ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ОПОРІВ З ВИМІРЮВАННЯМ КІЛЬКІСНИХ ЇХНІХ ХАРАКТЕРИСТИК

1 Мета роботи

Визначити втрати напору в місцевих опорах і по довжині експериментально і по теоретичним залежностям та порівняння їх значень

2 Програма роботи

- Вивчити теоретичні основи явища втрат напору.
- Вивчити будову і принцип роботи лабораторних установок, на яких досліджуються гідравлічні опори.
- Визначити експериментально втрати напору по довжині трубо-провода і в місцевих опорах, вирахувати їх для тих же умов за формулами і результати порівняти між собою.
- Оформити звіт по виконаній роботі.

3 Вказівки по підготовці до роботи

Позааудиторно вивчити теоретичні основи явища втрат напору потоком рідини [1] с.51 ...64, [2] с.63...79, [3] с. 52...78 і по конспекту лекцій студента. Підготувати таблиці для внесення результатів вимірювання і вирахувань.

4 Оснащення робочого місця

Робоче місце забезпечується лабораторною установкою для дослідження втрат напору по довжині, в вигляді ділянки трубопровода довжиною 6 м і лабораторною установкою для дослідження втрат напору в місцевих опорах, в вигляді трубопровода з раптовим розширенням і звуженням його, як місцевими опорами і розташованими на цьому ж трубопроводі пристроями запірно-регулюючої арматури: прохідним пробковим латунним сальниковим краном, вентилем, прямим кутовиком. Вода на установки подається з бака.

5 Вказівки по виконанню роботи, аналізу результатів та складання звіту

1) По плакатам та діючому обладнанню виконати пункти, які зазначено у програмі роботи.

2) Скласти звіт по лабораторній роботі.

6 Дослідження гідравлічних опорів з вимірюванням кількісних їхніх характеристик

В лабораторії гідравліки вивчити будову і принцип роботи лабораторних установок.

Відкриттям вентилів 1 і 4 (рис. 4.1), або вентиля 1 (рис. 4.2) встановити витрату води. Після встановлення сталого руху води в системі зняти показання п'єзометрів і виміряти витрату води за допомогою мірного водозливу. Результати вимірювання внести в таблиці 4.1 і 4.2.

