

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКА ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ЗАПОРНО- РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ И НЕРЕГУЛИРУЕМОГО МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ДРОССЕЛЯ

И.Р. Чиняев, ruk_mkt@mail.ru

ООО НПФ «МКТ-АСДМ», Курган, Россия

Аннотация. Блок предназначен для понижения давления воды, подаваемой на оборудование пожаротушения (пожарный монитор и ручные стволы) из системы поддержания пластового давления. Давление в системе поддержания пластового давления 15–25 МПа, давление на входе в оборудование пожаротушения – 0,7–1,0 МПа. При таких перепадах и одноступенчатом дросселировании скорость воды может достигать 200 м/с. Причиной разрушения трубопроводной арматуры (ТПА) является скорость рабочей среды (РС) в сужающем устройстве (СУ). Дроссель предназначен для получения требуемых давления и расхода РС, допустимых значений скоростей РС. В статье представлены результаты аналитического, численного и экспериментального определения коэффициента сопротивления и пропускной способности блока, состоящего из последовательно соединённых запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) и многоступенчатого нерегулируемого дросселя. На основе исследований дросселей созданы стационарные и мобильные установки, предназначенные для пожаротушения. Установки содержат блоки понижения давления воды, подаваемой на оборудование пожаротушения (пожарный монитор и ручные стволы) из системы поддержания пластового давления (ППД). Наибольший спрос на установки, состоящие из четырёх блоков понижения давления, – один блок на один рукав. Конструкция блока позволяет использовать речную, сеноманскую, подтоварную воду, поступающую из системы ППД. Установка подключается к системе ППД с помощью быстроразъёмного соединения. Установка не требует сложной системы управления, дополнительных устройств безопасности, проста в подключении и эксплуатации, имеет свободный доступ к элементам управления и визуальный контроль работы. Установка устанавливается на прицепе автомобиля или в стационарном исполнении.

Ключевые слова: перепад давления, коэффициент сопротивления, нерегулируемый дроссель, установка пожаротушения

Для цитирования: Чиняев И.Р. Гидравлические характеристики блока при последовательном соединении запорно-регулирующей арматуры и нерегулируемого многоступенчатого дросселя // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2025. Т. 25, № 1. С. 47–55. DOI: 10.14529/engin250105

HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF THE BLOCK WITH A SERIES CONNECTION OF SHUT-OFF AND CONTROL VALVES AND A NON-ADJUSTABLE MULTI-STAGE THROTTLE

I.R. Chinyayev, *ruk_mkt@mail.ru*
LLC NPF "MKT-ASDM", Kurgan, Russia

Abstract. The unit is designed to reduce the pressure of water supplied to the fire extinguishing equipment (fire monitor and hand nozzles) from the reservoir pressure maintenance system. The pressure in the reservoir pressure maintenance system is 15–25 MPa. The pressure at the inlet to the fire extinguishing equipment is 0.7–1.0 MPa. With such differences and single-stage throttling, the water velocity can reach 200 m / s. The cause of the destruction of pipeline valves (TPA) is the velocity of the working medium (WM) in the restriction device (RD). The throttle is designed to obtain the required pressure and flow rate of WM, permissible values of WM speeds. The article presents the results of analytical, numerical and experimental determination of the resistance coefficient and throughput of the unit consisting of series-connected shut-off and control valves (ZRA) and a multi-stage unregulated throttle. Based on the research of throttles, stationary and mobile installations designed for fire extinguishing. The installation contains pressure reduction units for water supplied to fire extinguishing equipment (fire monitor and hand nozzles) from the reservoir pressure maintenance system (RPM). The greatest demand is for installations consisting of four pressure reduction units, one unit per hose. The design of the unit allows using river, Cenomanian, and bottom water supplied from the RPM system. The installation is connected to the RPM system using a quick-release coupling. The installation does not require a complex control system, additional safety devices, is easy to connect and operate, has free access to controls and visual control of operation. The installation is supplied on a vehicle trailer or in a stationary version.

Keywords: differential pressure, drag coefficient, non-adjustable throttle, fire extinguishing system

For citation: Chinyayev I.R. Hydraulic characteristics of the block with a series connection of shut-off and control valves and a non-adjustable multi-stage throttle. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Mechanical Engineering Industry*, 2025:25(1):47–55. (In Russ.) DOI: 10.14529/engin250105

Введение

Целью исследования является создание блоков понижения давления при заборе воды из систем поддержания пластового давления с давлением до 25 МПа на нужды пожаротушения с давлением на входе в оборудование пожаротушения 0,7–1,0 МПа. Главной причиной всех нежелательных явлений, возникающих при работе трубопроводной арматуры (ТПА), является скорость рабочей среды (РС) в узком сечении между регулируемыми элементами (РЭл) и их седлами [1–6]. Блок предназначен для получения требуемых значений давления, расхода, гидравлических и кавитационных характеристик, допустимых значений скоростей РС [7–9]. Используются аналитический, численный и экспериментальный методы определения коэффициента сопротивления и пропускной способности блока [10–13]. Блок состоит из последовательно соединённых шиберных запорно-регулирующих устройств (ШЗРУ) и многоступенчатого нерегулируемого дросселя [14–19]. Экспериментальные исследования гидравлических характеристик выполнены по методике ГОСТ 34437-2018 [20] в аттестованной лаборатории ООО НПФ «МКТ-АСДМ».

