

6. Перспективы и стратегические инициативы развития топливно-энергетического комплекса. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy/ch\\_6.php#13](http://www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy/ch_6.php#13).

### Новое универсальное регулируемое дроссельное устройство

Долгов С.В., Кулеш Р.Н., Половников В.Ю., Мясоедов С.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Практически все сферы промышленности сталкиваются с необходимостью перемещения жидкостей или газов по трубам. Сложность и большая протяженность сетей становятся серьезной проблемой для регулирования расхода рабочей среды, используя разного рода устройства. Для быстрой и качественной наладки сети без разгерметизации системы используются регулируемые дроссельные шайбы [1].

Регулируемая дроссельная шайба имеет корпус с проходным овальным отверстием, регулировочный болт, сальниковый болт. Регулирование расхода жидких и/или газообразных сред осуществляется путем установки корпуса – 1 регулируемой дроссельной шайбы во фланцевое соединение систем трубопроводов. Расход среды изменяется путем изменения площади сечения овального отверстия – 2 за счет осуществления радиальных перемещений регулировочным болтом – 3. Сальниковый болт – 4 подтягивается в процессе регулировки, тем самым уплотняя сальниковую набивку – 5 и обеспечивая герметичность резьбовых соединений.[1] Регулирование среды посредством регулировочного болта и фиксация его с помощью сальникового болта осуществляется рожковым ключом, что делает шайбу простой в эксплуатации. Конструкция регулируемой дроссельной шайбы приведена на рисунке 1.

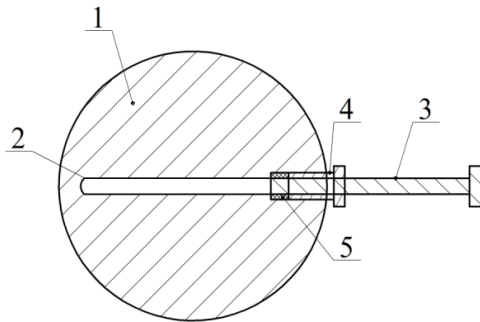


Рис. 1. Схема дроссельной шайбы: 1–корпус, 2–овальное отверстие, 3–регулирующий болт, 4–сальниковый болт, 5–сальниковая набивка

Для исследования характеристик регулируемой дроссельной шайбы разработан лабораторный стенд [1] (рисунок 2). Стенд имеет простую конструкцию, основными элементами являются: пьезометры 1а – 1е, две трубы – 2 с внутренним диаметром 50 мм и длиной 0,5 м, дроссельная шайба – 3, имеющая овальное отверстие, расходомер 6 и циркуляционный насос 7.

Опыты по определению коэффициентов гидравлического сопротивления производились пятикратно в одинаковых условиях во избежание случайной погрешности. Измерение разности высот столбов жидкости в пьезометрических трубках 1а и 1б производилось с систематической погрешностью 1 – 4 %, оцениваемой по методике [3]. Расход жидкости измерялся крыльчатым водомером, имеющим относительную погрешность  $\pm 2\%$ .

Для расчета гидравлического сопротивления  $\xi$  использовалась формула [2]:

$$\xi = \frac{g\Delta h}{v^2/2} \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения (принимая равным 9,8),  $m/c^2$ ;  $\Delta h$  – разность высот столбов жидкости, м;  $v$  – скорость в трубе, м/с.

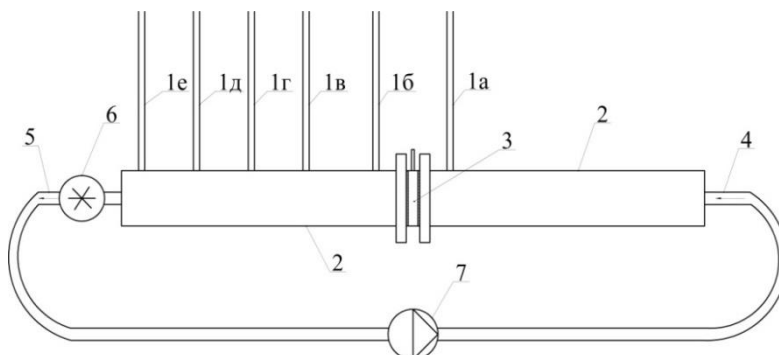


Рис. 2. Схема лабораторного стенда: 1а...1е – пьезометры, 2 – труба, 3 – регулируемая дроссельная шайба, 4 – входной патрубок, 5 – выходной патрубок, 6 – расходомер, 7 – циркуляционный насос.

