

УДК 532;533

Расходно-напорные характеристики гидродиода

А.А. Кураев, А.Б. Семёнов

Новосибирский государственный технический университет

E-mail: andrej.semyon@yandex.ru

Приводятся результаты исследований расходно-напорных характеристик перфорированной мембраны в осциллирующем потоке жидкости, которые необходимы для применения гидропневмодиодов в качестве насоса. Показано, что характер перфорации (количество отверстий) влияет только на расход жидкости.

Ключевые слова: расход жидкости, коэффициент расхода, гидродиод, осцилляции потока.

В работе [1], посвященной параметрическим исследованиям напорных характеристик перфорированной мембраны в осциллирующем потоке жидкости, показано, что если отверстия перфорации сделать профилированными (рис. 1) с одной стороны, а с другой стороны оставить острые входные кромки, то из-за разности коэффициентов расхода в осциллирующем потоке на такой мембране развивается избыточный напор, а через отверстие устанавливается осредненный однонаправленный поток в направлении от отверстия с высоким коэффициентом расхода к отверстию с меньшим. Такая перфорация в осциллирующем потоке работает как гидропневмодиод [2].

Цель настоящей работы — исследование расходно-напорной характеристики гидродиода с целью возможного применения его в технике в качестве насоса.

В работе [1] были сделаны следующие выводы:

- развиваемый мембраной напор тем больше, чем больше осредненное ускорение осцилляций, обусловленное их частотой и амплитудой;
- развиваемый мембраной напор растет при приближении температуры жидкости к точке кипения (рис. 2);
- величина напора, развиваемая мембраной, растет с увеличением объема упругообъемных элементов — сильфонов (рис. 3);
- наибольшей величины напор достигает при диаметре отверстий в мембране 2 мм.

В данном случае расходно-напорные характеристики гидропневмодиода исследовались на установке, представленной на рис. 4.

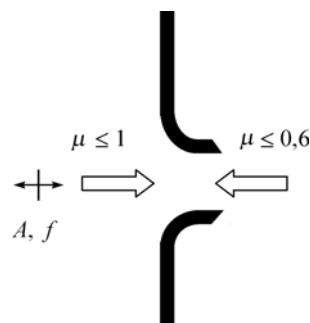


Рис. 1. Конфигурация отверстия в мембране.
 A — амплитуда колебаний, f — частота осцилляций потока.

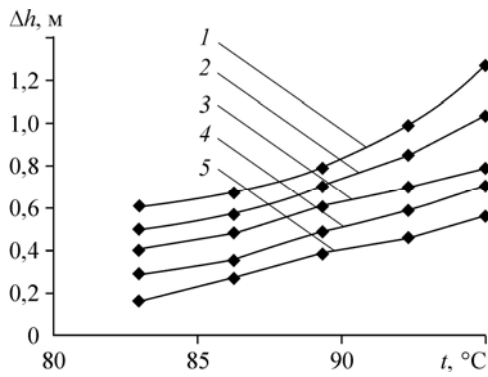


Рис. 2. Зависимость напора от температуры жидкости.

$$j_{эфф} = 8 (1), 6 (2), 4 (3), 2 (4) \text{ м/с}^2; A = 0,0015 \text{ м.}$$

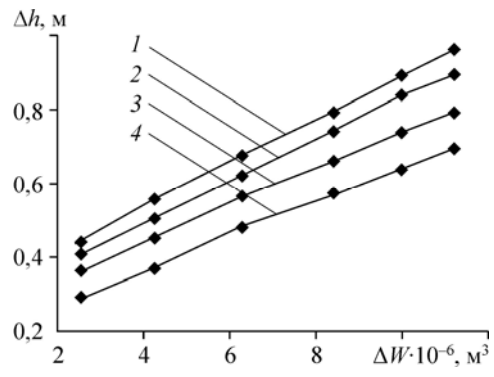


Рис. 3. Зависимость напора от объема упруго-объемных элементов.

$$\text{Расход равен } 2,2 (1), 2,8 (2), 6 (3), 6,5 (4) \text{ м}^3/\text{с.}$$

Установка имела две мембраны, перфорированные профилированными отверстиями, заостренные входные кромки которых направлены навстречу друг другу. Для исследования расходно-напорных характеристик гидропневмодиода к пьезометрической трубке присоединялся вентиль.

Измерялась зависимость расхода жидкости через вентиль от ее напора при неизменных амплитудно-частотных характеристиках осцилляций сосуда с жидкостью, варьировалось число отверстий в мембранах. Расход измерялся калиброванной мензуркой с погрешностью не более $\pm 1 \text{ см}^3$.

Следуя результатам [1], на рис. 2 приведен график зависимости напора от температуры жидкости при фиксированном расходе, рис. 3 отражает зависимость напора от объема упругообъемных элементов, полученную при фиксированном расходе через кран.

На рис. 5 приведены напорно-расходные характеристики двухмембранной схемы (рис. 4). Так как величина напора не зависит от количества отверстий в мембране, потребный расход может быть увеличен за счет увеличения количества профилированных отверстий в мембранах.