Материалы и методы

Блок, состоящий из последовательно соединённых шиберного запорно-регулирующего устройства МКТР 50 PN 25 МПа, патент RU 2464470 [18], и многоступенчатого дросселя, показан на рис. 1.

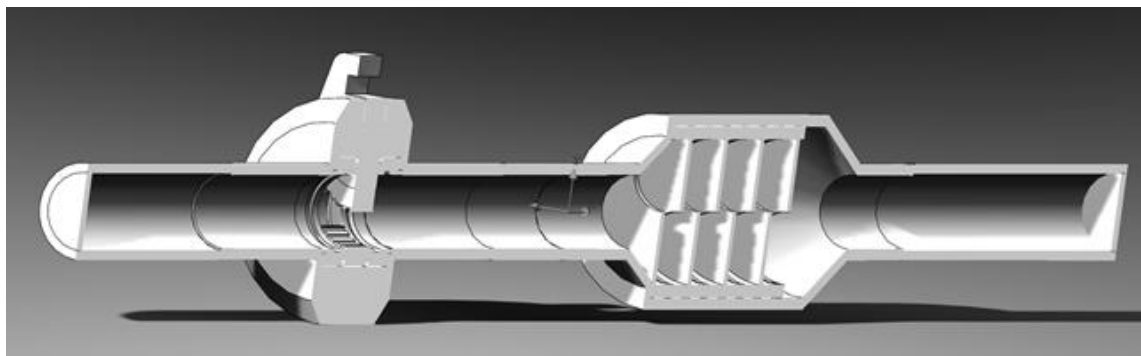


Рис. 1. Блок ШЗРУ и дроссель с восемью пластинами
Fig. 1. Block ШЗРУ and throttle with eight plates

Аналитический метод расчёта гидравлических характеристик основан на определении коэффициентов сопротивления рассматриваемой ТПА и дросселей путем замены реальной геометрии участков проточной части на близкую – эквивалентную. Для каждого участка эквивалентной геометрии вычисляется коэффициент сопротивления, используя который можно определить потерю давления на этом участке. Зная суммарную величину коэффициента сопротивления, потери давления, расход и плотность РС, можно вычислить искомое значение пропускной способности. При известной пропускной характеристике ШЗРУ зависимость коэффициента сопротивления, приведённая к скорости в патрубке, от хода РЭл определяется по формуле

$$\zeta_i = \frac{2 \cdot \Delta P \cdot S^2 \cdot 3600^2}{\rho \cdot K v_i^2}, \quad (1)$$

где $\Delta P = 100000$ – перепад давления на ЗРА, Па; S – площадь внутреннего сечения входного патрубка ШЗРУ, м^2 ; $\rho = 1000$ – плотность РС, кг/м^3 ; $K v_i$ – пропускная способность ШЗРУ при i -м положении РЭл, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Зависимость суммарного коэффициента сопротивления блока ШЗРУ и дросселя, приведённая к скорости в патрубке, от хода РЭл определяется по формуле

$$\zeta S_i = \zeta_i + \zeta d, \quad (2)$$

где ζd – коэффициент сопротивления дросселя.

Пропускная характеристика блока определяется по формуле

$$K B_i = \frac{3600}{\sqrt{\zeta S_i}} \cdot St \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}. \quad (3)$$

Рассмотрим пример с ШЗРУ, имеющей линейную пропускную характеристику с $K v_y = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ при коэффициенте сопротивления в открытом положении $\zeta = 0,30$ (рис. 2).

С целью получения безразмерных характеристик делим коэффициенты сопротивления дросселя на $\zeta = 0,30$. Все пропускные характеристики делим на $K v_y = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$. Безразмерные характеристики представлены на рис. 3.

Недостаток аналитического метода расчёта гидравлических характеристик – ограниченный набор эквивалентной геометрии и диапазон применения каждого геометрического эквивалента. Расчётные схемы для численных исследований блока, состоящего из последовательно соединённых ШЗРУ МКТР 50 PN 25 МПа, патент RU 2464470 [19], и многоступенчатого дросселя показаны на рис. 4–6.

