

УДК 681.8

DOI: 10.18287/2409-4579-2021-7-2-6-10

В.О. Дорогойченков
М.А. Ермилов
А.Н. Видяскина

Самарский национальный
 исследовательский университет
 имени академика С.П. Королёва

Московское шоссе, 34,
 г. Самара, Российская Федерация
 443086

Vadim.d-163@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КАНАЛАМИ ДРОССЕЛИРУЮЩЕГО УЧАСТКА ЗРА НА ГЕНЕРАЦИЮ ГДШ

При проектировании дроссельных участков запорно-регулирующей арматуры (ЗРА), состоящих из групп отверстий, возникает вопрос о выборе расстояния между осями каналов. В статье представлено численное моделирование дросселирующего участка гидравлического клапана с использованием двух рабочих сред: вода и ПГВ. Представлены зависимости длин струй от межосевого расстояния. А также проведено экспериментальное исследование зависимости величины гидродинамического шума от межосевого расстояния между каналами.

Ключевые слова: запорно-регулирующая арматура; дроссельный участок; затопленная струя; межосевое расстояние; слипание струй

1 Введение

Снижение колебаний давления и гидродинамического шума (ГДШ) в трубопроводных системах в настоящее время является актуальной задачей на многих объектах [1,2]. При проектировании дроссельных участков запорно-регулирующей арматуры (ЗРА), состоящих из групп отверстий (рисунок 1), возникает вопрос о выборе расстояния между осями каналов.

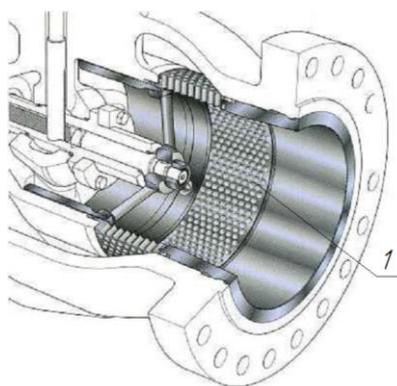


Рисунок 1. Клапан с расщепителем выходного потока
 (1 – перфорированная шумоглушащая втулка)

Генерация шума свободной струи возникает из-за градиента скоростей потока и открытой среды [3]. При взаимодействии скоростного потока и "стоячей" открытой среды возникает множество пульсирующих

разноразмерных вихрей, являющиеся источниками пульсаций давления (рисунок 2).

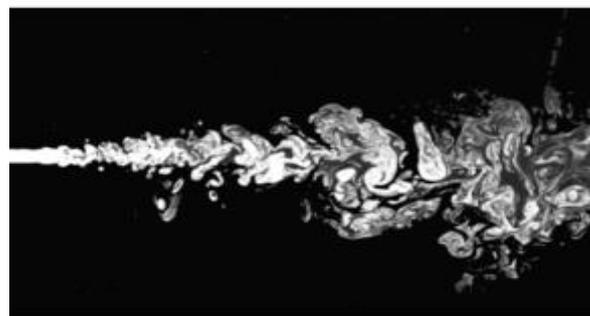


Рисунок 2. Затопленная струя

При взаимодействии нескольких струй, интенсивность вихреобразования увеличивается. Следовательно, целесообразно располагать струи на расстоянии, при котором взаимодействие минимально. С помощью численного моделирования и экспериментальных исследований проверим данное предположение.

2 Численное моделирование дросселирующего участка гидравлического клапана

Для определения влияния расстояния между отверстиями, была рассчитана модель

дросселирующего участка гидравлического клапана в программном пакете AnsysFluent с тремя цилиндрическими отверстиями и рабочей средой вода (рисунок 3). Диаметр отверстия взят 1,4 мм, расстояние между осями цилиндрических каналов принимались равными 1,5d, 2d, 2,5d, 3d, 4d, 5d, 6d. В качестве граничных условий (ГУ) в пакете AnsysFluent задается давление на выходе $p_{вых}=0,5$ МПа и скорость на входе $V_{вх}=15$ м/с.

