

При полигармоническом внешнем воздействии (наиболее часто встречающийся закон изменения давления или расхода в источнике колебаний) непосредственное разложение в ряды Фурье давлений и скоростей в сечениях, содержащих гидравлические сопротивления с последующим нахождением коэффициентов эквивалентной линейной системы, приводит к большому числу практически неразрешимых уравнений. Во избежание этого, на основе анализа степени малости различных членов разложения (полагается, что основную роль в законе внешнего воздействия и искомых переменных играет первая гармоника) производится разделение задачи на две части.

Принимая закон переменной составляющей внешнего воздействия гармоническим, вначале производится определение приближенных значений первой гармоники колебаний и постоянной составляющей расхода и давления во всех сечениях, содержащих сопротивления. На основе метода гармонической линеаризации строится система расчетных уравнений, для решения которой в общем случае предлагается метод последовательных приближений. Для уточнения значений постоянной составляющей и первой гармоники, а также для вычисления высших гармоник колебаний применяется метод малого параметра. За величину малого параметра принята относительная амплитуда высшей гармоники (отношение амплитуды высшей гармоники к амплитуде первой гармоники, вычисленной в первом приближении).

На основе полученных соотношений даны зависимости для расчета частотных характеристик импульсной трубки, содержащей гаситель колебаний в виде диафрагмы, и разработана методика проектирования гасителя колебаний типа ответвленного резонатора.

Экспериментальное исследование колебаний среды в безрасходных магистралах, содержащих сосредоточенные сопротивления, показало, что на частотах, близких к резонансным, методика расчета, основанная на линейной модели процессов, является неприемлемой. Частотные характеристики магистралей в этих областях частот сильно зависят от амплитуды внешнего воздействия. Получено хорошее совпадение (максимальное расхождение 10—15%) экспериментальных данных с расчетными, вычисленными с использованием предложенной методики.

**В. П. Шорин**

## **ОБ ОДНОЙ СХЕМЕ ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ**

Для устранения колебаний рабочей среды с гидравлических системах с высокой добротностью элементов и широким диапазоном частот источника колебаний выгодным является применение гасителей с активным волновым сопротивлением или гасителей, активная часть волнового сопротивления которых значительно превышает реактивную.

Целесообразность применения подобных гасителей объясняется тем, что эффективность их действия в сравнении с акустическими фильтрами значительно меньше зависит от характеристик присоединенной трубопроводной системы. Так, в случае применения гасителей с чисто активным волновым сопротивлением, независимо от характеристик присоединенной системы, обеспечивается значение коэффициента вносимого затухания не менее половины коэффициента собственного затухания гасителя. Этот факт, помимо вышеуказанного, дает возможность рассчитывать гасители с активным волновым сопротивлением без учета характеристик присоединенной трубопроводной системы.

Гаситель с чисто активным волновым сопротивлением может быть реализован как Т-образный мостиковый четырехполюсник. Конструктивная схема гасителя и ее электрический аналог представлены на рис. 1. Гаситель состоит из элемента податливости — полости 1, элемента

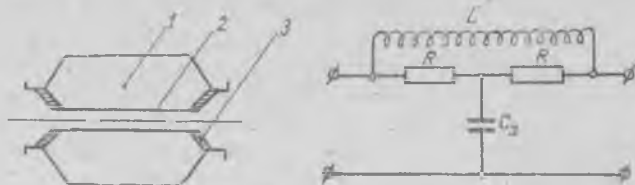


Рис. 1.

инерции — трубки 2, элементов гидравлического сопротивления 3. Волновое сопротивление гасителя будет активным и равным гидравлическому сопротивлению элементов 3 в том случае, когда выполняется равенство:

$$R = \rho \cdot c \sqrt{\frac{l}{S \cdot V}}. \quad (1)$$

Коэффициент собственного затухания гасителей в этом случае подсчитывается по формуле

$$K_c = \sqrt{1 + \frac{\omega^2 \rho \cdot V}{c^2 S}}. \quad (2)$$

В формулах (1), (2) обозначено:  $\rho$  — плотность рабочей среды;  $c$  — скорость звука;  $\omega$  — круговая частота;  $l$  — длина трубки 2;  $S$  — площадь поперечного сечения трубки 2;  $V$  — объем полости 1;  $R$  — сопротивление элементов 3.

Расчет гасителя колебаний при заданном месте его расположения в системе сводится к выбору числа ячеек в гасителе и определению размеров элементов ячейки, обеспечивающих при заданном сопротивлении стационарному расходу, необходимую степень сглаживания колебаний в заданной полосе частот.

Число ячеек в гасителе предложено выбирать из условия получения его наименьших габаритов. На основе решения полученного transcendентного уравнения показано, что применение однозвенных гасителей оптимально до  $K_c = 3,5$ ; двухзвенных — в диапазоне  $K_c$  — от 3,5 до 7,25; применение трехзвенных в диапазоне  $K_c$  — от 7,25 до 16,5; при  $K_c > 16,5$  оптимально применение четырехзвенных гасителей. При выбранном числе ячеек расчет размеров ячейки может проводиться в следующем порядке:

- 1) площадь поперечного сечения трубопровода  $S_1$  выбирается из условия пропускания стационарного потока с заданными потерями;
- 2) длина трубопровода  $l_1$  выбирается из конструктивных соображений с учетом ограничений по пункту 1;
- 3) объем ячейки гасителя и сопротивления элементов 3 определяют при заданных  $\omega_1$ ;  $K_{c1}$ ;  $l_1$ ;  $S_1$  из совместного решения уравнений (1) и (2).

Г. Н. Бачурихин

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ К РАСЧЕТУ ОБОЛОЧЕК

Нагружение определенного ряда конструкций происходит в условиях изменения во времени как температурных, так и механических нагрузок.