

УДК 534.21

С.М.Сафарова (5 курс, каф. теплофизики), В.Б.Штейнберг, к.т.н., доц.

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ

При анализе акустических свойств зоны горения условие связи между возмущениями в каналах подачи горючей смеси (g), вторичного воздуха (1) и отвода продуктов сгорания (2) выражают через соотношения безразмерных проводимостей[1]:

$$\bar{Y} = \frac{\tilde{U}}{\tilde{p}} \rho c ; \quad F_2 \bar{Y}_2 - F_1 \bar{Y}_1 = A_v F_1 \bar{Y}_1 + A_g F_g \bar{Y}_g . \quad (1)$$

При искусственном возбуждении наложением колебаний на линию подачи горючей смеси, ее проводимость линейно связана с отношением возмущений давления на подаче к возмущениям в зоне горения [2], что с учетом (1) дает:

$$\delta = \frac{\tilde{p}_0}{\tilde{p}} = A + B F_g \bar{Y}_g = A + B \frac{F_2 \bar{Y}_2 - F_1 \bar{Y}_1 (1 + A_v)}{A_g} . \quad (2)$$

Это соотношение используется для экспериментального определения передаточных функций по влиянию известных значений проводимостей. В отличие от использованной ранее камеры, закрытой с двух концов, в работе предложена схема установки с подачей вторичного воздуха через емкость с регулируемым объемом и далее по длинному цилиндрическому кольцевому каналу коаксиально с горелочной трубкой так, чтобы на выходе проводимость была близка к проводимости выше пламени. Это позволяет снизить совокупную проводимость камеры сгорания, что повышает сигнал давления и его относительное изменение в опыте, снижая при этом помехи. Одновременно при этом нормализуется поле скорости вторичного воздуха и условия у кромки пламени.

Используя выражение для безразмерной проводимости в кольцевом канале с учетом диссипативных эффектов в виде [3]:

$$\bar{Y} = \chi \text{cth}(w_0 - \sigma x) ; \quad \chi = 1 + \frac{0.375(i-1)}{z} ; \quad \sigma = \frac{i\omega}{c} \left(1 + \frac{1.04(1-i)}{z} \right) ; \quad z = (R-r) \sqrt{\frac{\omega}{\nu}} ,$$

проведен расчет проводимости тракта вторичного воздуха в соответствии с алгоритмом:

$$\bar{Y}_0 = -\frac{i\omega V_0}{c} ; \quad w_0 = \text{Arcth} \left(\frac{\bar{Y}_0}{\chi} \right) ; \quad F_1 \bar{Y}_1 = F_1 \chi \text{cth}(w_0 - \sigma l) .$$

Результаты расчетов $F_1 \bar{Y}_1$, см^2 для частоты 120 Гц длины кольцевого канала $l=0.4$ м, радиусов $R=7.5$ мм, $r=4$ мм в зависимости от объема V_0 , мл представлены на рис.1 и 2.

Изготовлена установка и проведены опыты по тарировке величины проводимости при $l=0.4$ м в зависимости от объема на подаче без горения. При этом определялась величина δ при отдельном изменении $F_2 \bar{Y}_2$ или $F_1 \bar{Y}_1$.

Используя условия $\Delta F_2 \bar{Y}_2 = \frac{i\omega \Delta V_2}{c}$, $A_v = 0$, $A_g = 1$, с учетом (2) определялся

коэффициент B и далее $\Delta F_1 \bar{Y}_1$:

$$B = \frac{\Delta \delta}{\Delta F_2 \bar{Y}_2} ; \quad \Delta F_1 \bar{Y}_1 = -\frac{\Delta \delta}{B} .$$

Полученные приращения вещественной и мнимой частей проводимости по отношению к некоторому стандартному состоянию удовлетворительно совпали с результатами расчета.

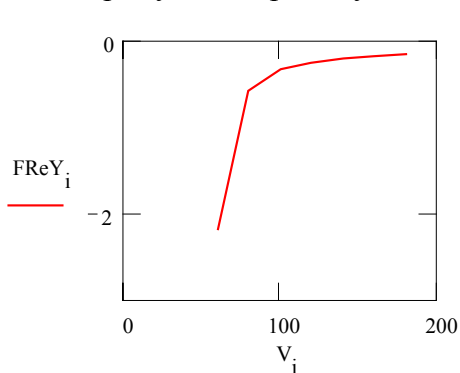


Рис.1

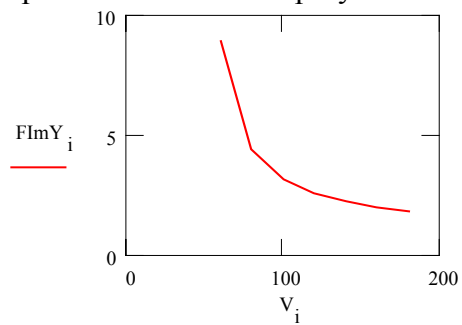


Рис.2

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кнорре Г.Ф. и др. Теория топочных процессов, Энергия, 1966.
2. Мезенцев А.В. Исследование передаточных функций пламени Бунзена // Дипл. работа СПбГТУ, 1995.
3. Штейнберг В.Б. Распространение звука в круглых трубах произвольного радиуса, Акустический журнал, том 22, вып.3, 1976.