При численных исследованиях приняты допущения: РС подчиняется закону вязкого трения; режим течения РС установившийся, стационарный; отсутствует теплообмен между окружающей средой и РС; шероховатость всех поверхностей проточной части расчётной области равна 50 мкм; не учитывается допустимый разброс размеров деталей; рабочая среда – вода плотностью 1000 кг/м^3 ; температура воды 293 °K ; после дросселя давление не менее 0,5 МПа; кавитация не учитывается. В основе математической модели заложена система дифференциальных уравнений в

частных производных и граничные условия: давление на входе и давление на выходе (создается требуемый перепад давления) [19].

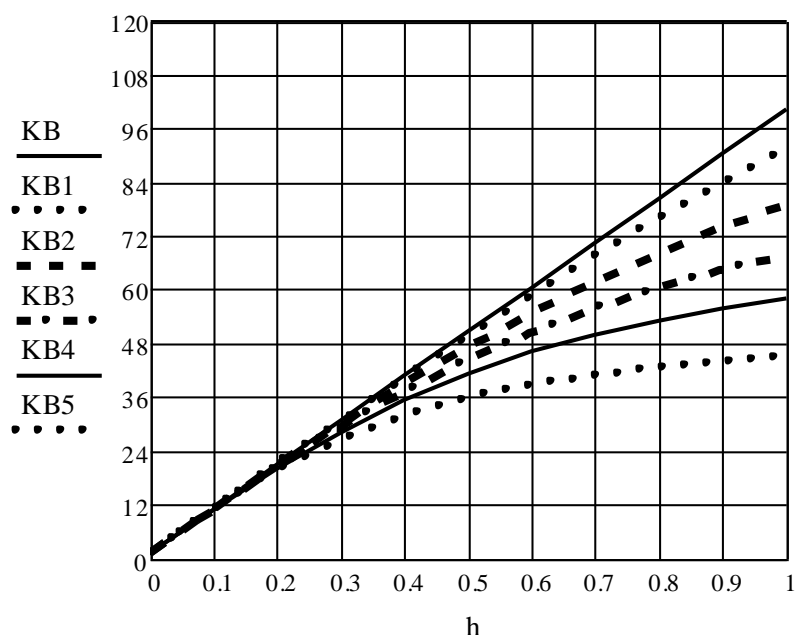


Рис. 2. Пропускные характеристики блока, состоящего из последовательно установленных ШЗРУ с $Kv_v = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ и дросселя: KB – линейная пропускная характеристика ЗРУ с $Kv_v = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ без дросселя; характеристики блока при коэффициенте сопротивления дросселя: KB1 – $\zeta = 0,3$; KB2 – $\zeta = 0,9$; KB3 – $\zeta = 1,8$; KB4 – $\zeta = 2,7$; KB5 – $\zeta = 5,7$

Fig. 2. Flow characteristics of a block consisting of sequentially installed SHZRU with $Kv_v = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ and a throttle:
KV – linear flow characteristic of shut-off and control device (SCU) with $Kv_v = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ without throttle;
unit characteristics with throttle resistance coefficient: KV1 – $\zeta = 0.3$; KV2 – $\zeta = 0.9$; KV3 – $\zeta = 1.8$;
KV4 – $\zeta = 2.7$; KV5 – $\zeta = 5.7$

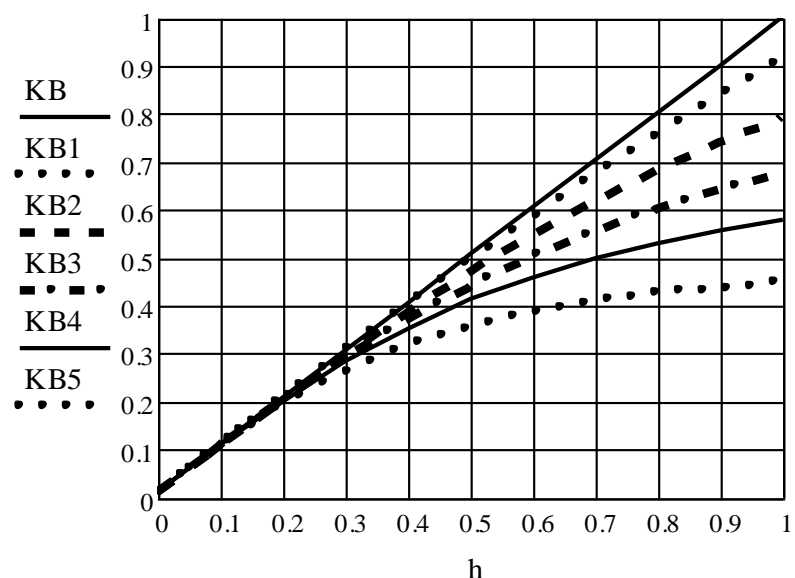


Рис. 3. Безразмерные пропускные характеристики блока, состоящего из последовательно установленных ШЗРУ и дросселя: KB – характеристика ЗРА без дросселя; характеристики блока: KB1 – $\zeta = 0,3$; KB2 – $\zeta = 0,9$; KB3 – $\zeta = 1,8$; KB4 – $\zeta = 2,7$; KB5 – $\zeta = 5,7$

