

**Практичне заняття**  
**Розрахунок режимів промивки самопливних і**  
**сифонних ліній**

Питання для повторення

- Чим відрізняється промивка зворотним током води від промивки прямим током води?
- Як видаляється повітря з сифонної лінії?
- З якою метою при зворотній промивці самопливних і сифонних ліній в береговому колодязі встановлюють напірну колону?
- Що таке гідроімпульсна промивка і як вона організується?

Мета заняття набуття навичок і умінь з розрахунків режимів промивки самопливних і сифонних ліній.

**Задача №1.** Визначити мінімальну швидкість води в самопливній лінії при її промивці для того, щоб з труби діаметром **D** вимити частинки діаметром **d**. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

**Задача №2.** Розрахувати і побудувати графік залежності необхідної витрати води при промивці самопливної лінії **Q** для вимиву частинок діаметром **d** з трубопроводу діаметром **D**, тобто **Q=f(d)** при **D=const**. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Вказівки до розв'язування задачі №2

Щоб побудувати графік залежності **Q=f(d)** необхідно скласти таблицю за формою табл.1.

Таблиця 1 - Розрахунок залежності **Q=f(d)**

Середньозважений діаметр частинок наносів, які промиваються, <b>d×10<sup>4</sup></b> м	0.5	1	5	10	20
Розрахункова швидкість води, м/с					
Витрата води, м <sup>3</sup> /с					

Для спрощення розрахунку таблиці залежність необхідної швидкості води для вимивання частинок наносів діаметром  $d$  з труби діаметром  $D$  доцільно представити в вигляді

$$v = 7.5 (D d)^{0.25} = 7.5 D^{0.25} d^{0.25} = C_1 d^{0.25},$$

де  $C_1 = 7.5 D^{0.25}$  - постійна величина для діаметра, який розглядається.

Формулу, яка пов'язує витрату і швидкість води, також доцільно представити у вигляді

$$Q = v \frac{\pi D^2}{4} = C_2 v,$$

де  $C_2 = \frac{\pi D^2}{4}$  - постійна величина для діаметра, який розглядається.

Графік  $Q=f(d)$  дозволяє оцінити, які частини наносів можна вимити з самопливної лінії при тій витраті води, що її може забезпечити насосна станція I підйому.

**Задача №3.** Визначити швидкість руху води в самопливній лінії на початку і в кінці її прямої промивки. Самопливна лінія характеризується діаметром  $D$ , довжиною  $L$ , з питомим опором  $S_c$  і сумою коефіцієнтів місцевих опорів  $\sum \xi = 7$ . Продуктивність водозабору  $q_p$ . Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

### Вказівки до розв'язування задачі №3

При прямій промивці спочатку закривається одна із самопливних ліній, а вся витрата подається у вхідну камеру по другій лінії. При цьому збільшення втрат напору в самопливній лінії призводить до зниження рівня води у вхідній камері. Після цього відкривається закрита лінія, і рівень води у вхідній камері підіймається до рівня, який підтримується при нормальній роботі. За рахунок збільшеної витрати осад з самопливних ліній вимивається у вхідну камеру. Таким чином, найменша швидкість в самопливній лінії буде спостерігатися при нормальній роботі водозабору.

$$v_{\min} = \frac{4 q_p}{2 \pi D^2} = \frac{2 q_p}{\pi D^2},$$

Втрати напору в самопливній лінії при пропусканні по ній повної витрати визначаються за формулою

$$h = S_c L q_p^2 + \sum \xi \frac{v^2}{2g} = S_c L q_p^2 + \sum \xi \frac{2q_p}{g \pi D^2}.$$

При цьому швидкість в самопливній лінії, яка працює, буде рівною

$$v = 2 v_{\min}.$$

Після відкриття закритої самопливної лінії по кожній з них буде проходити повна витрата  $q_p$  тому, що вона буде визиватися різницею рівнів в джерелі і в вхідній камері, яка дорівнює  $h$ . Таким чином, при прямій промивці у вхідну камеру спочатку почне надходити витрата  $2q_p$  зі зменшенням її в кінці промивки до величини  $q_p$ . Тоді максимальна швидкість води в самопливних лініях при прямій промивці буде рівною  $2v_{\min}$ .

