

15. Гогонин И.И., Шемагин Е.А., Будов В.М., Дорохов А.Р. Теплообмен при пленочной конденсации и пленочном кипении в элементах оборудования АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 208 с.
16. Данилова Г.Н., Досов В.Г. Исследование теплоотдачи при испарении и кипении фреона-12 в стекающей пленке // Холодильная техника. – 1970. – № 8. – С. 39–42.
17. Рубинов Е.А. Исследование теплопередачи к тонким пленкам в условиях фазового превращения при пониженных давлениях: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 1979. – 20 с.
18. Сагань И.И., Карась В.А. // Известия ВУЗ «Пищевая технология». – 1972. – № 2. – С. 113–116.
19. Je-Chin Han, Fletcher L.S. Ind. Eng. Chem. Progress Des. Dev. – 1985. – V. 24. – № 3. – P. 570–575.
20. Данилова Г.Н., Букин В.Г., Дюндин В.А. Исследование теплоотдачи в элементах оросительных испарителей // Холодильная техника. – 1976. – № 6. – С. 21–25.
21. Fujita Y, Tsatsui M. Proc. Of 10th Int. Heat Transfer Conference Brighton, U.K. – 1994. – V.6. – P. 175–180.
22. Owens W.L. Presentation at the Fifth Annual Conference on Ocean Thermal Energy Conversion. Miami Beach, FL. – Feb. 20–22. – 1978.
23. Гогонин И.И. Зависимость теплообмена при кипении от свойств и геометрических параметров теплоотдающей стенки // Теплофизика высоких температур. – 2006. – Т. 44. – № 6. – С. 918–925.

УДК 532.54

НОВОЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ ДРОССЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Долгов С.В., Кулеш Р.Н., к.т.н., Половников В.Ю., к.т.н., Шалыгин С.Е.
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: polov@tpu.ru

Практически все сферы промышленности сталкиваются с необходимостью перемещения жидкостей или газов по трубам. Для регулирования расхода рабочей среды используются разного рода устройства [1]. Одними из таких устройств являются регулируемые дроссельные шайбы. В настоящее время существует большое количество разнообразных регулируемых дроссельных шайб. Их достоинства и недостатки конструкций описаны в [2–5].

С целью устранения недостатков описанных в [2–5] и создания универсальной, надежной, простой в эксплуатации и изготовлении регулируемой дроссельной шайбы для оптимизации гидравлических и расходных характеристик транспортируемых сред трубопроводных систем разработана новая конструкция [5] рассматриваемой регулирующей арматуры. Регулируемая дроссельная шайба [5] содержит корпус с отверстиями, регулировочным болтом и сальниковым болтом. Регулировка расхода среды может осуществляться без разгерметизации трубопроводной системы.

Регулирование расхода осуществляется путем радиально поступательных перемещений вдоль отверстий регулировочным болтом. Регулирование среды посредством регулировочного болта и фиксация его с помощью сальникового болта осуществляется рожковым ключом, что делает шайбу [5] простой в эксплуатации. На рисунке 1 представлен главный вид регулируемой дроссельной шайбы [5].

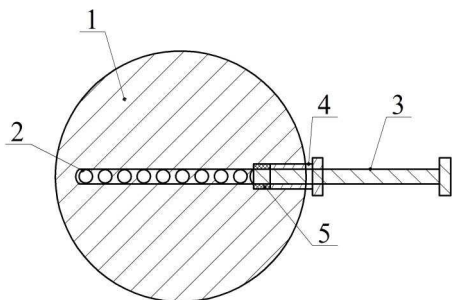


Рис. 1. Регулируемая дроссельная шайба:
1 – корпус; 2 – проходные отверстия;
3 – регулировочный болт; 4 – сальниковый болт; 5 – сальниковая набивка

Регулируемая дроссельная шайба [5] состоит из корпуса 1 с отверстиями 2, вдоль отверстий 2 закреплен резьбовым соединением регулировочный болт 3, служащий для изменения сечения проходного овального отверстия 2, сальниковый болт 4 с продольным резьбовым отверстием установлен в корпусе 1 резьбовым соединением, служащий для обеспечения герметичности резьбовых соединений за счет сальниковой набивки 5, между корпусом 1, регулировочным болтом 3, а так же для фиксации регулировочного болта 3 на установленной позиции относительно проходных отверстий 2.

Процесс регулирования жидких и/или газообразных сред осуществляется путем установки корпуса 1 регулируемой дроссельной шайбы во фланцевое соединение систем трубопроводов. Расход среды изменяется путем изменения количества открытых отверстий 2 путем осуществления радиально поступательных перемещений регулировочного болта 3. Сальниковый болт 4 подтягивается в процессе регулировки по направлению часовой стрелки совершая радиально поступательное перемещение относительно корпуса 1, тем самым уплотняя сальниковую набивку 5 и обеспечивая герметичность резьбовых соединений.

Для исследования характеристик регулируемой дроссельной шайбы [5] разработан лабораторный стенд (см. рис. 2).

Основными элементами стенда (см. рис. 3) являются: пьезометры – 1а–1е, две трубы – 2 с внутренним диаметром 50 мм и длиной 0,5 м, дроссельная шайба – 3 диаметром 65 мм, входной патрубок – 4, выходной патрубок – 5, расходомер – 6, циркуляционный насос – 7. Дроссельная шайба имеет девять проходных круглых отверстий диаметром 5 мм.

Эксперименты по определению коэффициентов гидравлического сопротивления проводились в следующем порядке. Перед началом экс-

перимента лабораторный стенд заполнялся водопроводной водой. Затем включали в работу насос 7. Измерение разности давления производилось по пьезометрам 1а и 1б. Пьезометры 1в–1е использовались для контроля постоянства давления по всей длине трубы 2.