Fig. 3. Dimensionless flow characteristics of a unit consisting of a sequentially installed SHZRU and a throttle:
KV – shut-off and control valve (SCU) characteristic without throttle;
unit characteristics: KV1 – $\zeta = 0.3$; KV2 – $\zeta = 0.9$; KV3 – $\zeta = 1.8$; KV4 – $\zeta = 2.7$; KV5 – $\zeta = 5.7$

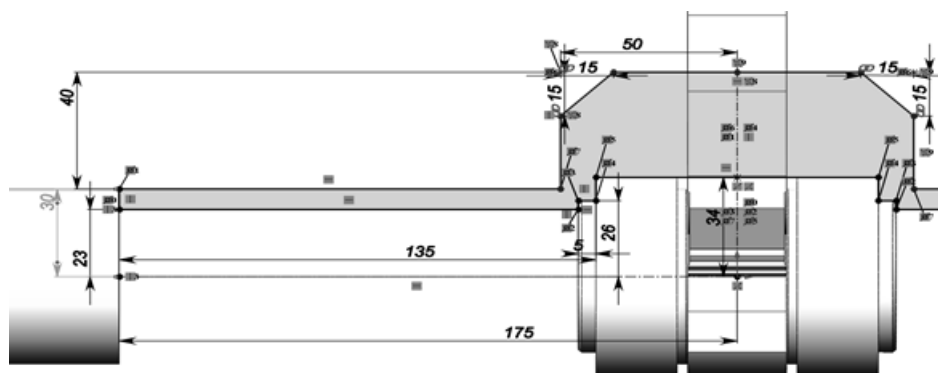


Рис. 4. Корпус ШЗРУ

Fig. 4. ShZRU Corps

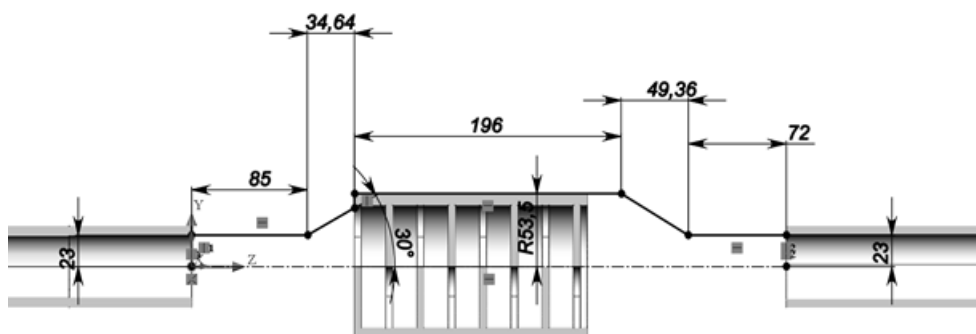


Рис. 5. Корпус дросселя

Fig. 5. Throttle body

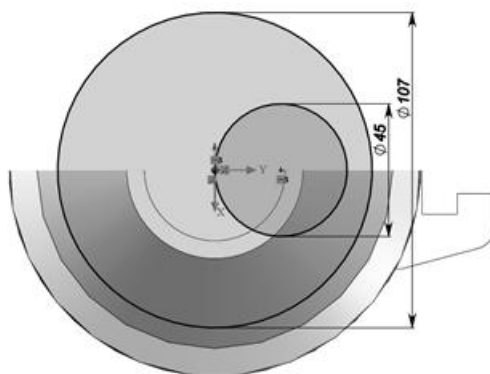


Рис. 6. Дроссельная пластина

Fig. 6. Throttle plate

Результаты и обсуждения

Результаты численного исследования блока, состоящего из последовательно установленных ШЗРУ и многоступенчатого дросселя, при $P_1 = 2$ МПа и $P_2 = 1$ МПа показаны на рис. 7, 8.

Определённые по методике ГОСТ 34437 [10] в аттестованной лаборатории ООО НПФ «МКТ-АСДМ» экспериментальные значения коэффициента сопротивления $\zeta_e = 36,0$ и пропускной способности дросселя – $16,52$ м³/ч. Значение коэффициента сопротивления дросселя, полученное аналитическим расчётом $\zeta_5 = 33,077$, отличается от экспериментального значения на 8,3 %. По результатам численных исследований коэффициент сопротивления дросселя, приведённый к скорости потока РС во входном патрубке $\zeta_5 = 37,60$, пропускная способность дросселя $16,14$ м³/ч отличаются от экспериментальных на 2,3 %.

