

УДК 532.528

**Анализ влияния геометрических параметров цилиндрических дроссельных
каналов на процесс истечения через них жидкости**

Д.С. Губин¹, И.В. Конокотина²

^{1,2} Студенты, кафедра «Гидромеханика, гидромашины и
гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

*Научный руководитель: Кузнецов В.С., к.т.н., доцент кафедры «Гидромеханика,
гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, Россия*

*Научный консультант: Шабловский А.С., доцент кафедры «Гидромеханика,
гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана
irkono@yandex.ru

Гидравлические системы энергетических установок и машин, двигателей транспортных и стационарных агрегатов, летательных аппаратов, технологических установок различных производств и др., как правило, включают в себя устройства, в которых рабочая жидкость движется по каналам сложной геометрической формы. Опыт показывает, что гидродинамические характеристики потоков жидкости в таких устройствах носят весьма сложный характер и часто существенным образом влияют на работоспособность всей гидросистемы в целом.

Из анализа литературных источников следует, что в 70 – 80-е годы прошлого столетия в отечественной науке велись достаточно обширные исследования гидродинамики потоков жидкости в дроссельных каналах при возникновении в них кавитационных явлений. Однако, механизм процессов, сопровождающих такие течения, в полной мере раскрыть не удалось. Из обзора литературных источников также следует:

1. До настоящего времени ещё нет четкого физического представления о существовании процессов, происходящих в дроссельных каналах при возникновении в них кавитационных явлений. Именно этим объясняется наличие работ с противоположенными теоретическими концепциями.

2. Существующие теории истечения жидкости через насадки, а также опирающиеся на них методы расчёта и испытания не являются достаточно совершенными. В целом ряде случаев ни одним из существующих методов расчёта нельзя получить результаты, близкие к действительности. Это объясняется отсутствием чётких и достаточно верных физических основ, на которые опирается теория.

На кафедре «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана ведутся исследования с целью получения дополнительных экспериментальных данных о гидродинамических параметрах процесса движения жидкости в дроссельных каналах при возникновении в них кавитационных явлений. В ранее выполненных исследованиях была оценена возможность анализа некоторых гидродинамических параметров потоков в цилиндрическом дроссельном канале на его плоской (щелевидной) модели. Такая методология исследований позволяла визуализировать гидродинамику ядра потока и количественно оценить некоторые его параметры.

На следующем этапе исследований поставлена задача проанализировать влияние геометрических параметров цилиндрического дроссельного канала на параметры потока жидкости в нём. В настоящей статье приводятся результаты исследований коэффициентов расхода μ для четырех моделей цилиндрических дроссельных каналов. Их конструктивная схема и геометрические размеры приведены на рис. 1. Модели выполнены из полированного оргстекла. Экспериментальные исследования проводились на стенде, фотография которого представлена на рис. 2. Анализировался отрывный и безотрывный режимы истечения жидкости из рассматриваемых моделей дроссельных каналов. Рабочая жидкость – вода. Значение коэффициента расхода определялось на основе экспериментальных данных по формуле:

$$\mu = \frac{Q}{f_{oms} * \sqrt{2 * p_{ex.изб.} / \rho}}.$$

Здесь:

- расход Q измерялся с помощью мерного бака и секундомера;
- избыточное давление на входе в дроссельный канал $p_{вх.изб.}$. Контролировалось с помощью образцового манометра с классом точности 0,4 и диапазоном измерения от 0 до 4 кгс/см²;

- плотность воды ρ принималась равной 1000 кг/м^3 .

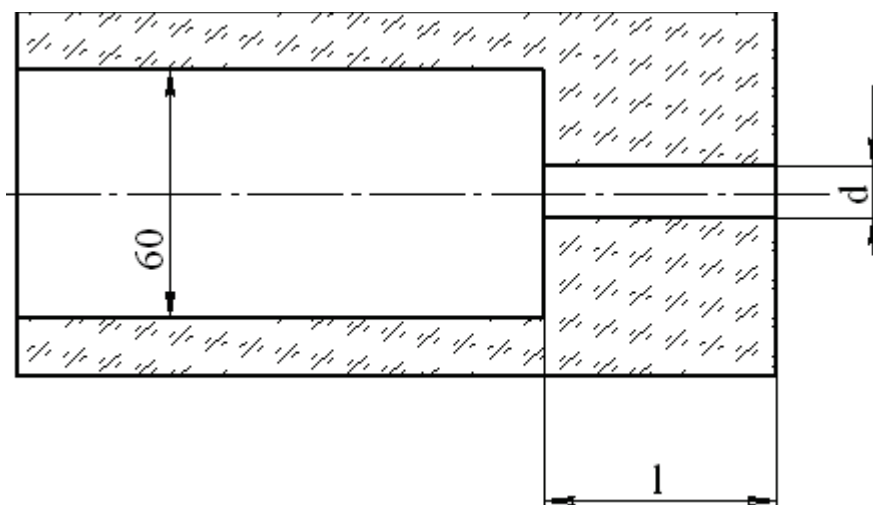


Рис. 1. Конструктивная схема исследуемых дросселей и их размеры:

