

УДК 004.942

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ В ГАСИТЕЛЕ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ URANS-МОДЕЛИ

Романов К. А., Макарьянц Г. М.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Изучение колебаний в трубопроводах является важным аспектом проектирования систем водоснабжения. Особый интерес представляют акустические волны, вызываемые пульсациями давления жидкости, которые обусловлены наличием неустановившегося потока за насосом, а также вихреобразованием. Пульсации давления рабочей жидкости могут привести к неприемлемому уровню вибрации трубопровода [1,2], а также к высокому уровню акустического шума [3-5]. Одним из способов решения проблемы является использование гасителей пульсаций давления в трубопроводах [6,7].

На рисунке 1 представлена геометрия расчётной области.

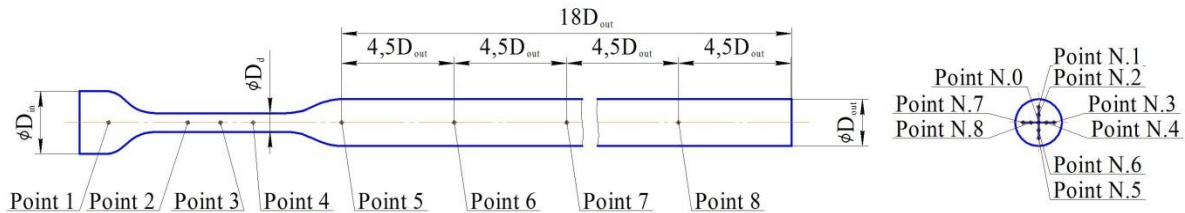


Рис. 1. Геометрия расчётной области

Оценка акустических колебаний была проведена с использованием модели URANS. Колебания давления жидкости, задаваемые в виде гармонической функции, задавалось как граничное условие на входе. Скорость потока была принята равной нулю на выходе, таким образом, обеспечивая распространение только акустических волн.

Как видно из графиков на рисунке 2, временной шаг  $\Delta t = 10^{-5}$  с обеспечивает необходимую точность, но не требует большого времени вычисления, как для  $\Delta t = 5 \cdot 10^{-6}$  с. С другой стороны, временной шаг  $\Delta t = 2 \cdot 10^{-5}$  с не обеспечивает адекватной картины процессов, происходящих в трубопроводе.

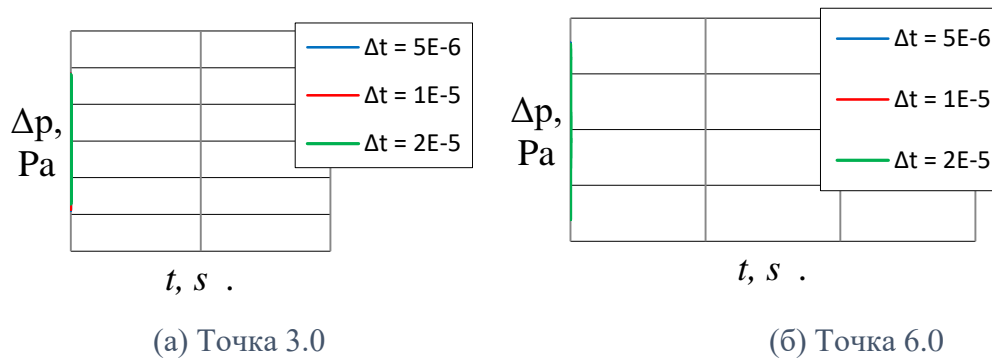


Рис. 2. Пульсации давления для различных значений шага по времени

На рисунке 3 показано поле распределения статического давления для случая  $\Delta t = 10^{-5}$  с и  $t = 0,0075$  с, на котором видно распространение волны.