На основе исследований дросселей и в соответствии с требованиями «Временных норм технической подготовки противопожарной защиты нефтяных и газовых промыслов ВНТП 03/170-

567-87, разработанных ВНИИПО» созданы стационарные и мобильные блоки для пожаротушения (рис. 9).

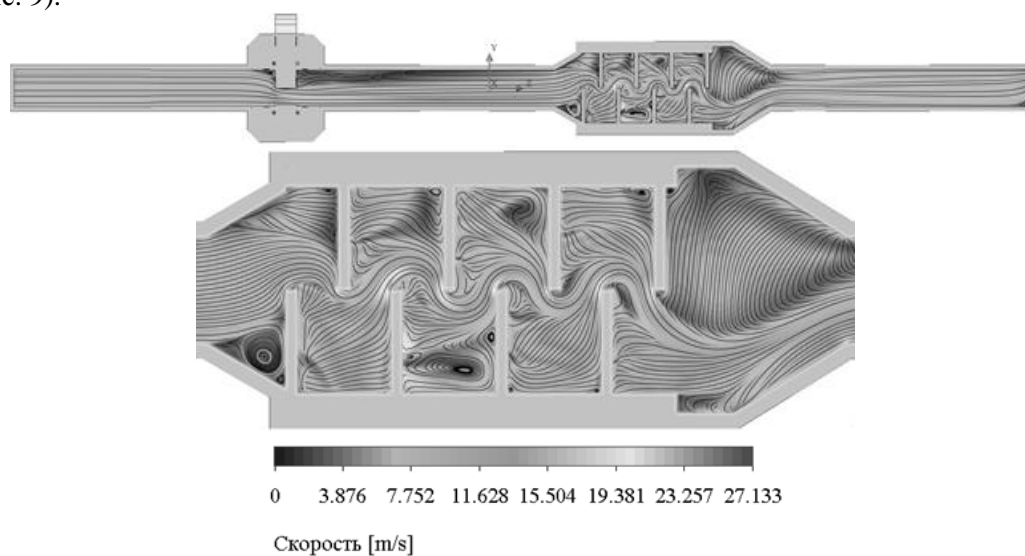


Рис. 7. Поле скоростей в блоке

Fig. 7. Velocity field in a block

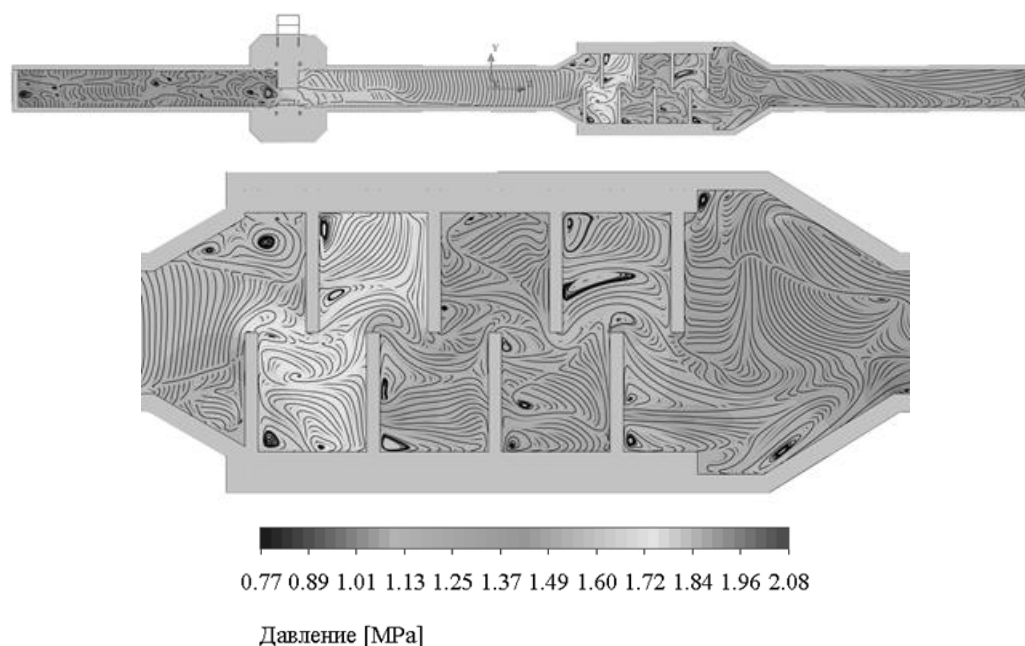


Рис. 8. Поле давлений в блоке

Fig. 8. Pressure field in the block

Выводы

1. Разработаны расчётные схемы, аналитический и численный методы расчёта многоступенчатого дросселя и блока, состоящего из запорно-регулирующей трубопроводной арматуры и дросселя при их последовательном соединении. Получены экспериментальные значения коэффициента сопротивления и пропускной способности многоступенчатого дросселя.