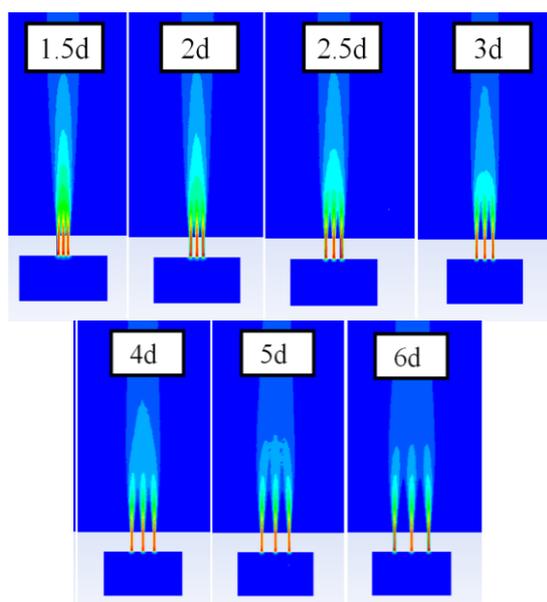


Рисунок 3. Изменение структуры выходной струи от увеличения межосевого расстояния между каналами (в калибрах) при рабочей среде вода

С помощью численного моделирования течения жидкости, для каналов диаметром 1,4 мм было установлено минимальное расстояние между осями соседних каналов, при котором отсутствовало слипание струй, при рабочей среде вода составило 6 калибров.

Данный расчет был произведен также для рабочей жидкости ПГВ (ГОСТ 25821-83). Для проверки влияния диаметра канала были промоделированы при аналогичном скоростном режиме каналы диаметром 1 мм и 1,4 мм, расстояние между осями цилиндрических каналов принимались равными 1,5d, 2d, 2,5d, 3d, 4d, 5d. Оптимальным расстоянием будет

расстояние, при котором наблюдается минимальное слипание струй.

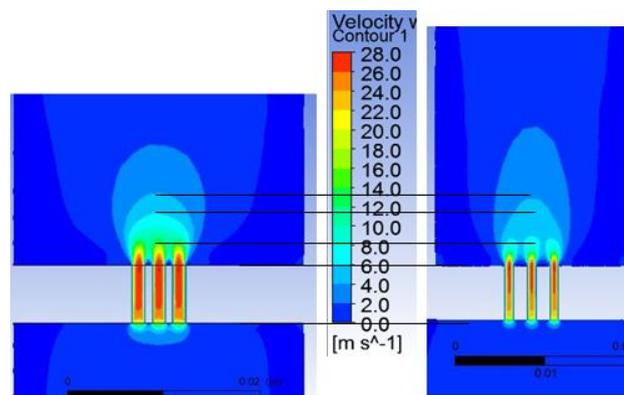


Рисунок 4. Сравнение струй 1,5d, диаметром 1,41мм и 2,5d, диаметром 1мм (рабочая среда ПГВ)

Из рисунка 4 видно, что при увеличении диаметра отверстий увеличиваются зоны смешения, в которых образуются вихри. Вихри возникают из-за того что скоростные потоки (в центре основной струи) тормозятся соседней зоной (объемом) с меньшей или нулевой скоростью. Источником ГДШ в струе есть объем всей вихревой зоны – т.е. слой смешения. Под слоем (зоной) смешения понимают слой, в котором реализуются градиенты скорости и образуются вихревые зоны. Каждый вихрь в зависимости от своего размера, генерирует пульсацию давления с соответствующей частотой.

На основании моделирования предлагаются следующие рекомендации для избегания слипания струй для каналов диаметром 1,4 мм. Для параллельных каналов при рабочей среде вода минимальное расстояние между осями 6 калибров, при рабочей среде ПГВ – 5 калибров.

