

Практичне заняття

Тема заняття: Розрахунок режимів промивки самопливних і сифонних ліній

Запитання для самоконтролю засвоєння матеріалу, який вивчається:

- 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 - набути навички виконання аналізу роботи самопливних і сифонних ліній на водозабірних інженерних об'єктах.

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.2.

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

Середньозважений діаметр частинок наносів, які промиваються, d ×10 ⁴ м	0.5	1	5	10	20
Розрахункова швидкість води, м/с					
Витрата води, м ³ /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 $C_1=7.5D^{0.25}$ - 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.

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

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

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

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

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

Після відкривання 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

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

$$a = \frac{\sum \xi}{g \pi D^2 S_c L}$$

де a - постійна величина для тієї самопливної лінії, яка

розглядається;

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

b - 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 $D=\text{const}$, $L=\text{const}$

Втрати напору в самопливній лінії, м	h_1	h_2	...	h_n
Витрата по самопливній лінії, м ³ /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 $1m$, 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 ΔZ - 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 $q_{i \text{ макс}}$, а потім $v_{\text{макс}}$ за формулою

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

Вихідні дані для розв'язування задач

Показник		Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	мм	0,003	0,01	0,05	0,1	0,5	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9
q_p	тис. м ³ /год.	2,7	1,2	3,0	1,3	3,2	3,5	1,0	1,5	4,0	3,6
D	м	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,5	0,6	1,0	0,9
L	км	0,6	0,5	0,4	0,45	0,55	0,65	0,35	0,65	0,7	0,75
S_c×10³	для Q в м ³ /с	5,514	22,62	10,98	22,62	5,514	2,962	57,84	22,62	1,699	2,962
H_к	м	7	6	8	6,7	7,8	7	8	8	6,5	6
Q	м ³ /добу	200	200	135	147	300	100	119,6	220	126	270

Контрольні питання

1. Які методи застосовують для діагностики та дослідження свердловин?
2. З якою метою застосовують метод гелієвої зйомки водоносних горизонтів?
3. За рахунок чого можна покращити техніко-економічні показники роботи інженерних об'єктів водопостачання?
4. Для чого застосовують хлорування при підготовці питної води?
5. З якою метою застосовують реагентні методи обробки свердловин?

Література

1. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013 (дата звернення: 15.09. 2019).
2. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості . [Чинний від 2015-02-01] Вид. офіц. Київ: Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: [www.http://icssc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf](http://icssc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf) (дата звернення: 28.09. 2019).

3. Эпоян С.М., Благодарная Г.И., Душкин С.С. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: монография. Харьков: ХНАГХ, 2013. 190 с. URL:[http:// eprints.kname.edu.ua](http://eprints.kname.edu.ua). pdf. (дата звернення: 29.01. 2020).