2. Значение коэффициента сопротивления дросселя, полученное аналитическим расчётом $\zeta_5 = 33,077$, отличается от экспериментального значения на 8,3 %. Экспериментальные значения коэффициента сопротивления дросселя – $\zeta_e = 36,0$, пропускной способности – $16,52 \text{ м}^3/\text{ч}$. Результат численного расчёта пропускной способности $16,14 \text{ м}^3/\text{ч}$ отличается от экспериментального на 2,3 %.

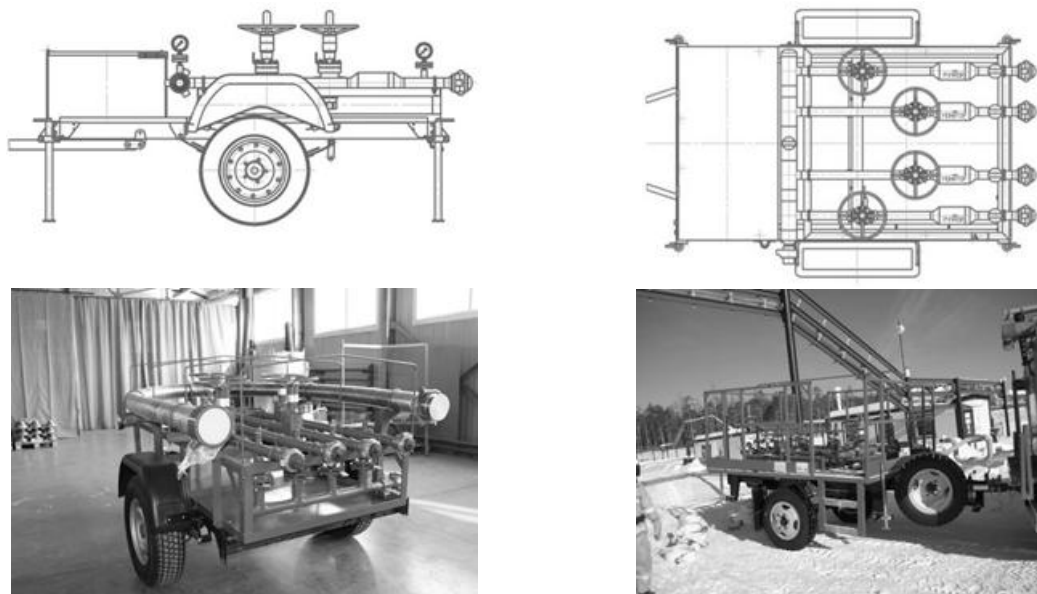


Рис. 9. Мобильный блок для пожаротушения

Fig. 9. Mobile fire extinguishing unit

3. При увеличении коэффициента сопротивления дросселя уменьшается диапазон регулирования арматурой. При последовательной установке арматуры и дросселя пропускная характеристика арматуры искажается.

4. На основе исследований дросселей созданы стационарные и мобильные установки, предназначенные для пожаротушения. Установки содержат блоки понижения давления воды, подаваемой на оборудование пожаротушения (пожарный монитор и ручные стволы) из системы поддержания пластового давления (ППД). Конструкция установки позволяет использовать речную, сеноманскую, подтоварную воду, поступающую из системы ППД. Установка подключается к системе ППД с помощью быстроразъёмного соединения. Установка не требует сложной системы управления, дополнительных устройств безопасности, проста в подключении и эксплуатации, имеет свободный доступ к элементам управления и визуальный контроль работы. Установка поставляется на прицепе автомобиля или в стационарном исполнении. Изготовлено и поставлено заказчикам более ста установок.

Список литературы

1. Ионайтис Р.Р., Чеков М. Е. Анализ и разработка проточных частей интенсифицированных регуляторов расхода // Трубопроводная арматура и оборудование. 2011. № 5 (56). С. 89–92.
2. Zhang G., Zhang H.T., Wu Z.Y. et al. Experimental studies of cavitation evolution through a butterfly valve at different regulation conditions // Exp Fluids. 2024. Vol. 65. Article number 4. <https://doi.org/10.1007/s00348-023-03743-3>.
3. Gao G., Guo S., Li D. A Review of Cavitation Erosion on Pumps and Valves in Nuclear Power Plants // Materials. 2024. Vol. 17(5). P. 1007. <https://doi.org/10.3390/ma17051007>
4. Abdallah H.K., Ben-Mansour R., Li S. Numerical Study of Erosion Phenomena with the Presence of Cavitation at Deflector Jet Servo-Valve // Arab J Sci Eng. 2024. Vol. 49. P. 2797–2811. <https://doi.org/10.1007/s13369-023-08427-y>.
5. The flow and cavitation characteristics of cage-type control valves / Zhi-Xin Gao, Yang Yue, Jia-Yi Wu et al. // Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics. 2021. Vol. 15(1). P. 951–963. <https://doi.org/10.1080/19942060.2021.1932604>.
6. Investigation of Valve Seat Cone Angle on Small Opening Direct-Acting Relief Valve Cavitation Noise / T. Qiu, L. Yang, J. Zhang et al. // Machines. 2024. Vol. 12(7). P. 434. <https://doi.org/10.3390/machines12070434>.
7. Благоев Э.Е. Определение режимных коэффициентов регулирующей арматуры // Арматуростроение. 2016. № 3. С. 54–61.

