

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 11.02.2021 20:23:14  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabfb73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоводоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г.Локтионова

*О.Г. Локтионова*

2016г.



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы  
студентами специальности 08.05.01 и направлений  
08.03.01, 15.03.01, 15.03.06, 23.03.03

УДК 532(075.8)

Составители: В.Г. Полищук, А.И. Поздняков

Рецензент

Кандидат технических наук, В.А. Морозов

**Определение коэффициентов местных сопротивлений:** Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т, сост.: В.Г. Полищук, А.И. Поздняков. – Курск, 2016. – 8с.: ил. 2., табл. 1. – Библиогр.: 8с. .

Излагаются основные сведения по местным сопротивлениям, определению потерь и коэффициентов местных сопротивлений.

Предназначены для студентов специальности 08.05.01 и направлений 08.03.01, 15.03.01, 15.03.06, 23.03.03, изучающих дисциплины «Механика жидкости и газа», «Гидравлика», «Гидравлика и гидропневмопривод».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *24.05* Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ.л. *0,4* Уч.-изд.л. *0,3*: Тираж *100* экз. Заказ *516*. Бесплатно  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Целью работы является изучение видов местных сопротивлений, их испытания, определения потерь напора и коэффициентов местных сопротивлений.

### 1 Теоретическая часть

Местные гидравлические сопротивления - это короткие участки трубопроводов или каналов, в которых происходит изменение скоростей потока по величине и(или) направлению.

Потери напора (удельной энергии) в местных сопротивлениях называют местными потерями напора и определяют в долях удельной кинетической энергии по формуле Вейсбаха

$$\Delta h_m = \xi \frac{V^2}{2 \cdot g}, \quad (1)$$

где  $V$ -средняя скорость в сечении трубопровода или канала, расположенном, обычно, за местным сопротивлением;

$\xi$  – безразмерный коэффициент местного сопротивления.

Величина  $\xi$  зависит от вида местного сопротивления, числа Рейнольдса  $Re$ , в некоторой мере от шероховатости стенок, а для запорных устройств (кранов, вентилей, задвижек, клапанов и т.п.) – от степени их открытия.

В связи со сложностью структуры потока в местных сопротивлениях только в отдельных случаях (например, внезапное расширение потока)  $\Delta h_m$  и  $\xi$  могут быть определены теоретически, в преобладающем большинстве случаев коэффициенты  $\xi$  определяют экспериментально.

Исследования показывают, что  $\xi$  зависит от числа Рейнольдса лишь при ламинарном режиме течения. При турбулентном режиме течения при достаточно больших числах  $Re$  влияние последних на коэффициент  $\xi$  незначительно, поэтому значения  $\xi$  считают зависящими только от вида и конструктивного исполнения местного сопротивления.

### 2 Экспериментальная часть

Экспериментальная часть лабораторной работы выполняется на гидравлическом стенде ГС-3.

На рис.1 дана конструктивная схема стенда, включающего напорное и приемное устройства, измерительные приборы и рабочий участок (рис.2)