Досліджуваний місцевий опір_____

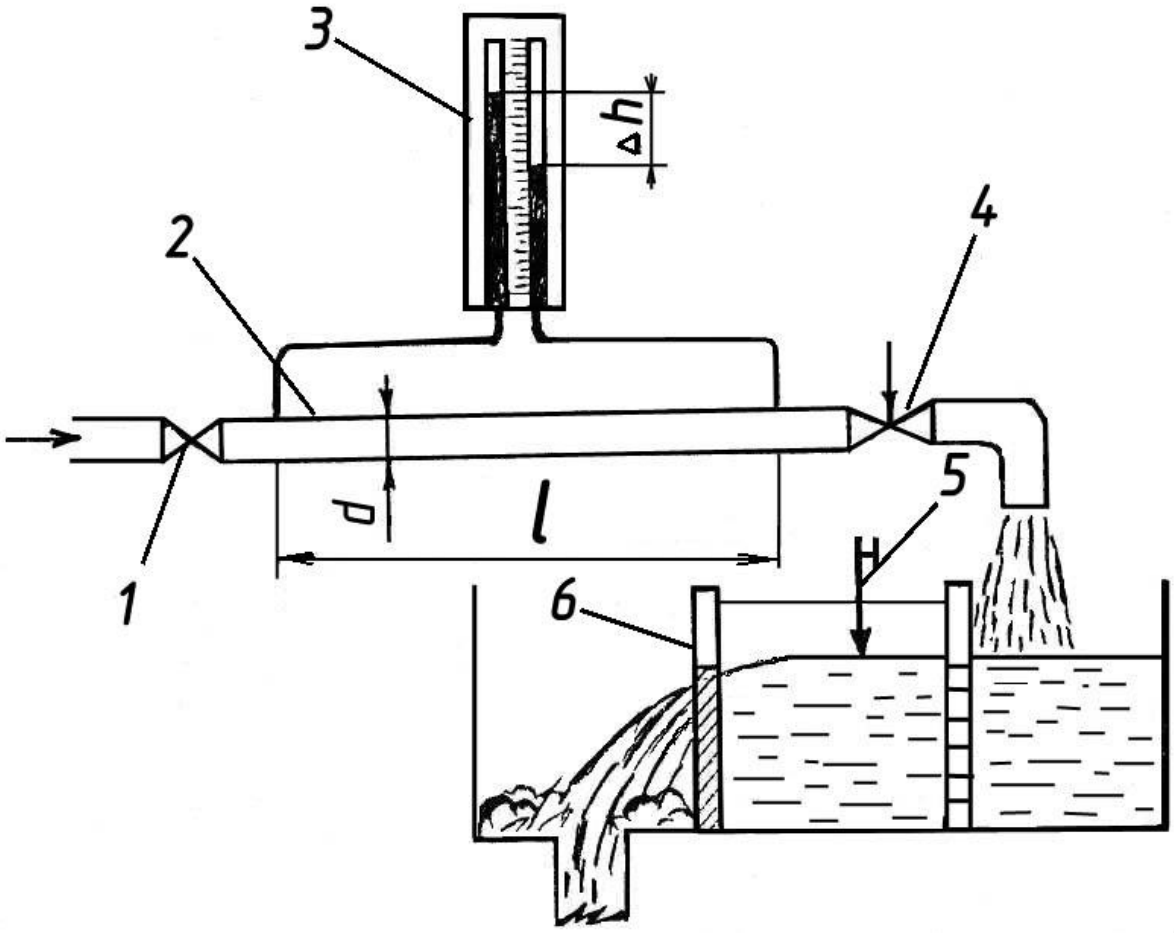

Рисунок 4.1 - Схема лабораторної установки для дослідження втрат напору по довжині трубопровода: 1,4 - вентилі; 2 - досліджувана ділянка трубопровода l = 6 м, d = 25 мм; 3 - п'єзометри; 5 – вимірювальна голка: 6 - трикутний вимірювальний водозлив.

Площа поперечного перерізу трубопровода (табл. 4.1 і 4.2) вираховується залежністю

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \qquad (4.1)$$

де d - діаметр трубопровода.

Середня швидкість руху води вираховується за залежністю

$$V = \frac{Q}{\omega}, \qquad (4.2)$$

де Q - витрата води;

ω - площа поперечного перерізу.

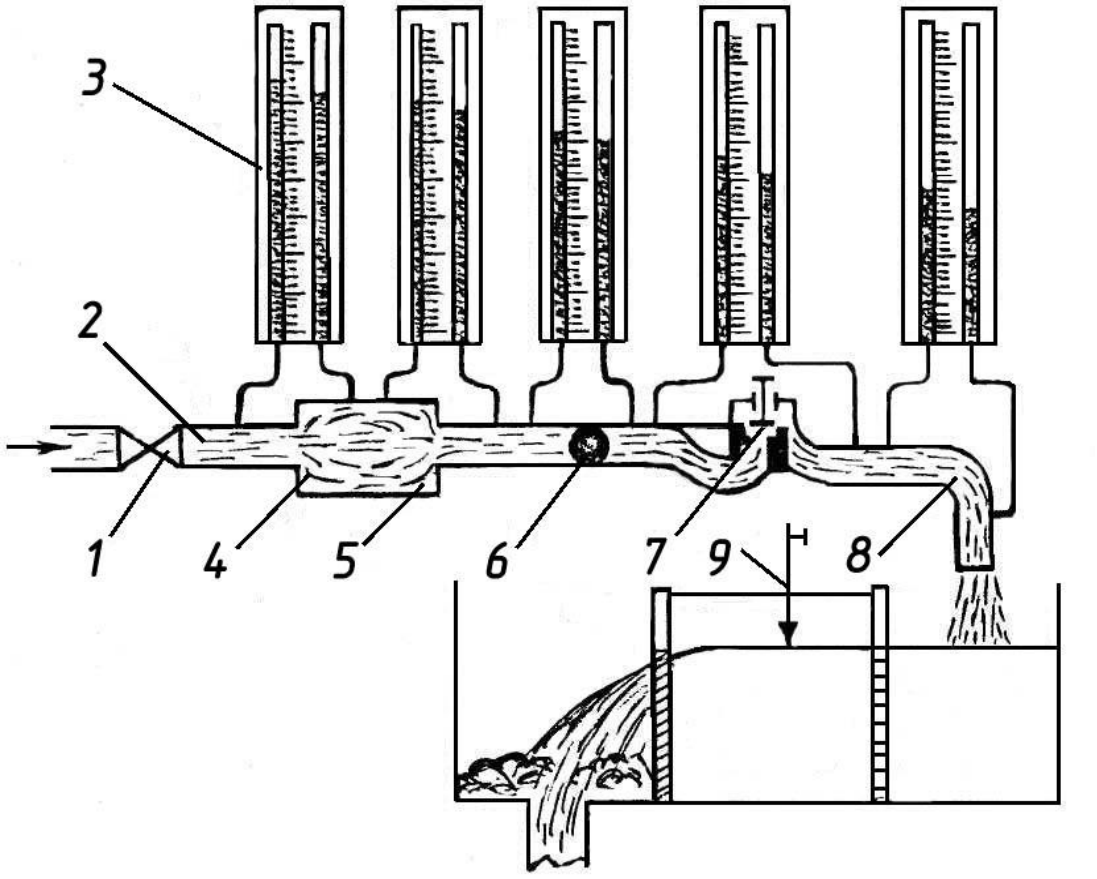

Рисунок 4.2 - Схема лабораторної установки для дослідження втрат напору в місцевих опорах: 1 - вентиль; 2 - трубопровід з досліджуваними місцевими опорами; 3 - п'єзометри; 4,5,6,7,8 - досліджувані місцеві опори відповідно: раптові розширення і звуження трубопровода, прохідний пробковий латунний сальніковий кран, вентиль, прямий кутовик; 9 - вимірювальна голка; 10 - трикутний вимірюзальний водозлив.