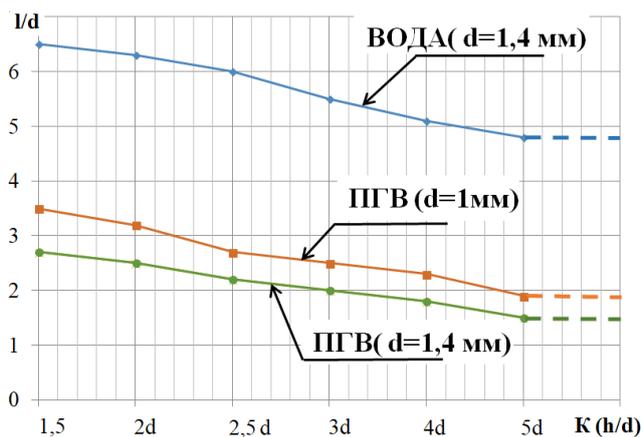


Рисунок 5. График зависимости длины струи от калибра

3 Экспериментальное определение влияния межосевого расстояния на генерируемый шум

3.1 Экспериментальная установка

Также было выполнено экспериментальное определение влияния межосевого расстояния на генерируемый шум на экспериментальной установке (Рисунок 6), в которую устанавливались шайбы (Рисунок 8) с различным межосевым расстоянием и диаметром отверстий 1 мм.

Так как шум распространяется в обоих направлениях (красные линии см. Рисунок 7) по гидросистеме, то для качественного исследования возьмем датчик пульсаций на входе измерительного участка (место установки шайб), который измеряет уровень пульсаций давления. Это обусловлено тем, что при использовании данных полученных на выходном датчике (давление P_2), присутствует «второстепенный шум» (кавитация), возникающий при регулировании вентилем расхода жидкости в экспериментальной установке, это было необходимо для осуществления необходимого перепада давления на измерительном участке.



Рисунок 6. Экспериментальная установка

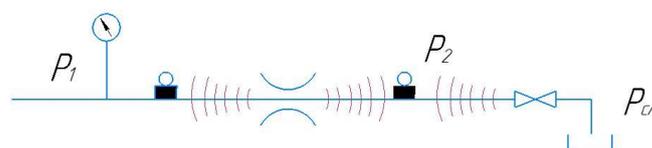


Рисунок 7. Схема измерительного участка

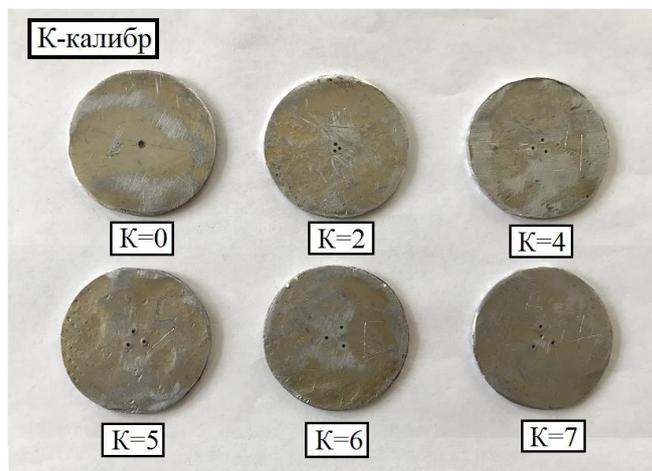


Рисунок 8. Дроссельные шайбы с различным расстоянием между отверстиями в калибрах

3.2 Анализ полученных данных

Для анализа влияния межосевого расстояния каналов на генерируемый шум приводится спектрограмма уровня ГДШ при расходе 0,09 м³/ч (рисунок 9).

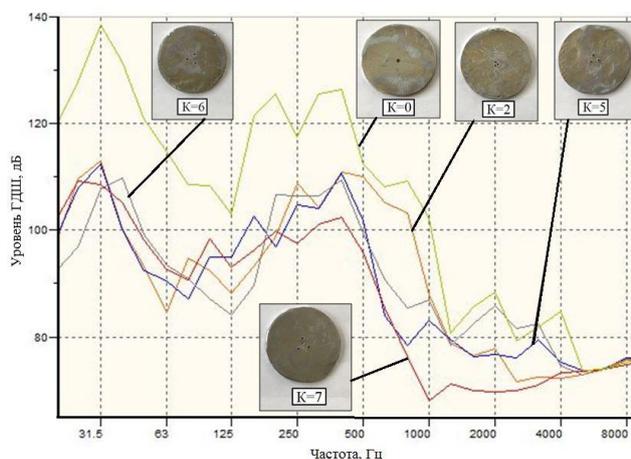


Рисунок 9. Спектры ГДШ шайб при расходе 0,09 м³/ч

На рисунке 10 показана зависимость среднеквадратического значения уровня ГДШ от числа калибров шайб.