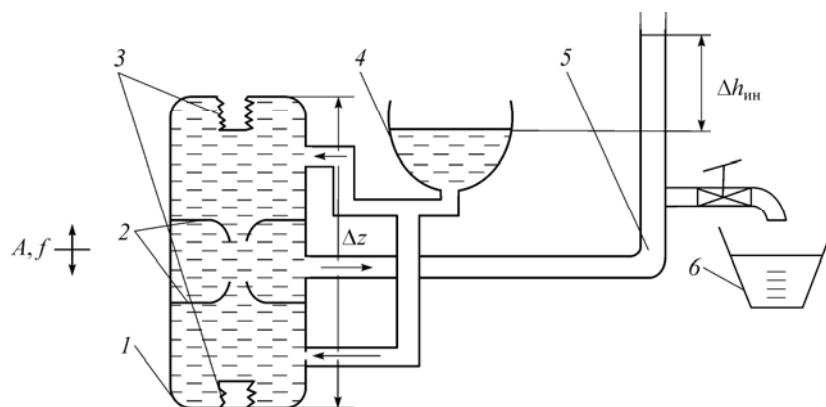


Рис. 4. Экспериментальная установка с двумя мембранами.

1 — корпус, 2 — мембрана, 3 — упругообъемный элемент, 4 — уравнивающий сосуд, 5 — пьезометр, 6 — мерный сосуд.

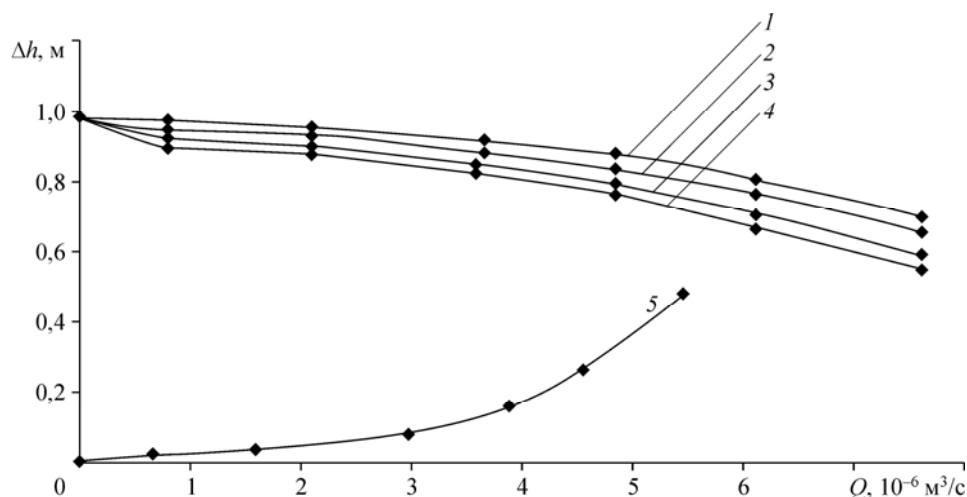


Рис. 5. Напорно-расходная характеристика гидродиода.

Количество отверстий в мембране: 4 (1), 3 (2), 2 (3), 1 (4); 5 — зависимость потребного напора от расхода в сечении канала 1 мм в рубашке охлаждения для двигателя автомобилей типа КАМАЗ. $f = 20$ Гц, $J = 4,2$ м/с², $A = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м, $d = 2 \cdot 10^{-3}$ м.

Таким образом, напор, развиваемый мембраной, перфорированной профилированными отверстиями, может использоваться в гидравлических системах, подверженных систематическим вибрациям [5, 6].

Список литературы

1. Кураев А.А., Семенов А.Б. Исследование напорных характеристик перфорированной мембраны в осциллирующем потоке жидкости // Теплофизика и аэромеханика. 2013. Т. 20, № 2. С. 213–224.
2. Кураев А.А. Гипотезы, постулаты, парадоксы, эффекты в истории механики жидкости, газа и аэромеханики: учебное пособие / Кураев А.А. Новосибирск, 2006. 28 с.
3. Конструкция двигателей внутреннего сгорания с воздушным охлаждением / Д.Р. Поспелов. М.: Машиностроение, 1973. 352 с.
4. Петриченко Р.М. Системы жидкостного охлаждения быстроходных двигателей внутреннего сгорания / Л: Машиностроение, 1975. 224 с.
5. Kuraev A.A., Semenov A.B. Possible applications of the hydropneumodiode in technics // Intern. Conf. on Methods of Aerophys. Kazan, Russia, August. 19–25, 2012. Research / Ed V.M. Fomin. Abstracts Part. 2. P. 171–172.
6. Пат. РФ № 2456466 МПК F02F11/00. Прокладка под головку блока цилиндров двигателя внутреннего сгорания / Кураев А.А., Семенов А.Б.; заявитель и патентообладатель Новосибирской гос. техн. ун-т. № 2010132507/06; заявл. 03.08.2010; опубл. 10.02.2012.

Статья поступила в редакцию 13 февраля 2013 г.