

обеспечивается выполнением курсовых и лабораторных работ по профилирующим предметам и 8-и проектных работ по конструкции двигателей.

Такой подход к организации проектирования позволяет:

- моделировать обстановку и характер коллективного труда, с которым встречается будущий инженер в ОКБ и на производстве;

- повысить ответственность каждого члена коллектива за результаты и сроки выполнения своей работы – не сделаешь свою часть проекта добротнo и ко времени значит подведешь всю группу;

- получить навыки проектирования всех узлов двигателя от компрессора до регули-

руемого реактивного сопла и реверсивного устройства и двигателя в целом и, таким образом, подготовиться к выполнению квалификационной работы – дипломного проекта;

- решать в процессе проектирования ряд задач, которые при индивидуальном курсовом проектировании решить было нельзя: от выбора профиля полёта, конструкции всех модулей двигателя до создания системы управления компрессором и системы охлаждения турбины;

- провести проектирование системы управления двигателем с полным набором исходных данных.

УДК 621.6

## УСЛОВИЯ ВЫБОРА ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

©2016 А.Н. Головин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### ACOUSTIC SHOCK ABSORBERS CHARACTERISTICS SELECTION CONDITIONS

Golovin A.N. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The work presents relations between efficiency factor and summarized characteristics of acoustic dampers for liquid oscillations.*

При проектировании гасителя колебаний, построенного по типу акустического фильтра низких частот, одной из основных задач является оценка эффективности действия устройства, которая осуществляется сравнением параметров волнового процесса в трубопроводной системе без гасителя и с гасителем. По отношению к гасителю изменения волнового процесса происходят на участке системы до устройства (входной участок) и на участке системы после устройства (выходной участок). Оценку этого изменения осуществляют показателями эффективности действия гасителей на входном и выходном участках системы. В качестве таких показателей применяют соответственно коэффициент бегущей волны,  $K_б$ , и коэффициент вносимого затухания,  $K_{вн}$  [1]. Однако часто эти показатели эффективности рассматриваются независимо друг от друга. И

это является основным препятствием формированию методов расчёта устройств адекватных изменениям динамических процессов, происходящих в трубопроводных системах при размещении в них гасителей колебаний. Поэтому установление аналитических зависимостей между показателями эффективности  $K_б$  и  $K_{вн}$  является необходимым условием для определения стратегии расчётов и создания оптимальных гасителей колебаний для каждого варианта их применения.

Варианты размещения гасителя в трубопроводной системе приведены на рис. 1.

В схеме системы показано два положения гасителя. В одном случае устройство размещено между сечениями  $1^1(I)-2^1$  – у источника колебаний, в другом – между сечениями 1-2 – на удалении "L" от источника колебаний.

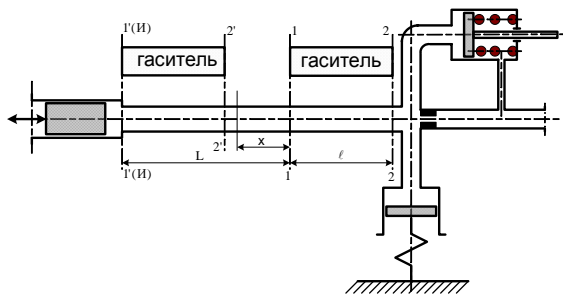


Рис. 1. Схема трубопроводной системы и варианты размещения гасителя: непосредственно у источника колебаний (между сечениями 1'-2') и на удалении от него (между сечениями 1 и 2)

В обоих вариантах размещения гасителя протяжённость устройства обозначена индексом "ℓ", а его удаление от источника колебаний – индексом "x". Однако при анализе общей эффективности гасителей условия их размещения можно учесть приведением параметров источника колебаний и нагрузки к сечениям входа и выхода гасителя [1]. В результате расчётная схема трубопроводной цепи примет вид, изображённый на рис. 2.