**Задача №4.** Для умов задачі №40 розрахувати і побудувати графік зміни витрати води, яка надходить з джерела по одній із самопливних ліній до вхідної камери водозабору на протязі прямої промивки.

#### Вказівки до розв'язування задачі №4

За термін прямої промивки витрата по кожній з самопливних ліній зменшується від витрати  $q_p$  до витрати  $q_p/2$ . Графік зміни цієї витрати можна

побудувати на основі формули сумарних втрат напору в самопливній лінії, представивши її у вигляді  $q_i = f(h_i)$ , тобто

$$S_c L q_i^2 + \sum \xi \frac{2q_i}{g \pi D^2} - h_i = 0$$

або

$$q_i^2 + \sum \xi \frac{2q_i}{g \pi D^2 S_c L} - \frac{1}{S_c L} h_i = 0.$$

звідки

$$q_i = -\frac{\sum \xi}{g\pi D^2 S_c L} \pm \sqrt{\left(\frac{\sum \xi}{g\pi D^2 S_c L}\right)^2 + \frac{h_i}{S_c L}} = -a \pm \sqrt{a^2 + b h_i}.$$

де  $a = \frac{\sum \xi}{g\pi D^2 S_c L}$  - постійна величина для тієї самопливної лінії, яка

розглядається;

$$b = \frac{1}{S_c L}$$

- постійна величина для тієї ж самопливної лінії.

Для побудови графіка доцільно, задаючись величинами  $h_i$ , визначити витрати  $q_i$ . Розрахунки зводяться в таблицю 3. Величини повинні охоплювати діапазон змін втрат напору при витратах від  $q_p$  до  $q_p/2$ .

Таблиця 2 - Розрахунок залежності  $q_i=f(h_i)$  при  $D=const, L=const$

Втрати напору в самопливній лінії, м	$h_1$	$h_2$	...	$h_n$
Витрата по самопливній лінії, м <sup>3</sup> /с	$q_1$	$q_2$	...	$q_n$

**Задача №5.** Визначити, яка швидкість руху води буде в самопливному трубопроводі на початку його промивки гідроімпульсним способом зворотним током води. Висота напірної колони  $H_k$ , діаметр самопливної лінії  $D$ , довжина  $L$ , питомий опір  $S_c$ , сума коефіцієнтів місцевого опору  $\sum \xi=6$ , вихід води з оголовку знаходиться нижче рівня води в джерелі на 1м, а низ колони - на рівні води в джерелі. Чисельні значення величин прийняти по додатку А.

## Вказівки до розв'язування задачі №5

Швидкість руху води в трубопроводі на початку його промивки буде визначатися витратою води в ньому. Остання пов'язана з втратами напору в самопливному трубопроводі і описується залежністю, яка розглянута в задачі №41. При цьому максимальні втрати напору дорівнюють

$$h_c = H_k \pm \Delta Z - h_{вих},$$

де  $\Delta Z$  - різниця між рівнем води в джерелі і низом напірної колони,  
 $\Delta Z=0$  (за умовами задачі);

$h_{вих}$  - занурення виходу води з оголовку під рівень води в джерелі.

Виходячи з максимальних втрат напору  $h_c$ , обчислити  $q_i$  макс, а потім  $v_{макс}$  за формулою

$$v_{макс} = \frac{4 q_{i макс}}{\pi D^2}.$$

### Література

1. Шевченко Т.О., Ярошенко Ю.В. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник. Харків : нац. ун-т міськ. госва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2015. 195 с URL : <https://core.ac.uk/reader/33755331>.
2. Новохатній В.Г. Надійність водопостачання малих населених пунктів. П. ПНТУ, 2019. 102 с. URL : <https://www.twirpx.com/file/3063065/>.
3. Епоян С.М. Применение центробежных устройств при подготовке питьевой воды из поверхностных источников / С.М. Епоян, А.С. Карагяур, С.П. Бабенко. – Х. ХНУСА, 2016. – 168 с.
4. Холоменюк М. В., А.В. Ткачук А. В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини: навч. посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 356 с.
5. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори): підручник. Львів: Вища школа, 2005. 338 с.