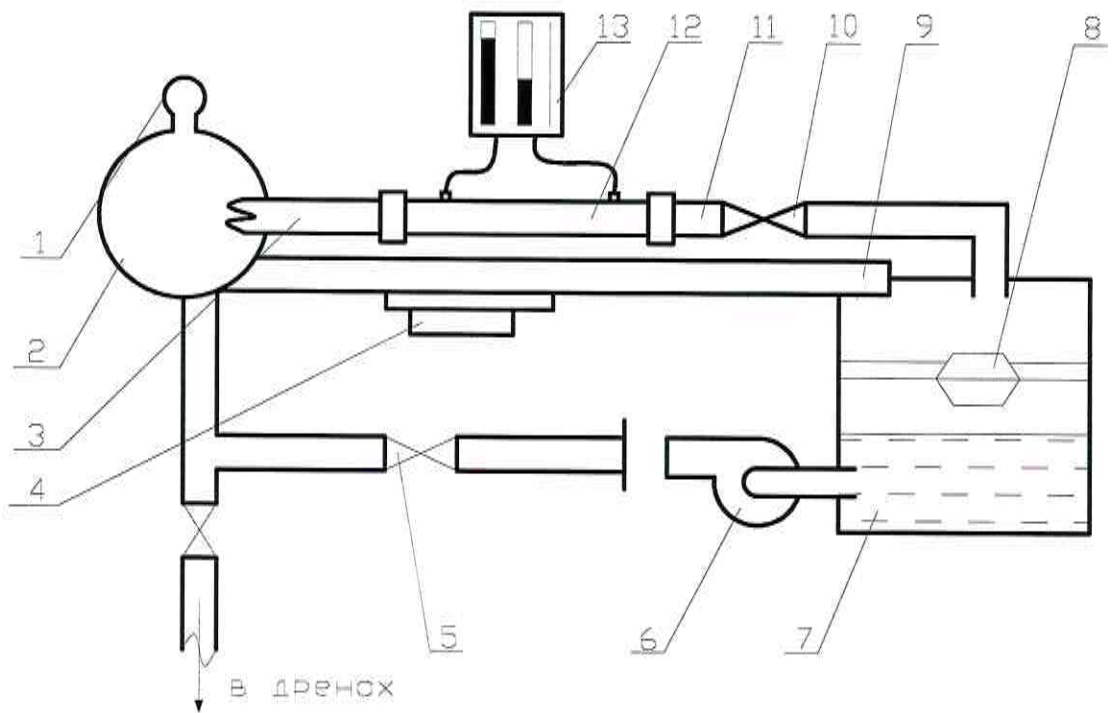


Рис.1 Универсальный гидравлический стенд

Основными элементами установки является буферный бак 2, закрепленный на стойке и позволяющий получить установившееся течение воды в рабочем участке. Буферный бак имеет выходной патрубок 3, к которому крепится рабочий участок 12 для данной лабораторной работы. Другой конец рабочего участка укрепляется в патрубке 11.

В напорную магистраль вода поступает от центробежного насоса 6 при открытии вентиля 5. Расход воды через рабочий участок регулируется вентилем 10 на выходе из рабочего участка и вентилем 5.

Приемное устройство представляет собой бак 7, связанный всасывающим трубопроводом с насосом 6.

Над приемным баком смонтирован мерный бачок 8 для измерения расхода воды. Под рабочим участком установлен лоток 9, который используется для сбора воды и слива ее в мерный бачок. В днище мерного бачка имеется клапан, управляемый с помощью рычажного механизма (на схеме не указаны).

При замере расхода воды одновременно с закрытием клапана на пульте управления 4 включается секундомер. После заполнения мерного бачка происходит замыкание контакта уровня с одновременной остановкой электросекундомера.

Измерительные приборы на стенде представлены щитом 13 с пьезометрическими трубками 13. Избыточное давление в расходном баке измеряется образцовым манометром 1.

С целью стабилизации режима и экономии воды гидростенд работает по циркуляционной схеме.

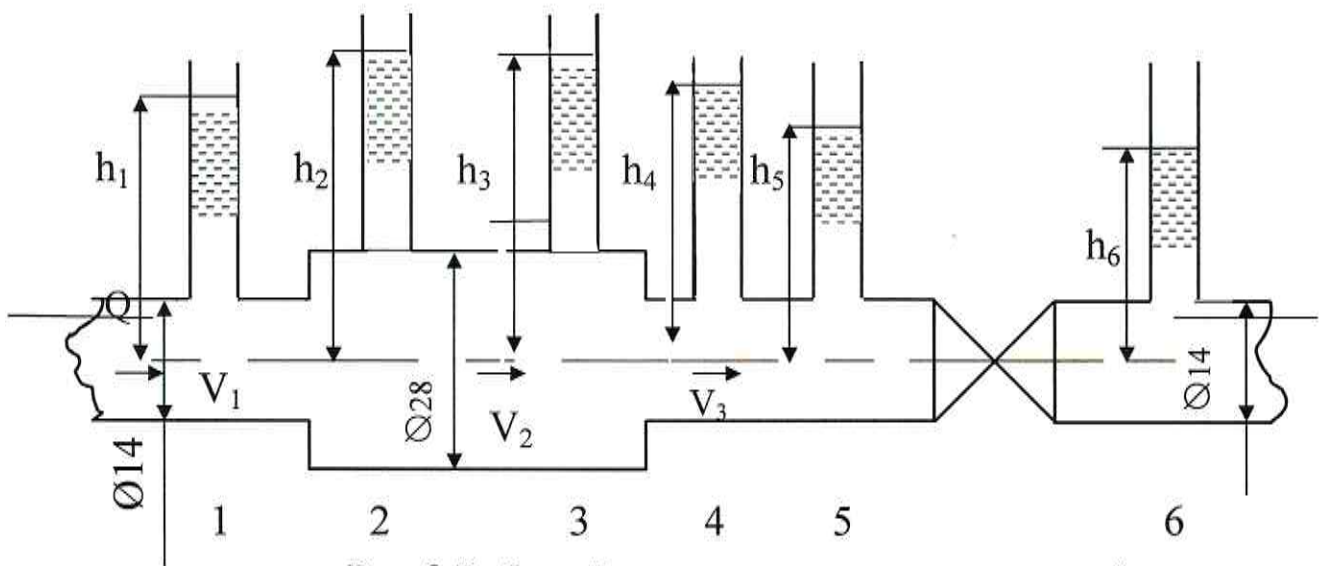


Рис.2 Рабочий участок экспериментальной установки

В лабор БХ  
сопротивлений. Рабочий участок установки представляет собой трубу переменного сечения, включающую участки с внезапным расширением (1-2), внезапным сужением (3-4), дроссельным сопротивлением (вентилем) (5-6).

