

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

О.Г. Добровольська

МОНІТОРИНГ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки до самостійної роботи  
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Запоріжжя

2023

628.1 Добровольська О.Г. Моніторинг та удосконалення інженерних об'єктів : методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 10 с.

У методичних вказівках подано в систематизованому вигляді програмний матеріал для виконання завдань із змістових модулів та приклади розв'язання завдань. Містить ілюстративний (рисунок, схеми) і табличний матеріали.

Для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Відповідальний за випуск

А. В. Банах, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва і архітектури

## Завдання до змістового модулю 1 «Удосконалення інженерних об'єктів забору та подачі води»

1. Дайте коротку характеристику методів відновлення продуктивності свердловин.

2. **Задача** Схема водозабору (рис.1) складається з трьох свердловин, що обладнані насосами ЭЦВ – 10 – 63 – 40Г з подачею  $Q = 4080 \text{ м}^3/\text{год}$  і розміщені біля річки.  $^3\text{ч}/\text{год}$  при напорі  $H = 50$

Визначити:

- витрату води, яку можна одержати з них.

В вихідному стані можливий дебіт однієї свердловини  $q_i$ , водопроникність напірного пласту  $K_{\phi}m$ ; радіус кожної із свердловин  $r_0 = 0,2 \text{ м}$ . Свердловини досконалі. Геометрична висота підйому води для всіх свердловин  $H_{\Gamma}$ . Втрати напору в фільтрі і щілині між обсадною трубою та електродвигуном, в водопідйомних трубах і арматурі умовно прийняти рівними  $h_2$ . Відстані кожної із свердловин від ріки відповідно дорівнюють  $l_1, l_2, l_3$ , а від збірного резервуару відповідно  $l_4, l_5, l_6$ .

ДОДАТОК А.

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_i$	л/с	19	18	20	21	22	23	24	25	24	23
$K_{\phi}m$	$\text{м}^2/\text{добу}$	550	540	530	520	510	500	510	520	530	540
$H_{\Gamma}$	м	17	18	18	17	16	15	16	15	17	15
$h_2$	м	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
$l_1$	м	320	350	360	370	380	390	380	365	355	340
$l_2$	м	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
$l_3$	м	300	310	290	320	330	340	320	340	330	310
$l_4$	м	70	74	76	78	80	82	84	86	88	86
$l_5$	м	42	44	46	44	42	44	46	48	46	44
$l_6$	м	48	50	52	54	56	58	60	58	56	54
$K_{\phi}$	$\text{м}/\text{добу}$	23	22	20	19	23	19	20	21	22	23

**Розв'язування типової задачі.**

Дано:  $q_i = 20$  л/с,  $K_{\phi}m = 500$  м<sup>2</sup> / добу,  $H_T = 17$  м,  $h_2 = 6$  м,  $l_1 = 250$  м,  $l_2 = 300$  м,  $l_3 = 200$  м,  $l_4 = 80$  м,  $l_5 = 40$  м,  $l_6 = 50$  м.

Враховуючи, що відстань між свердловинами невелика, то вони будуть працювати у взаємодії. Для розрахунку впливу однієї свердловини на іншу, розмістимо вихідну схему в системі координат X-Y, сумістивши вісь Y з урізом води у річці, а вісь X провівши через центр св.№1 перпендикулярно до вісі Y. Отримаємо схему, яка показана на рис. 2.