Результаты экспериментальных исследований гидравлического сопротивления регулируемой дроссельной шайбы приведены на рисунке 3 – 5, где показано зависимость коэффициента гидравлического сопротивления шайбы  $\xi$  от площади сечения овального отверстия в шайбе.

При анализе полученных результатов исследований был рассчитан доверительный интервал, который составил от  $\pm 1$  до  $\pm 4$  %. Диапазон изменений коэффициента гидравлического сопротивления  $\xi$  составил от 171 до 24424.

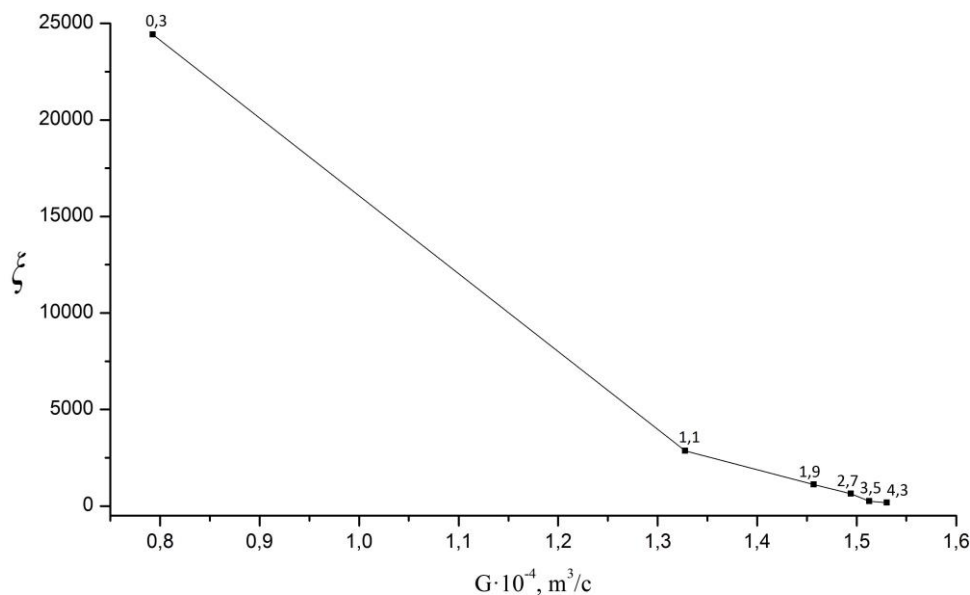


Рис. 3. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления шайбы  $\xi$  от площади сечения овального отверстия в шайбе в эксперименте 1.

В первом эксперименте изменение скорости составило от 0,07635 до 0,06766 м/с при сужении сечения овального отверстия регулируемой шайбы.

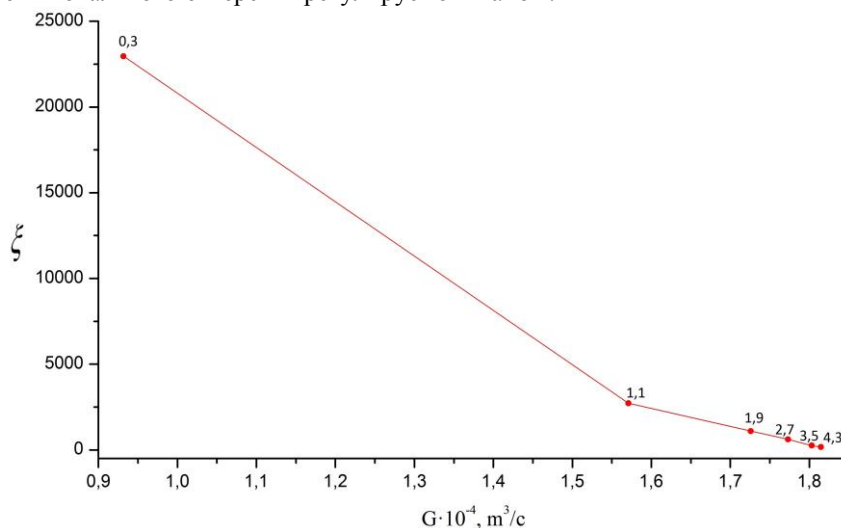


Рис. 4. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления шайбы  $\xi$  от площади сечения овального отверстия в шайбе в эксперименте 2.