8. Effect of the opening degree on evolution of cryogenic cavitation through a butterfly valve / G. Zhang, W.W. Wang, Z.Y. Wu et al. // *Energy*. 2023. Vol.283. Paper no. 128543. DOI: 10.1016/j.energy.2023.128543.
9. Experimental and numerical study on characteristics of super-linear mass flow rate and asymmetric cavitation in novel rotary-baffle curved-channel electronic expansion valve for refrigerator / Y. Yang, D. Huang, R. Zhao, X. Wei // *International Journal of Refrigeration*. 2024. Vol. 160. P. 141–150.
10. Romagnuolo L., De Rosa R., Frosina E., Senatore A. Study of a proportional spool valve noise by means of Functional Data Analysis: Cavitation and intensity detection // *Mechanical Systems and Signal Processing*. 2024. Vol. 209. Paper no. 111100.
11. CFD study on the effect of various geometrical parameters of honeycomb type orifices on pressure drop and cavitation characteristics / C.R. Mali, A.W. Patwardhan, G.K. Pandey et al. // *Nuclear Engineering and Design*. 2020. Vol. 370. Paper no. 110880. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110880.
12. Flow Analysis of a Novel, Three-Way Cartridge Flow Control Valve / E. Lisowski, G. Filo, P. Pluskowski, J. Rajda // *Applied Science*. 2023. Vol. 13, Iss. 6. P. 3719–3735. DOI: 10.3390/app13063719.
13. Improving the position control performance of a Proportional spool valve, using a 3D CFD modeling / A. Senatore, D. Buono, E. Frosina et al. // *Proceedings IFPE Technical Conference*. 2014. Paper no. 29.2.
14. Никитченко С.Л., Лаврухин П.В., Гончарова Н.В. Конструкции, расчет и использование дросселирующих устройств в объемном гидроприводе. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2017. 23 с.
15. Вакина В.В., Денисенко И.Д., Столяров А.Л. Машиностроительная гидравлика. Примеры расчётов. Киев: Вища шк.: Головное изд-во, 1986. 208 с.
16. Гейер В.Г., Дулин В.С., Боруменский А.Г., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. М.: Недра, 1970. 302 с.
17. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
18. Способ снижения кавитации в регулирующей трубопроводной арматуре: пат. 2819248 Рос. Федерации: МПК F16K 47/02 (2006/01) / А.В. Фоминых, И.Р. Чиняев, А.Л. Шанаурин; заявитель и патентообладатель А.В. Фоминых, И.Р. Чиняев, А.Л. Шанаурин; заявл. 19.07.2023; опубл. 15.05.2024. 2 с.
19. Чиняев И.Р., Шанаурин А.Л., Фоминых А.В. Управление потоками жидкостей и газов. Часть I. Шибберные запорно-регулирующие устройства: монография. Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2022. 248 с.
20. ГОСТ 34437-2018 Арматура трубопроводная. Методика экспериментального определения гидравлических и кавитационных характеристик. М.: Стандартиформ, 2018. 41 с.

References

1. Ionaitis R.R., Chekov M.E. Analysis and development of flow parts of intensified flow regulators. *Pipeline fittings and equipment*, 2011, no. 5 (56), pp. 89–92. (In Russ.)
2. Zhang G., Zhang H.T., Wu Z.Y. et al. Experimental studies of cavitation evolution through a butterfly valve at different regulation conditions. *Exp Fluids*, 2024, vol. 65, article number 4. <https://doi.org/10.1007/s00348-023-03743-3>.
3. Gao G., Guo S., Li D. A Review of Cavitation Erosion on Pumps and Valves in Nuclear Power Plants. *Materials*, 2024, vol. 17(5), p. 1007. <https://doi.org/10.3390/ma17051007>.
4. Abdallah H.K., Ben-Mansour R., Li S. Numerical Study of Erosion Phenomena with the Presence of Cavitation at Deflector Jet Servo-Valve. *Arab J Sci Eng*, 2024, vol. 49, pp. 2797–2811. <https://doi.org/10.1007/s13369-023-08427-y>.
5. Gao Z.-xin, Yue Y., Wu J.-yi, Li J.-ye, Wu H., Jin Z.-jiang. The flow and cavitation characteristics of cage-type control valves. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 2021, vol. 15(1), pp. 951–963. <https://doi.org/10.1080/19942060.2021.1932604>.
6. Qiu T., Yang L., Zhang J., Wang Z., Song Y., Ai C. Investigation of Valve Seat Cone Angle on Small Opening Direct-Acting Relief Valve Cavitation Noise. *Machines*, 2024, vol. 12(7), p. 434. <https://doi.org/10.3390/machines12070434>.