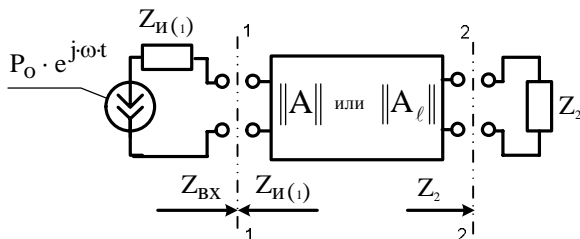


Рис. 2. Расчётная схема трубопроводной цепи

На расчётной схеме обозначения следующие:  $Z_{и(1)}$ ,  $Z_2$ ,  $Z_{ВХ}$  – соответственно, входные импедансы источника колебаний, нагрузки и гасителя с присоединённой нагрузкой;  $||A||$  или  $||A_ℓ||$  матрица передачи гасителя как акустического четырёхполюсника. При условии приведения параметров источника колебаний к сечению входа в гаситель 1-1 принято  $Z_{и(1)} = Z_1$ .

Воспользовавшись результатами работы [2], запишем выражение для коэффициента вносимого затухания в виде

$$K_{вн} \geq \frac{\hat{E}_{\bar{n}}}{2} \cdot \Theta_1 \cdot \Theta_2, \quad (1)$$

где  $\hat{E}_{\bar{n}}$  – коэффициент собственного затухания гасителя как четырёхполюсника,  $\Theta_i$  – "функции взаимодействия" гасителя и сис-

темы в сечении входа  $i = 1$  и в сечении выхода  $i = 2$ . Выражение для "функции взаимодействия" для варианта размещения гасителя в соответствии со схемой на рис. 2 можно записать в виде

$$\Theta_i = \sqrt{\frac{A}{|\bar{Z}_{ci}|}}, \quad (2)$$

где

$$A = \frac{|\bar{Z}_{ci}|^2 + |\bar{Z}_i|^2 + 2 \cdot |\bar{Z}_{ci}| \cdot |\bar{Z}_i| \cdot \cos(\varphi_{ci} - \varphi_{zi})}{1 + 2 \cdot |\bar{Z}_i| \cdot \cos \varphi_{zi} + |\bar{Z}_i|^2},$$

$$|\bar{Z}_{ci}| = \left| \frac{Z_{ci}}{Z_a} \right|, \quad |\bar{Z}_i| = \left| \frac{Z_i}{Z_a} \right|, \quad \varphi_{ci} = \arg(\bar{Z}_{ci}),$$

$\varphi_{zi} = \arg(\bar{Z}_i)$  – соответственно модули и аргументы волновых сопротивлений гасителя и входных сопротивлений соответствующих участков системы.

Формула показателя эффективности  $K_б$  для схемы на рис. 2 имеет вид [2]

$$\hat{E}_a = \frac{1}{|\bar{Z}_{c1}|} \cdot \sqrt{\frac{|\bar{Z}_{c1}|^2 + |\bar{Z}_1|^2 + 2 \cdot |\bar{Z}_{c1}| \cdot |\bar{Z}_1| \cdot \cos(\varphi_{c1} - \varphi_1)}{1 + 2 \cdot |\bar{Z}_1| \cdot \cos \varphi_1 + |\bar{Z}_1|^2}}. \quad (3)$$

Обозначения параметров в правой части уравнения (3) такие же, что и в выражении (2) при  $i = 1$ .

Из анализа формул (1), (2), (3) следует

$$\hat{E}_{a1} \geq \frac{K_{\bar{n}}}{2} \cdot \hat{E}_a \cdot \sqrt{|\bar{Z}_{\bar{n}}|} \cdot \Theta_2. \quad (4)$$

Выражение (4) связывает показатели эффективности действия гасителей на входном  $K_б$  и выходном  $K_{вн}$  участках системы и позволяет разработать требования и рекомендации по выбору обобщённых параметров устройств, обеспечивающих гарантированную или заранее заданную степень ослабления колебаний давления в условиях ограниченной или недостаточной информации о динамических характеристиках системы.

#### Библиографический список

1. Шорин В.П. Устранение колебаний в авиационных трубопроводах. - М.: Машиностроение, 1980. 156 с.
2. Головин А.Н., Шорин В.П. Гасители колебаний для гидравлических систем. - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2005. 168 с.