Модель 1 - $d = 12 \text{ мм}$, $l = 48 \text{ мм}$, $l/d = 4$; Модель 2 - $d = 11,9 \text{ мм}$, $l = 36 \text{ мм}$, $l/d = 3$

Модель 3 - $d = 12 \text{ мм}$, $l = 23,9 \text{ мм}$, $l/d = 2$; Модель 4 - $d = 15 \text{ мм}$, $l = 45 \text{ мм}$, $l/d = 3$

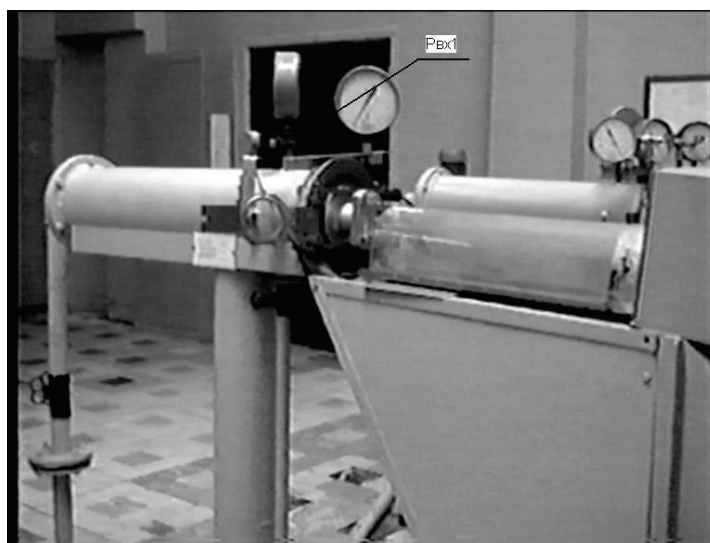


Рис. 2. Стенд для исследования процесса истечения из дроссельных каналов

Результаты исследований, представленные в виде зависимости коэффициента расхода μ от величины давления на входе $p_{\text{вх. изб.}}$, приведены на рисунках 3, 4, 5 и 6.

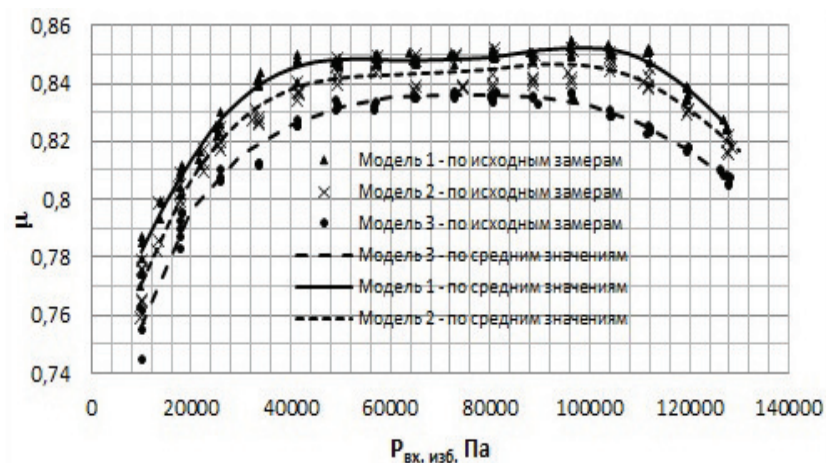


Рис. 3. Влияние на коэффициент расхода отношения l/d при безотрывном истечении

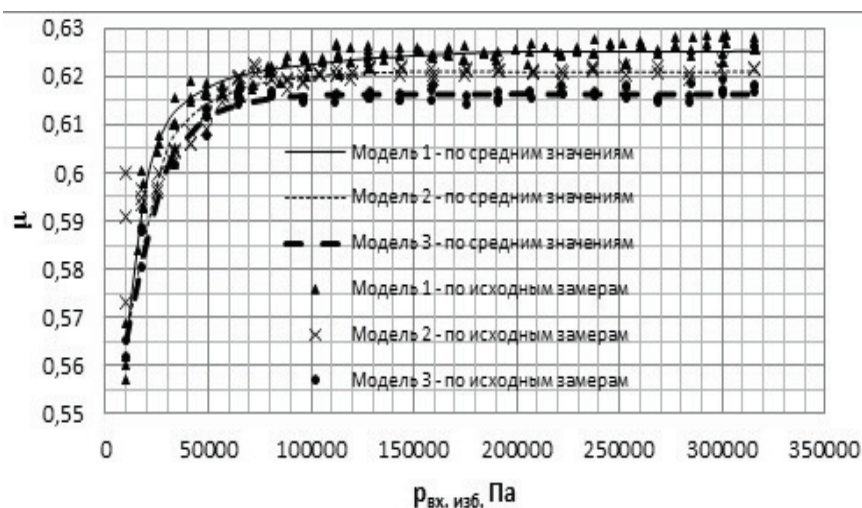


Рис. 4. Влияние на коэффициент расхода отношения l/d при отрывном режиме истечения

