

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОПУСКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ УСИЛИТЕЛЯ СОПЛО–ЗАСЛОНКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОПУСКОВ НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГИДРОПРИВОДА

Э. Г. Тончинский

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

Научный руководитель Г. С. Кульгейко

Гидроусилитель типа сопло–заслонка (рис. 1) состоит из управляющего элемента в виде нерегулируемого дросселя 1, междроссельной камеры 2, регулируемого дросселя, выполненного в виде сопла 3, заслонки 4 и задающего устройства 6, а также из исполнительного элемента 5.

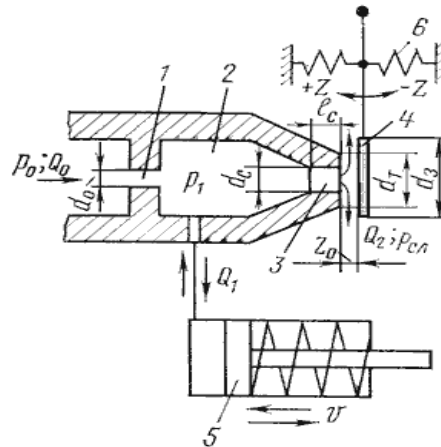


Рис. 1. Гидроусилитель типа сопло–заслонка:

1 – нерегулируемый дроссель; 2 – междроссельная камера; 3 – сопло;
4 – заслонка; 5 – исполнительный элемент; 6 – задающее устройство

Жидкость подается к гидроусилителю со стороны нерегулируемого дросселя. Из междроссельной камеры одна часть жидкости Q_2 вытекает через щель, образованную торцом сопла и заслонкой, а другая Q_1 поступает к исполнительному элементу.

При изменении положения заслонки изменяются давление в междроссельной камере и расход через сопло. Одновременно изменяются усилие на исполнительный элемент, расход Q_1 и скорость v движения выходного звена. Нерегулируемый дроссель может быть выполнен в виде пакета тонких шайб с круглыми отверстиями.

К регулируемым и постоянным дросселям типа сопло–заслонка предъявляются следующие требования:

1) основное расходное отверстие сопла (рис. 2) должно быть изготовлено с точностью 0,03–0,05 мм, а рабочий торец каждого сопла должен быть перпендикулярен к оси этого отверстия (отклонение 0,03–0,05); рабочие кромки расходного отверстия сопла должны быть острыми, без забоин, заусенцев и вмятин;

2) смещение оси внутреннего расходного отверстия относительно наружного не должно превышать 0,02 мм;

3) каждое сопло проверяют на расход рабочей жидкости при определенных условиях, зависящих от технических требований на следящий привод; при необходимости для обеспечения расхода рабочей жидкости разрешается доработка расходного отверстия сопла в пределах допуска;

4) диаметральный зазор между сопрягаемыми рабочими поверхностями деталей постоянных дросселей должен быть 0,004–0,008, 0,006–0,0011 мм при допуске на зазор 0,004–0,005 мм;

5) отклонение сопрягаемых рабочих поверхностей деталей постоянных дросселей от цилиндричности должно быть 0,001–0,002 мм;

6) чистота обработки сопрягаемых рабочих поверхностей Ra 0,63–0,32 мкм.

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

Работами Н. Г. Бруевича, Н. А. Бородачева и др. 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)

$$\delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_1}\right)_{x_1=z_1}^2 \cdot \delta_1^2 k_1^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_2}\right)_{x_2=z_2}^2 \cdot \delta_2^2 k_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_n}\right)_{x_n=z_n}^2 \cdot \delta_n^2 k_n^2},$$

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 .

Методика расчета. Как видно из схемы работы гидроусилителя типа сопло-заслонка (рис. 2), отклонение распределительного золотника от нейтрального положения есть функция перепада давления на торцах золотника $\Delta P_{ТЗ}$. Величина $\Delta P_{ТЗ}$ зависит от правильного подбора обоих сопл.

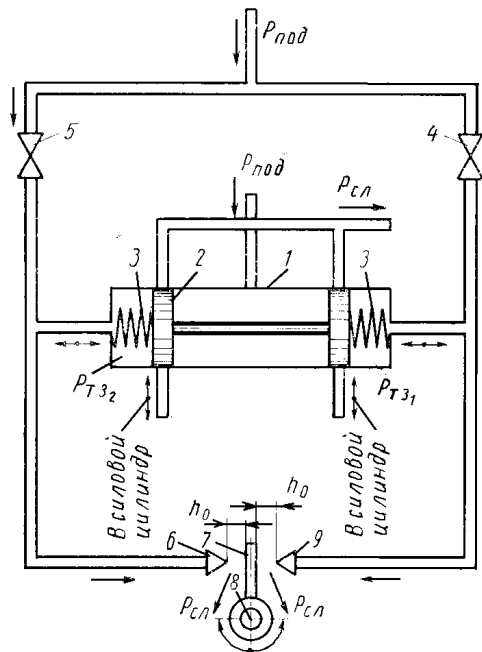


Рис. 2. Схема двухкаскадного гидравлического усилителя

Для обеспечения высокой чувствительности и быстродействия гидроусилителя сопла должны отличаться друг от друга по расходу рабочей жидкости на возможно минимальную величину. Для обеспечения функциональной взаимозаменяемости сопел необходимо, исходя из допустимой разности расхода рабочей жидкости, определить допуски на функциональные параметры.

Для удобства и увеличения скорости расчета была разработана программа в среде разработки Delphi на языке программирования Object Pascal.

Исходя из полученных зависимостей, имеем следующие входные параметры и методику расчета:

Исходные данные δQ_C – допустимая разность расходов жидкости; h_0 – первоначальный зазор между соплом и заслонкой; d_c – диаметр сопла; ΔP_c – перепад давления; μ – коэффициент расхода; ρ – плотность рабочей жидкости.

Исходя из указанных выше входных параметров и конечной методики расчета был разработан соответствующий алгоритм программы.

Программа состоит из одного окна (рис. 3), в левой части которого расположены поля для ввода исходных данных, а в правой рассчитанные значения допусков.

The screenshot shows a software window titled "Form1" with two main sections: "Исходные данные" (Initial data) and "Результаты расчета" (Calculation results). Each section contains several input fields with numerical values and units, and a "Расчитать" (Calculate) button.

Исходные данные	Результаты расчета
δQ_c 0,3333 см ³ /с	δd_c 0,039939 см
h_0 0,007 см	δh_0 0,005083 см
d_c 0,055 см	$\delta \Delta P_c$ 2,904707 кг/см ²
ΔP_c 20 кг/см ²	
μ 0,6 о.е.	
ρ 1 10^{-6} , кг·с ² /см ⁴	

Рис. 3. Окно программы

В результате выполнения данной работы были рассмотрены устройство и принцип действия гидравлического усилителя типа сопло-заслонка, проанализирован метод и разработана программа для расчета технологических допусков на элементы первого каскада гидравлического усилителя в зависимости от допусков на выходные параметры гидропривода. Данный расчет позволяет обоснованно подойти к назначению допусков на элементы гидравлического усилителя, рассчитать допуски на диаметр сопла, первоначальный зазор между соплом и заслонкой и перепад давлений в сопле.

Литература

1. Башта, Т. М. Машиностроительная гидравлика : справоч. пособие / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.
2. Гидравлические следящие приводы (гидроусилители). – Режим доступа: <http://gidravlnarod.ru/gidrosled.html>. – Дата доступа: 02.08.2015.
3. Шагинян, А. С. Электрогидравлические усилители / А. С. Шагинян, В. В. Болотский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – 105 с.