7. Blagov E.E. Definition of operating coefficients of control valves. *Valve engineering*, 2016, no. 3, pp. 54–61. (In Russ.)
8. Zhang G., Wang W.W., Wu Z.Y., Chen D.S., Kim H.D., Lin Z. Effect of the opening degree on evolution of cryogenic cavitation through a butterfly valve. *Energy*, 2023, vol. 283, paper no. 128543. DOI: 10.1016/j.energy.2023.128543.
9. Yang Y., Huang D., Zhao R., Wei X. Experimental and numerical study on characteristics of super-linear mass flow rate and asymmetric cavitation in novel rotary-baffle curved-channel electronic expansion valve for refrigerator. *International Journal of Refrigeration*, 2024, vol. 160, pp. 141–150.
10. Romagnuolo L., De Rosa R., Frosina E. Study of a proportional spool valve noise by means of Functional Data Analysis: Cavitation and intensity detection. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 2024, vol. 209, paper no. 111100.
11. Mali C.R., Patwardhan A.W., Pandey G.K., Banerjee I., Vinod V. CFD study on the effect of various geometrical parameters of honeycomb type orifices on pressure drop and cavitation characteristics. *Nuclear Engineering and Design*, 2020, vol. 370, paper no. 110880. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2020.110880.
12. Lisowski E., Filo G., Pluskowski P., Rajda J. Flow Analysis of a Novel, Three-Way Cartridge Flow Control Valve. *Applied Science*, 2023, vol. 13, issue 6, pp. 3719–3735. DOI: 10.3390/app13063719.
13. Senatore A., Buono D., Frosina E., Pavanetto M., Costin I.J., Olivetti M. Improving the position control performance of a Proportional spool valve, using a 3D CFD modeling. *Proceedings IFPE Technical Conference*, 2014, paper no. 29.2.
14. Nikitchenko S.L., Lavrukhin P.V., Goncharova N.V. *Konstruktsii, raschet i ispol'zovanie drosseliruyushchikh ustroystv v ob'emnom gidroprivode* [Design, calculation and use of throttling devices in positive displacement hydraulic drive]. Zernograd, 2017. 23 p.
15. Vakina V.V., Denisenko I.D., Stolyarov A.L. *Mashinostroitel'naya gidravlika. Primery raschetov* [Mechanical engineering hydraulics. Examples of calculations]. Kiev, 1986. 208 p.
16. Geyer V.G., Dulin V.S., Borumenskiy A.G., Zarya A.N. *Gidravlika i gidroprivod* [Hydraulics and hydraulic drive]. Moscow, 1970. 302 p.
17. Idelchik I.E. *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam* [Handbook of hydraulic resistances]. Moscow, 1992. 672 p.
18. Fominykh A.V., Chinyayev I.R., Shanaurin A.L. *Sposob snizheniya kavitatsii v reguliruyushchey truboprovodnoy armature* [Method for reducing cavitation in control pipeline valves]. Patent 2819248 of the Russian Federation: IPC F16K 47/02 (2006/01), declared 19.07.2023; published 15.05.2024. 2 p.
19. Chinyayev I.R., Shanaurin A.L., Fominykh A.V. *Upravleniye potokami zhidkostey i gazov. Chast' I. Shibernyye zaporno-reguliruyushchiye ustroystva* [Control of liquid and gas flows. Part I. Gate shut-off and control devices]. Kurgan, 2022. 248 p.
20. GOST 34437-2018 *Armatura truboprovodnaya. Metodika eksperimental'nogo opredeleniya gidravlicheskih i kavitatsionnykh kharakteristik* [State Standard 34437-2018 Pipeline fittings. The method of experimental determination of the hydraulic and cavitation characteristics]. Moscow, 2018. 41 p.

Информация об авторе

Чиняев Ильгиз Рашитович, кандидат технических наук, акционер, ООО НПФ «МКТ-АСДМ», Курган, Россия; ruk_mkt@mail.ru

Information about the author

Ilgiz R. Chinyayev, Candidate of Science (Eng.), shareholder, LLC NPF “MKT-ASDM”, Kurgan, Russia; ruk_mkt@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.11.2024; принята к публикации 30.11.2024.

The article was submitted 14.11.2024; accepted for publication 30.11.2024.