

демпферов и преобразованиях (7), (8), обеспечивает формирование новых гидравлических схем демпферов для проточных и непроточных магистралей.

Л и т е р а т у р а

1. Брудков Л. И., Шорин В. П. Синтез структуры акустических демпферов с активным волновым сопротивлением. — В сб.: Вопросы проектирования и доводки малоразмерных ГТД и их элементов. КуАИ, 1975, с. 82—87.
2. Шорин В. П. Гаситель колебаний, выполненный по схеме Т-образного мостикового четырехполюсника. Труды КуАИ, Куйбышев, 1971, с. 71—81.

УДК 532.542

А. Г. Гимадиев, Н. Д. Быстров

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

При определении диапазона частот равномерного пропускания гидравлических каналов, предназначенных для измерения давления, при их проектировании часто возникает необходимость в быстрой оценке собственных частот колебаний рабочей среды в измерительном канале. Из применяемых для этого методов в настоящее время чаще используется метод, основанный на графическом решении трансцендентного уравнения собственных частот измерительного канала [1], [2]. Этот метод трудоемок и недостаточно точен, особенно при определении параметров трубопровода, удовлетворяющих заданным требованиям по частотным характеристикам измерительного канала.

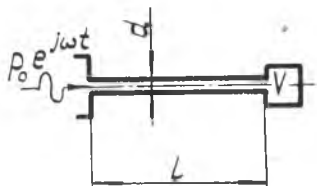


Рис. 1. Схема канала измерения давления

В статье предлагается способ определения первой собственной частоты колебаний измерительной магистрали (рис. 1), состоящей из подводящего трубопровода и датчика с приведенным объемом гидравлической полости.

Расчет собственных частот колебаний рабочей среды в измерительном канале без учета гидравлических потерь по длине трубопровода сводится к решению трансцендентного уравнения [2]

$$\cos \frac{\omega_{0i} l}{c} - \frac{V \omega_{0i}}{\rho c^2} \frac{\rho c}{S} \sin \frac{\omega_{0i} l}{c} = 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots), \quad (1)$$

где $\omega_{0i} = 2\pi f_{0i}$, i — круговые собственные частоты колебаний измерительной магистрали, ρ — плотность рабочей среды, c — скорость распространения звука в трубопроводе с рабочей средой, V — приведенный объем гидравлической полости датчика, учитывающий податливость стенок и чувствительного элемента датчика, S — площадь поперечного сечения трубопровода. Умножив и разделив второй член в левой части равенства на l и сократив на ρc , получим

$$\cos \frac{\omega_{0i} l}{c} - \frac{V}{Sl} \frac{\omega_{0i} l}{c} \sin \frac{\omega_{0i} l}{c} = 0. \quad (2)$$

Введем обозначения: $\frac{V}{Sl} = R$ — относительный объем гидравлической полости датчика, $\frac{\omega_{01} l}{c} = \frac{\pi}{1} \frac{f_{01}}{f_0} = \frac{\pi}{2} k_f$, где f_{01} — первая собственная частота измерительной магистрали; $f_0 = \frac{c}{4l}$ — первая собственная частота подводящего трубопровода, закрытого со стороны датчика; $k_f = \frac{f_{01}}{f_0}$ — относительная собственная частота измерительной магистрали. Записав уравнение (2) для $i=1$ в введенных безразмерных параметрах и решив его относительно параметра R , будем иметь

$$R = \frac{\operatorname{ctg} \frac{\pi}{2} k_f}{\frac{\pi}{2} k_f}. \quad (3)$$

В соответствии с формулой (3) построен график функции $k_f = f(R)$ в диапазоне $R = 0,1-500$, позволяющий быстро определять первую собственную частоту измерительного канала. Для этого по исходным данным l, S, V необходимо вычислить параметр R и по графику на рис. 2 определить k_f . Затем следует воспользоваться простой формулой

$$f_{01} = \frac{1}{4} \frac{c}{l} k_f.$$

В качестве примера рассмотрим расчет первой собственной частоты колебаний канала измерения давления с датчи-