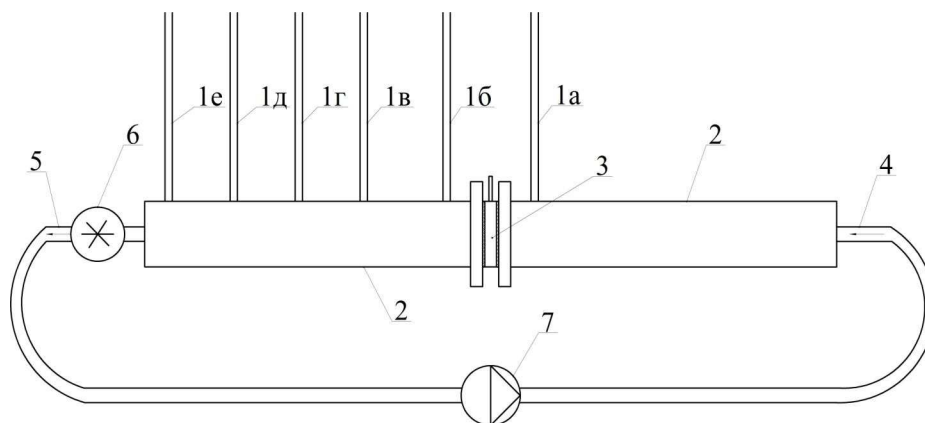


Рис. 2. Схема лабораторного стенда:

1а–1е – пьезометр; 2 – труба; 3 – регулируемая дроссельная шайба; 4 – входной патрубок; 5 – выходной патрубок; 6 – расходомер; 7 – циркуляционный насос

Опыты по определению коэффициента гидравлического сопротивления повторялись пять раз в идентичных условиях с целью исключения случайной погрешности. Расход жидкости измерялся крыльчатым водомером, имеющим относительную погрешность $\pm 2\%$. Измерение разности высот столбов жидкости в пьезометрических трубках 1а и 1б производилось с систематической погрешностью 2–3%, оцениваемой по методике [6].

Коэффициент гидравлического сопротивления ξ рассчитывался по формуле [7]:

$$\xi = \frac{g\Delta h}{V^2/2},$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; Δh – разность высот столбов жидкости, м; V – скорость в трубе, м/с.

Основные результаты экспериментальных исследований гидравлического сопротивления шайбы [5] приведены на рисунке 3. На рисунке показаны зависимости значений коэффициентов гидравлического сопротивления ξ шайбы от скорости движения жидкости в трубе V , в зависимости от количества открытых отверстий, а также показаны величины доверительных интервалов для каждого из проведенных опытов.

Анализ результатов исследований, приведенных на рисунке 3, позволяет сделать вывод о том, что с увеличением количества открытых отверстий, а следовательно, и с увеличением суммарной площади сече-

ния, коэффициент гидравлического сопротивления снижается. Так для отверстий 1–9 диапазон изменения коэффициента гидравлического сопротивления ζ составляет от 21138 до 670 (доверительный интервал \pm (8–10 %)).

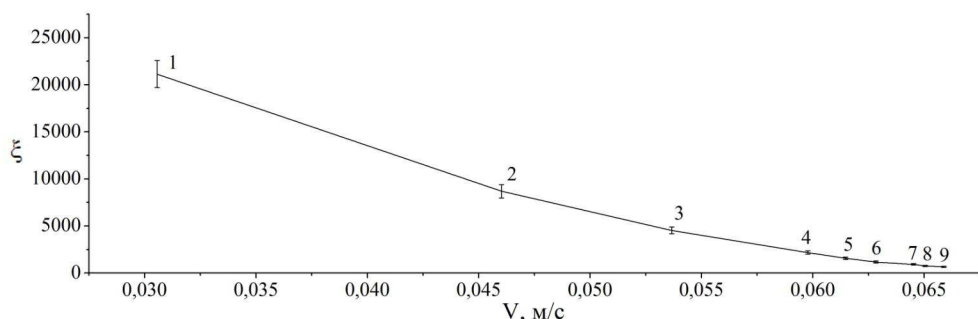


Рис. 3. Результаты исследования коэффициента гидравлического сопротивления (цифрами обозначено количество открытых отверстий)

Принимая во внимание сравнительную простоту и дешевизну предложенного устройства [5] можно сделать вывод о перспективности его применения для регулировки расхода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-00201-а и грантов Президента РФ № МК-1284.2011.8, № МК-1652.2013.8.

Список литературы:

1. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж, А.И. Манюк. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.
2. А.с. 779700 СССР, МКП5 F 16 К 3/04. Дроссельная шайба / Пензенский инженерно-строительный институт; Л.В. Попов. – № 2697255; Заявлено 13.12.1978. Оpubл. 15.11.1980. Бюл. № 42. – 2 с.: ил.
3. А.с. 429237 СССР. МКП6 F 16 К 47/14. Дроссельная шайба / Б.М. Колявкин, Л.Н. Ваганова, С.З. Угорский. – № 1809873/25–8/ Заявлено 17.07.72. Оpubл. 25.05.74. Бюл. № 19. – 2 с.: ил.
4. Интернет-сервис «Гидравлический расчет тепловой сети». Режим доступа: URL: <http://www.tesey.listkom.ru>.
5. Пат. 127140 Россия. МКП F 16 В 43/00. Регулируемая дроссельная шайба / С.В. Долгов, Р.Н. Кулеш, В.Ю. Половников (РФ); Томский политехнический университет (РФ). – № 2012147980/12; Заявлено 12.11.2012. Оpubл. 20.04.2013. Бюл. № 11. – 2 с.: ил.
6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоиздат, 1991. – 304 с.
7. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975. – 559 с.