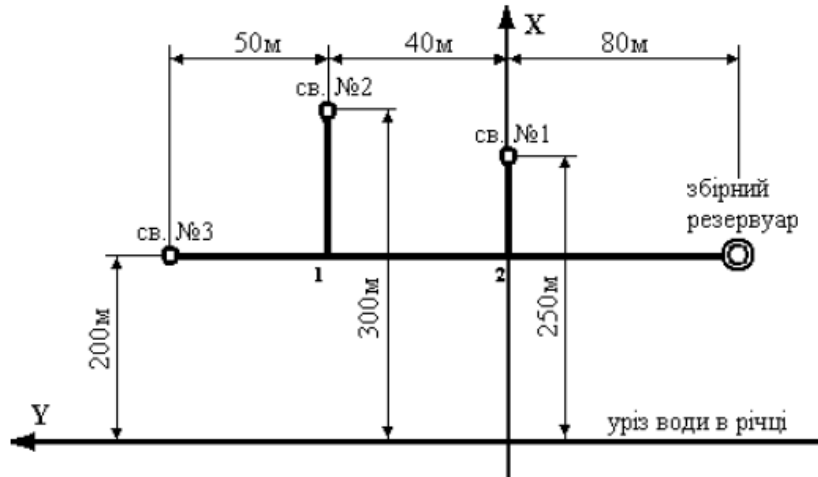


Рисунок 2. – Розрахункова схема водозабору.

Визначаємо питомий дебіт кожної свердловини за формулою:

$$q_{i.змт} = \frac{2\pi K_{\phi} T}{\ln(2x_{0i} / r_{0i})}$$

де  $K_{\phi}m$  - водопроникність напірного пласту,  $K_{\phi}m = 500$  м<sup>2</sup> / добу;

$x_{0i}$  – координата X і-тої свердловини;

$r_{0i}$  – радіус і-тої свердловини.

Тоді для першої свердловини отримаємо:

$$q_{1.змт} = \frac{2 * 3,14 * 500}{\ln(2 * 250 / 0,2)} = \frac{3140}{\ln(2500)} = \frac{3140}{7,82} = 401,5 \text{ м}^3 / (\text{добу} * \text{м}) = 16,7 \text{ м}^3 / (\text{год} * \text{м}) = 4,65 \text{ л} / (\text{с} * \text{м}) .$$

Питомий дебіт для свердловини №2:

$$q_{2.змт} = \frac{2 * 3,14 * 500}{\ln(2 * 300 / 0,2)} = \frac{3140}{8,01} = 392,01 \text{ м}^3 / (\text{добу} * \text{м}) = 16,33 \text{ м}^3 / (\text{год} * \text{м}) = 4,54 \text{ л} / (\text{с} * \text{м})$$

Питомий дебіт для свердловини №3:

$$q_{3.змт} = \frac{2 * 3,14 * 500}{\ln(2 * 200 / 0,2)} = \frac{3140}{7,6} = 413,16 \text{ м}^3 / (\text{добу} * \text{м}) = 17,21 \text{ м}^3 / (\text{год} * \text{м}) = 4,78 \text{ л} / (\text{с} * \text{м})$$

## Завдання до змістового модулю 2 «Удосконалення інженерних об'єктів очистки та розподілу»

**Задача 1.** Проаналізувати в яких випадках є доцільним улаштування вузлів регулювання на об'єктах транспортування води - водопровідних мережах. Скласти схему улаштування такого вузла.

**Задача №7.** Визначити напір в мережі, яка живиться від пневматичної установки змінного тиску, якщо об'єм повітря спочатку в ній був  $W_1$  при абсолютному тиску  $P_1$ , а потім змінився до величини  $W_2$ . Чисельні значення прийняти по додатку А.

### Розв'язування типової задачі

Характеристика пневматичної установки змінного тиску має вигляд

$$pW = const.$$

Тоді зміна тиску і об'єму повітря буде описуватися рівнянням

$$p_1W_1 = p_2W_2.$$

Якщо на початку тиск був  $p_1=0,3\text{МПа}$ , при об'ємі повітря  $W_1=2\text{м}^3$ , то при зміні об'єму повітря до величини  $W_2 = 2,5\text{м}^3$  тиск в мережі стане дорівнювати

$$p_2 = p_1 W_1/W_2 = 0,3 \times 2/2,5 = 0,24 \text{ МПа} .$$

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1$	МПа	0,25	0,27	0,30	0,35	0,37	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30

$W_1$	$\text{м}^3$	1,5	1,8	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3
$W_2$	$\text{м}^3$	1,8	2,1	2,3	2,7	2,6	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7