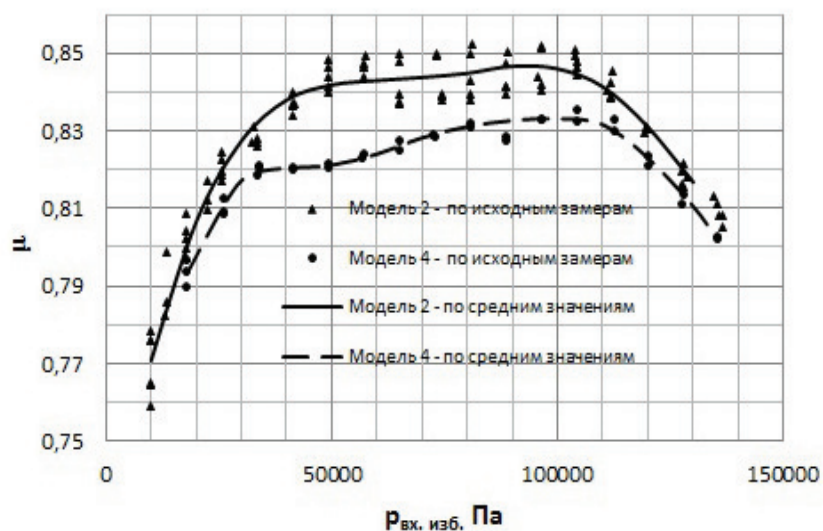


Рис. 5. Влияние на коэффициент расхода диаметра отверстия при безотрывном режиме истечения

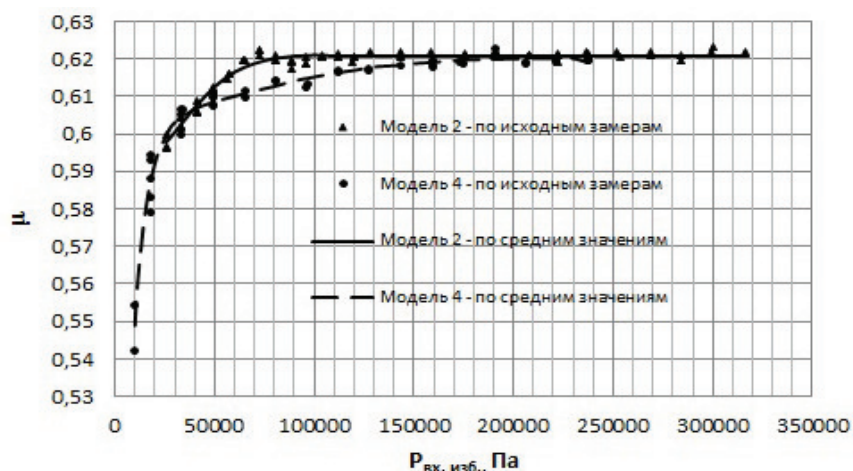


Рис. 6. Влияние на коэффициент расхода диаметра отверстия при отрывном режиме истечения

Выводы

1. Из данных, приведенных на рисунках 3 и 4 следует, что как при безотрывном так и при отрывном режимах истечения с увеличением длины дроссельного канала l при одинаковом диаметре отверстия d величина коэффициента расхода μ увеличивается.

2. Из данных, приведённых на рисунках 5 и 6 следует, что при безотрывном режиме истечения с увеличением диаметре отверстия d при одинаковой длине дроссельного канала l величина коэффициента расхода μ уменьшается, а при отрывном режиме истечения остается практически неизменной.

3. Выполненная оценка точности измерений указывает на необходимость выполнить дополнительные исследования в зоне малых значений давлений на входе повысив точность измерения этого давления.

Список литературы

1. Башта Т.М., С.С. Руднев., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидропередачи. М.: Машиностроение, 1982. 423 с.
2. Сиов Б.Н. Истечение жидкости через насадки. М.: Машиностроение, 1968. 140 с.
3. Бирюков О.Я., Котлов А.Б., Фомичёв В.М. Влияние противодействия на гидравлические характеристики дросселирующего устройства / Деп. в ВИМИ сборник «Рипорт» №1, 1974, № ВМ ДР00959.
4. Попов Д.Н., Отрошко П.В., Бочаров А.Г., Кузнецов В.С. Кавитационные течения вязкой жидкости в дроссельных устройствах. М.: Вестник машиностроения, 1980, №2. С. 5-8.

5. Попов Д.Н., Отрошко П.В., Бочаров А.Г., Кузнецов В.С. О влиянии противодействия на кавитационные течения жидкости в дроссельных устройствах. М.: Вестник машиностроения, 1981, №11. С. 68-70.
6. Кашаев Н.С., Кузнецов В.С., Шабловский А.С. Истечение жидкости через отверстия, имеющие протяженность / Тезисы докладов на Всероссийской студенческой конференции. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. С. 32.