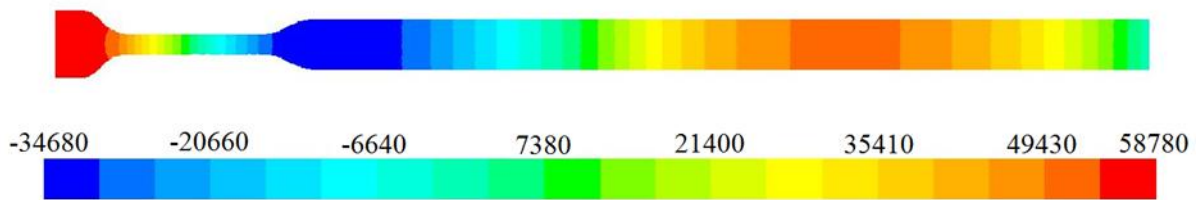


Рисунок 3 – Поле распределения статического давления

График на рисунке 4, который показывает общий уровень колебаний давления для временного шага  $\Delta t = 10^{-5}$  с, также демонстрирует, что предложенная численная модель позволяет адекватно рассчитать акустику. Данные были получены из центральных точек каждого поперечного сечения.

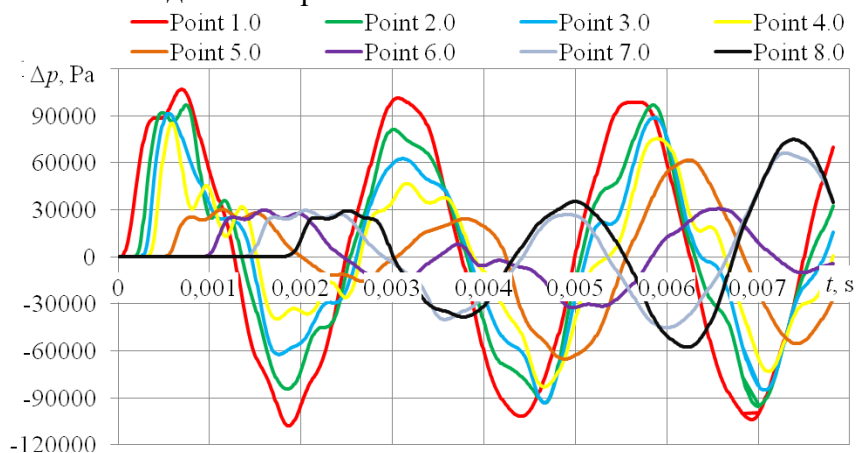


Рис. 4. Общий уровень пульсаций давления

#### Библиографический список

1. Tian J. The vibration analysis model of pipeline under the action of gas pressure pulsation coupling [Текст]/ Tian J., Yuan Ch., Yang L., Wu Ch., Liu G., Videa Zh. – Eng. Failure Analysis, №66, 2016. – С. 328–340.
2. Dequand S. Aeroacoustic response of diffusers and bends: comparison of experiments with quasi-steady incompressible flow models [Текст]/ Dequand S., van Lier L., Hirschberg A., Huijnen J. – J. Fluids and Structures, №16, 2002. – С. 957–969.
3. Musaakhunova L.F. The vibroacoustic characteristics research of the gas pipeline [Текст]/ Musaakhunova L.F., Igolkin A.A., Shabanov K.Y. – Proc. Eng., №106, 2015. – С. 316–324.
4. Igolkin A.A. Method development of the vibroacoustic characteristics calculation of the gas distribution stations elements [Текст]/ Igolkin A.A., Musaakhunova L.F., Shabanov K.Y. – Proc. Eng., №106, 2015. – С. 309–315.
5. Kårekull O. Prediction model of flow duct constriction noise [Текст]/ Kårekull O., Efrainsson G., Åbom M. – Appl. Acoustics, №82, 2014. – С. 45–52.
6. Shorin V.P. On estimating the operating efficiency of suppressors of liquid pulsations, which contain resonant loops in their structure [Текст]/ Shorin V.P., Sanchugov V.I. – Power Eng. (New York), №16, 1978. – С. 113–120.
7. Ermilov M.A. Development of a pressure pulsation damper for gas pressure regulators with account of operation parameters [Текст]/ Ermilov M.A., Kryuchkov A.N., Balyaba M.V., Shabanov K.Y. – Proc. Eng., №106, 2015. – С. 277–283.