

Использование резонаторов Гельмгольца в гидравлических системах

Меледыхина Елена Сергеевна

При использовании резонаторов в энергетических установках с ограниченными объемами помещений, например, судовых, актуальной становится задача: получения заданной эффективности снижения уровней гидродинамического шума при минимальных габаритах резонаторов.

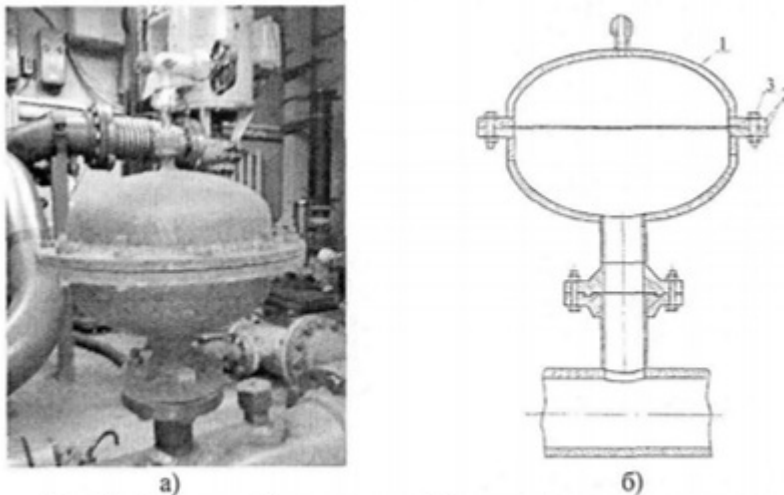


Рис. 14. Резонатор Гельмгольца: а) фотография внешнего вида; б) разрез резонатора: 1 – корпус; 2 – фланцы; 3 – соединение болт-гайка

Эффективность снижения уровней колебаний рабочей среды в трубопроводной системе после установки в ней резонатора Гельмгольца определяется по формуле :

$$\Delta L = 20 \lg \left| l + \frac{Z_{\text{И}} Z_{\text{Н}}}{Z_{\text{Р}} (Z_{\text{И}} + Z_{\text{Н}})} \right|$$

$Z_{\text{Р}}, Z_{\text{И}}, Z_{\text{Н}}$ — акустические сопротивления (импедансы) волновода соответственно со стороны источника колебаний, со стороны нагрузки (части трубопроводной системы после сечения, в котором установлен резонатор) и собственно импедансного включения (резонатора).

Расчеты амплитудно-частотных характеристик волноводов без резонаторов и с ними показали, что снижение пульсаций давления в жидкости имеет место в резонансной области частот, достигая наибольшего значения на частоте собственных колебаний резонатора, при этом слева и справа резонансной области имеются частотные диапазоны с отрицательной эффективностью. В работе показано, что импедансные характеристики трубопроводов до и после сечения установки резонатора влияют на величину эффективности снижения гидродинамического шума.

Теоретические исследования по оптимизации конструктивного исполнения резонаторов Гельмгольца по массогабаритным и акустическим показателям показали, что при неизменной

частоте собственных колебаний резонатора $f_0 = 138 \text{ Гц}$ (частота собственных колебаний волновода, в который устанавливался резонатор, равнялась 138 Гц), с уменьшением длины горла увеличивается объем полости при постоянном радиусе горла, а с увеличением радиуса горла увеличивается объем полости при постоянной длине горла, и в результате чего увеличивается

эффективность резонатора

При установке резонатора в трубопроводную систему с морской водой скорость звука в среде:

$$c = 1450 + 4,206t - 0,0366t^2 + 0.0175P + 1,137(s - 35)$$

c — скорость звука, м/с;

t — температура в градусах Цельсия;

P — статическое давление в метрах водяного столба;

s — соленость, ‰

Скорость звука в зависимости от района плавания в мировом океане может принимать значения от 1400 до 1560 м/с.

Изменение скорости звука приводит к изменению частоты собственных колебаний резонатора и, соответственно, к не совпадению частоты собственных колебаний резонатора с частотой колебаний источника. С практической точки зрения важно, чтобы при любых эксплуатационных значениях температуры, давления, солености воды, частоты, на которых требуется снижение гидродинамического шума, не выходили за область частот положительной эффективности резонатора.

Для расширения области частот с положительной эффективностью необходимо устанавливать в сечение трубопровода группу резонаторов с разными объемами полостей и, соответственно, различными частотами собственных колебаний, резонансные области которых перекрывают друг друга. Процесс изготовления объемных полостей сферической формы трудоемкий. Установка резонаторов с разными объемными полостями требует дополнительных затрат на их изготовление, поэтому целесообразно устанавливать резонаторы с одинаковыми объемами полостей в сечении трубопровода. Поэтому для увеличения эффекта снижения уровней пульсаций давления и расширения частотного диапазона положительной эффективности необходимо применение группы резонаторов.

Для практического использования резонаторов Гельмгольца в целях снижения уровней гидродинамического шума трубопроводных систем необходимо:

- Иметь типоряд из нескольких объемных полостей резонаторов;
- Конструктивно определить максимально допустимый для энергетической установки объем полости резонатора;
- Выбрать диаметр горла резонатора из типового ряда стандартных труб;
- Рассчитать длину горла резонатора, обеспечивающую при заданных объемах полости и диаметре горла частоту собственных колебаний, равную частоте пульсаций давления источника гидродинамического шума.

Используемая литература:

1. Горин С.В., Куклин М.В. Эффективность снижения низкочастотных колебаний в гидравлических системах резонаторами Гельмгольца. // Вестник машиностроения, 2010, № 5, с.70-72.
2. Горин С.В., Куклин М.В. Особенности использования глушителей гидродинамического шума на судах. // Судостроение, 2010, № 3, с.44-46.