ком ДТМ-10 ($V = 0,74 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$) и подводющим трубопроводом длиной $l = 0,84 \text{ м}$, внутренним диаметром $d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Рабочая среда — керосин ($c = 1250 \text{ м/с}$). Вычислим относительный объем гидравлической полости датчика

$$R = \frac{0,74 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{0,84 \cdot 3,14 (4 \cdot 10^{-3})^2} = 70,2$$

и по графику на рис. 2 определим $k_f = 0,07$. Первая собственная частота измерительной магистрали

$$f_{01} = \frac{1250 \cdot 0,07}{4 \cdot 0,84} = 26 \text{ Гц.}$$

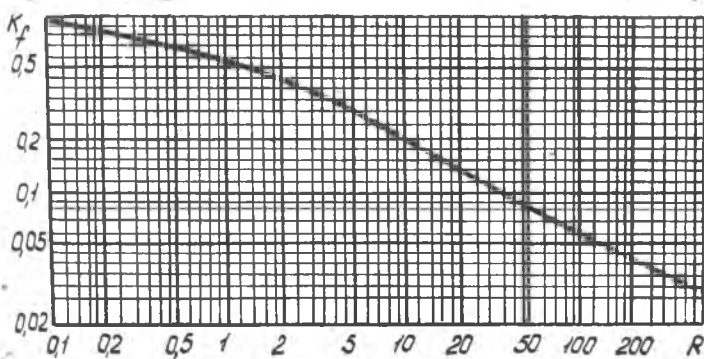


Рис. 2. Зависимость относительной собственной частоты колебаний измерительной магистрали k_f от относительного объема гидравлической полости датчика давления R

С применением этого графика может быть решена задача определения параметров подводящего трубопровода, например, длины l , при которой первая собственная частота измерительной магистрали соответствует заданной. Собственную частоту измерительной магистрали обычно задают превышающей в несколько раз частоты контролируемого давления. Определение l ведется методом последовательного приближения. При этом считаются заданными: диаметр d трубопровода, приведенный объем V полости датчика, скорость распространения звука c в рабочей среде, первая собственная частота f_{01} измерительного канала. В первом приближении длину трубопровода можно принять равной $l = \frac{c}{4 f_{01}}$. При известных l , S , V определяется параметр R , и по графику на рис. 2 отыскивается k_f . Затем определяется длина трубопровода по вто-

рому приближению $L = \frac{ckf}{4f_{01}}$ и т. д. Процесс приближения является быстро сходящимся. Например, при определении длины трубопровода диаметром $d = 4 \cdot 10^{-3}$ м, подсоединенно-ю к датчику с приведенным объектом $V = 0,74 \cdot 10^{-3}$ м³ и заданными $c = 1250$ м/с, $f_{01} = 50$ Гц, процесс вычисления составляет восемь приближений и $l = 0,205$ м.

Предложенный способ расчета собственной частоты колебаний каналов измерения давления может быть применен также для расчета собственной частоты колебаний и выбора параметров непроточных магистралей систем гидроавтоматики, управления и регулирования.

Л и т е р а т у р а

1. Ржевкин С. Н. Курс лекций по теории звука. М., изд-во МГУ, 1960, 336 с.
2. Сенин В. С. Определение динамических характеристик подсоединительных каналов преобразователей при измерениях колебаний давления. Измерительная техника, 1967, № 10, с. 27–29.

УДК 621.438

Д. К. Новиков

СРАВНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКИХ И ДЛИННЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДЕМПФЕРОВ

Наиболее эффективным устройством, используемым в настоящее время для борьбы с опасными колебаниями в авиационных ГТД, является гидродинамический демпфер с выдавливанием пленки смазки (ДВП). В настоящее время известна методика [1] расчета коротких демпферов, в которых $\frac{L}{R} < 3$, где L и R — длина и радиус демпфера. В качестве основной динамической характеристики демпфера предложено принять коэффициент передачи T , равный отношению усилия, передаваемого на корпус через демпфер, к силам от неуравновешенности ротора. Коэффициентом передачи оценива-