Для визначення формули за якою знаходиться коефіцієнт втрат напору по довжині необхідно вирахувати число Рейнольдса за залежністю

$$R_e = \frac{V \cdot d}{\nu}, \qquad (4.3)$$

де V - середня швидкість руху води;

d - діаметр трубопровода, 25 мм;

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості води, 1 10^{-6} м^2/с.

Режим руху води визначається шляхом порівняння вирахуваного числа Рейнольдса, R_e, з критичним, $R_{e\ кр}$ = 2320.

Якщо R_e менше $R_{e\ кр}$ - режим руху води ламінарний і коефіцієнт λ вираховується за формулою

$$\lambda = \frac{64}{R_e}, \qquad (4.4)$$

де R_e -вирахуване число Рейнольдса,

Якщо R_e більше $R_{e\ кр}$ режим турбулентний і тоді необхідно визначити його зону, що робиться за допомогою першого і другого граничних чисел Рейнольдса, тобто $R_{e\ гр1}$ і $R_{e\ гр2}$, які в свою чергу визначаються залежностями

$$R_{егр1} = 50 \cdot \frac{d}{\Delta} \qquad R_{егр2} = 1100 \cdot \frac{d}{\Delta} \qquad (4.5)$$

де d - діаметр трубопровода, 25 мм;

Δ - висота виступів шорсткості на внутрішній поверхні трубопровода, 0,3...0,7 мм.

Отже, якщо вирахуване число Рейнольдса $R_e < R_{e\ гр1}$ буде мати місце гідравлічно гладка зона і коефіцієнт λ вираховується за залежністю

$$\lambda = \frac{0{,}316}{\sqrt{R_e}} \tag{4.6}$$

Якщо $R_e > R_{e\ гр1}$ буде мати місце перехідна зона і коефіцієнт вираховується за залежністю

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{R_e}} \tag{4.7}$$

Якщо $R_e > R_{e\ гр2}$, то зона буде шорстка і коефіцієнт вираховується за залежністю

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta}{d}} \tag{4.8}$$

Втрати напору по довжині вираховуються за залежністю

$$h_{дов} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \tag{4.9}$$

де l - довжина трубопровода, 6 м;

d - діаметр трубопровода, 25 мм;

V - середня швидкість руху води в трубопроводі.

Вирахуване значення втрат напору по довжині трубопровода необхідно порівняти з експериментальним його значенням Δh і зробити висновок що до їх рівнозначності.

Втрати напору в місцевих опорах вираховуються за залежністю

$$h_м = \xi_м \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \tag{4.10}$$

де $h_м$ - коефіцієнт місцевого опору, який для раптового розширення і звуження трубопровода має значення відповідно 9 і 0,4...0,5; для пробкового крана (при повному відкритті) - 0,05; кутовика (коліна) - 1,3.

Таблиця 4.1 - Результати вимірювання і вирахувань при визначенні втрат напору по довжині трубопровода.

Величини	**Номер досліду**			**Середнє значення**
	1	**2**	**3**	
Різниця показань п'єзометрів (втрати напора), Δh , мм				
Витрата води, Q, л/с				
Площа поперчного перерізу трубопровода, ω , $м^2$				
Середня швидкість руху води, V, м/с				
Число Рейнольдса, R_e				
Режим руху води				
Зона гідравлічного опору				
Коефіцієнт гідравлчного тертя, λ				
Втрати напору вирахувані по теоретичним залежностям, $h_в$, мм				

Таблиця 4.2 - Результати вимірювання і вирахувань при визначенні втрат напору в місцевих опорах.

Величини	**Номер досліду**			**Середнє значення**
	1	**2**	**3**	
Різниця показань п'єзометрів (втрати напора), Δh , мм				
Витрата води, Q, л/с				
Площа поперчного перерізу трубопровода, ω , $м^2$				
Середня швидкість руху води, V, м/с				
Значення коефіцієнта місцевого опору за табличними данними, ζ				
Втрати напору визначені по теоретичній залежності, $h_в$, мм				

Вирахуване значення втрат напору в місцевому опорі $h_м$ порівняти з експериментальним його значенням Δh і зробити висновок що до їх рівнозначності.

Звіт по роботі повинен містити викладення її мети, схеми установок (рис.4.1 і 4.2) і результати дослідів та вирахувань (табл. 4.1 і 4.2).

7 Контрольні запитання

1) Що таке гідравлічні опори і які види їх існують в гідравлічних системах ?

2) Як гідравлічні опори впливають на напір рідини ?

3) За якими залежностями (формулами) вираховуються втрати напору в місцевих опорах і по довжині.

4) Які режими руху рідини існують в гідравлічних системах і як вони визначаються ?

5) Як знаходяться коефіцієнт втрат напору по довжині, і місцевого опору?

6) Як визначаються втрати напору експериментально ?