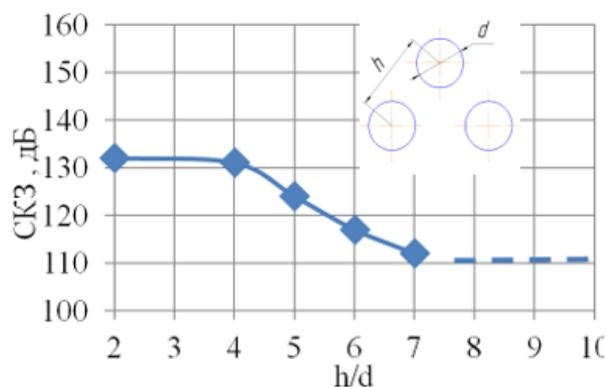


Рисунок 10. График зависимости СКЗ ГДШ от $K=h/d$

На основании экспериментальных данных (Рисунки 9,10) установлено, что при увеличении расстояния между каналами диаметром 1 мм уменьшается уровень ГДШ, а при определенном значении калибра (более $K=7$ для рабочей среды ВОДА) - уровень ГДШ становится минимальным.

4 Заключение

Экспериментальное и численное исследование показали, что при проектировании малошумных дросселирующих участков в виде группы отверстий необходимо выбирать межосевое расстояние более 7 калибров.

Список литературы

- [1] Берестовицкий Э.Г., Гладилин Ю.А., Голованов В.И., Сарафанов И.А. Снижение вибрации и шума гидравлических приборов систем управления техническими средствами. СПб.: Астерион, 2009, 315с.
- [2] А.Н. Видяскина, Е.Н. Ермилова, А.Н. Крючков и др. Разработка технологии создания проточной части осевого типа для импортозамещающей регулирующей арматуры Динамика и виброакустика машин DVM -2018 Материалы четвёртой международной научно-технической конференции Самара с.80-82
- [3] Лейбензон, Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде [Текст]/ Л.С. Лейбензон - М.: Машиностроение, 1947. 244 с.
- [4] Лопашев, Д.З. Методы измерения и нормирования шумовых характеристик [Текст] / Д.З. Лопашев, Г.Л. Осипов, Е.Н. Федосеева. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 232 с.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE SPACING BETWEEN THE BORE OF THE THROTTLING SECTION OF THE SHUT-OFF AND CONTROL VALVES ON THE GENERATION OF THE HYDRODYNAMIC NOISE

V. O. Dorogoichenkov

M. A. Ermilov

A.N. Vidyaskina

Samara University

Moskovskoe shosse, 34
Samara, Russian Federation
443086

Vadim.d-163@yandex.ru

When designing the throttle sections of the shut-off and control valves, consisting of groups of holes, the question arises about the choice of the distance between the axes of the spacings. The article presents a numerical simulation of the throttling section of a hydraulic valve using two working media: water and fluid PGV . The dependences of the jet lengths on the center-to-center distance are presented. An experimental study of the dependence of the hydrodynamic noise on the center distance between the spacings was also carried out.

Key words: *shut-off and control valves; throttle section; flooded jet; center distance; jet sticking*

Reference

- [1] Berestovitsky E. G., Gladilin Yu. A., Golovanov V. I., Sarafanov I. A. Reduction of vibration and noise of hydraulic devices of control systems of technical means. St. Petersburg: Asterion, 2009, 315s.
- [2] A. N. Vidyaskina, E. N. Ermilova, A. N. Kryuchkov, etc. Development of technology for creating an axial flow part for import-substituting control valves Dynamics and vibroacoustics of machines DVM -2018 Materials of the Fourth international scientific and technical conference Samara p. 80-82
- [3] Leibenzon, L. S. The movement of natural liquids and gases in a porous medium [Text] / L. S. Leibenzon-M.: Mashinostroenie, 1947. 244 p.
- [4] Lopashev, D. Z. Methods of measuring and normalizing noise characteristics [Text] / D. Z. Lopashev, G. L. Osipov, E. N. Fedoseeva. - M.: Izd-vo standartov, 1983. - 232 p.