Во втором эксперименте изменение скорости составило от 0,09248 до 0,08038 м/с при сужении сечения овального отверстия регулируемой шайбы.

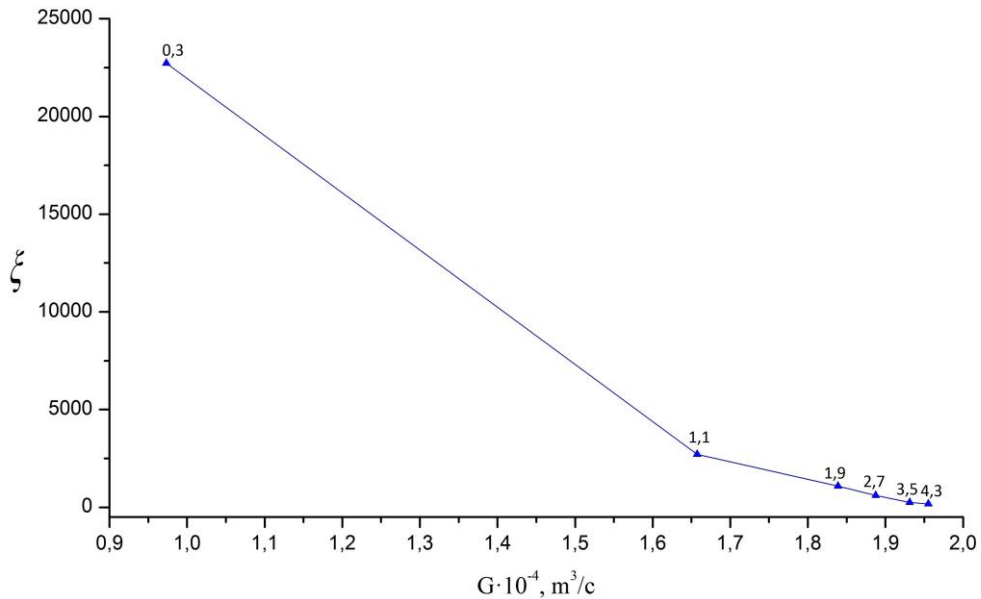


Рис. 5. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления шайбы  $\xi$  от площади сечения овального отверстия в шайбе в эксперименте 3.

В третьем эксперименте изменение скорости составило от 0,09841 до 0,08452 м/с при сужении сечения овального отверстия регулируемой шайбы.

Простота и дешевизна изготовления и составляющих компонентов устройства делает его перспективным в области регулирования расхода жидкостей или газов в различных системах.

#### Список литературы:

1. С. В. Долгов, Р. Н. Кулеш, В. Ю. Половников, С. Е. Шальгин. Универсальное дроссельное устройство / С. В. Долгов // Известия Томского политехнического университета. - 2013. - Т. 323, № 4.: Энергетика. – 37-40 с.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975. — 559 с.
3. 3 Кравчик Н. С. Методы обработки результатов измерений и оценок погрешностей в учебном лабораторном практикуме: учебное пособие / Н. С. Кравченко, О. Г. Ревинская; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 86 с.

УДК 66.023

#### Метод расчета эффективности охлаждения воды в противоточных градирнях

Назаров А.Н.\*, Лантева Е.А.\*\*

\* ФКП «Казанский государственный казённый пороховой завод», г. Казань, Россия

\*\* ФГБОУ ВПО Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Рассмотрим процесс охлаждения воды в градирне на элементах насадок (блоков оросителей), выполненных в виде цилиндрических каналов из сеток или гофротруб. Вода после распыла форсунками попадает на блоки с насадками и стекает вниз преимущественно в виде волновой пленки. Известно, что основное охлаждение воды происходит именно в этой области градирни.

Представим насадочный слой в вертикальном направлении движения газового потока в виде совокупности параллельных эквивалентных каналов, с учетом взаимодействия фаз (переноса тепла и массы водяного пара) в форме объемных источников массы. Запишем систему уравнений тепло- и массопереноса в эквивалентном канале для воздуха в цилиндрических координатах (турбулентный режим):

$$W_r(r) \frac{\partial C_r}{\partial x} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[ r (D_r + D) \left( r \frac{\partial C_r}{\partial r} \right) \right] - R_{cv}, \quad (1)$$