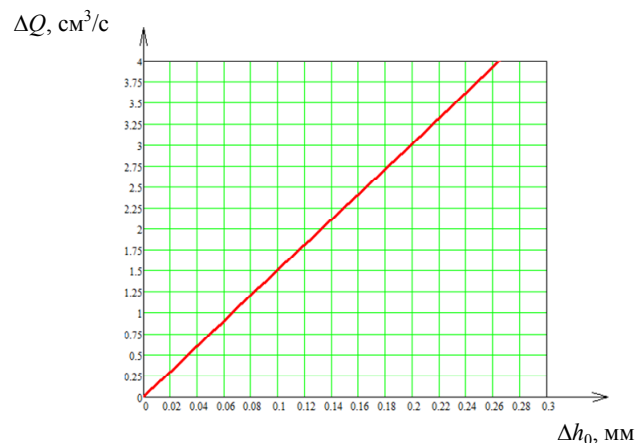


Рис. 3. Зависимость точности расхода от допуска на номинальный зазор между соплом и заслонкой

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: δQ_c , h_0 , d_c , ΔP_c , μ , ρ .

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.