В работе исследуются местные потери на участках 1-2; 3-4; 5-6. Экспериментальная часть выполняется в следующей последовательности:  
1. С помощью вентиля устанавливают расход потока на рабочем участке.  
**Внимание:** пуск и остановку лопастного насоса б производят при закрытом вентиле 5.  
2. С помощью пьезометров измеряют пьезометрические высоты до и после местного сопротивления  $h_n$ .  
3. С помощью мерного бака и электросекундомера измеряют расход воды

$$Q = \frac{W}{t}, \quad (2)$$

где  $W$ - объём мерного бака ( $W=3,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ );  
 $t$  - продолжительность замера, с.

4. Измеряют температуру  $T$  °С и определяют её вязкость  $\nu$  воды по справочникам или путём линейной интерполяции следующих данных:  $T=10$  °С  $\nu=1,31 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , при  $T=20$  °С  $\nu=1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .  
5. Из уравнения неразрывности определяют средние скорости напорного движения воды до и после каждого местного сопротивления

$$V_n = Q/S_n, \quad (3)$$

где  $S$  - площадь живого сечения,  $\text{м}^2$ .

6. Гидродинамический напор в каждом сечении определяют по формуле

$$H_n = h_n + \frac{\alpha V_n^2}{2g}, \quad (4)$$

где  $\alpha$  - коэффициент неравномерности распределения скоростей по живому сечению потока (при ламинарном течении  $\alpha=2,0$ ; при турбулентном течении  $\alpha=1,05 \div 1,1$ ).

7. Потери напора на каждом сопротивлении определяют по формуле

$$\Delta h_m = H_n - H_{n+1}. \quad (5)$$

8. Из формулы (1) рассчитывают коэффициенты местного сопротивления

$$\xi = 2g\Delta h_m / v^2 \quad (6)$$

9. Результаты эксперимента и расчётные данные заносят в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты измерений и вычислений

| №№ п.п. | Наименование величин                      | Условные обозначения                                   | Результаты испытаний |                   |          |
|---------|---|--|----------------------|-------------------|----------|
|         |   |  | внезапное расширение | внезапное сужение | дроссель |
| 1       | Вид сопротивления                         | -  |                      |                   |          |
| 2       | Показание пьезометров                     | $h_n, \text{ м}$<br>$h_{n+1}, \text{ м}$               |                      |                   |          |
| 3       | Продолжительность заполнения мерного бака | $t, \text{ с}$   |                      |                   |          |
| 4       | Расход                                    | $Q, \text{ м}^3/\text{с}$                              |                      |                   |          |
| 5       | Средняя скорость                          | $V_n, \text{ м/с};$<br>$V_{n+1}, \text{ м/с}$          |                      |                   |          |
| 6       | Скоростной напор                          | $V_n^2 / 2g, \text{ м}$<br>$V_{n+1}^2 / 2g, \text{ м}$ |                      |                   |          |
| 7       | Гидродинамический напор                   | $H_n, \text{ м}$<br>$H_{n+1}, \text{ м}$               |                      |                   |          |
| 8       | Потери напора                             | $\Delta h_m, \text{ м}$                                |                      |                   |          |
| 9       | Вязкость при $T = \text{ }^\circ\text{C}$ | $\nu, \text{ м}^2/\text{с}$                            |                      |                   |          |
| 10      | Число Рейнольдса                          | $Re$   |                      |                   |          |
| 11      | Коэффициент местного сопротивления        | $\xi$  |                      |                   |          |

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Физическая сущность потерь напора на местных сопротивлениях.
2. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений.
3. Зависимость коэффициентов местных сопротивлений от различных факторов.
4. Коэффициент сопротивления системы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чугаев, Р. Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости) [Текст] : учебник для вузов / Р. Р. Чугаев. - Изд. 6-е, репринтное. - Москва : Бастет, 2013. - 672 с.
2. Лапшев, Н. Н. Гидравлика [Текст] : учебник / Н. Н. Лапшев. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 272 с.
3. Беленков, Ю. А. Гидравлика и гидропневмопривод [Текст] : учебник / Ю. А. Беленков, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - Москва : Бастет, 2013. - 406 с.
4. Ионин, А. А. Газоснабжение [Текст] : учебник / А. А. Ионин. - Изд 5-е., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с.
5. Алымов, Ю. Г. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. Г. Алымов, В. А. Морозов ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет". - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 98 с.