## Завдання до змістового модулю 3 «Удосконалення водовідвідних інженерних об'єктів»

**Задача 1.** Обґрунтувати заходи для збільшення пропускної можливості напірних елементів систем водовідведення.

**Задача 2.** Визначити, як зміниться повний напір пневматичної установки, яка забезпечує підймання стоків на висоту  $H_{бак}$  при витраті  $q_1$  і довжині напірного трубопроводу  $l_3$  і питомим опором  $S_0 = 3686 \times 10^{-6}$  (для витрат в л/с), якщо витрата зросте в  $\phi$  разів. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_1$	л/с	4	5	4	3	1	2	1	3	1	3
$\phi$	разів	1,4	1,6	1,6	1,7	2	1,9	2	1,7	2	1,8
$n_0$	шт	1	2	3	2	1	3	2	1	3	2
$H_{бак}$	м	3	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
$l_3$	м	300	310	290	320	330	340	320	340	330	310

## Завдання до змістового модулю 4 «Удосконалення очисних інженерних об'єктів»

**Задача 1** Обґрунтувати застосування різних методів відновлення роботи трубопроводів.

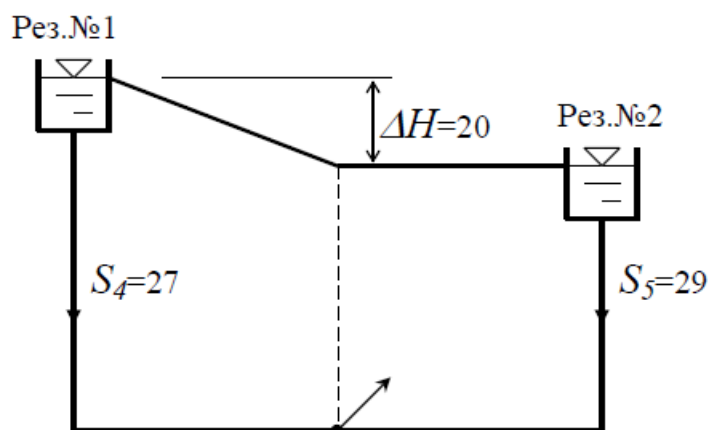
**Задача №2.** Визначити, при якій максимальній витраті буде спостерігатися перетік з гірського резервуара №1, який розташовано вище, в нижній резервуар, якщо відстань між розрахунковими рівнями води в них дорівнює  $\Delta H$ . Загальний опір водогонів від резервуара №1 до точки відбору  $S_4$ , а від точки відбору до резервуара №2 –  $S_5$ . Чисельні величини вихідних даних прийняти по додатку А.

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta H$	м	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$S_4 \times 10^4$	(для Q в л/с)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$S_5 \times 10^4$	(для Q в л/с)	25	27	29	28	26	26	28	29	30	32

Розв'язування типової задачі

Дано:  $\Delta H=20\text{м}$ ,  $S_4=27$  (для витрати в  $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $S_5=29$  (для витрати в  $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Найпростіша схема має вигляд, який показано на рис. 4.





## Рекомендована література

### Основна:

1. Мешкова-Клименко Н.А., Косогіна І., В Толстопалова Н.М. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води : конспект лекцій: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 141 с.
2. Прутцьков Д. В. Водопостачання та водовідведення промислових підприємств : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 200 с.
3. Савйовський В. В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра, 2019. 320 с.
4. Ткачук О.А. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2015. 412 с.
5. Тугай А.М. Міські інженерні мережі та споруди : підруч. для студентів ВНЗ. Київ : КНУБА, 2016. 287 с.

### Додаткова:

1. Бойко Х.С. Типи будинків та архітектурні конструкції: навч. посібник. Львів : Політехніка, 2012. 193 с.
2. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник для вищих навчальних закладів. Київ : Ліра, 2000. 551 с.
3. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор, 2003. 286 с.
4. Кульський Л. А., Строкач П. П. Технология очистки природных вод : учебник для вузов. Київ . : Вища шк. 1986. 352 с.
5. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори) : підручник. Львів : Магнолія плюс, 2005. 338с.
6. Сокольник В.І., Назаренко М.П., Чиганов С.Л., Василенко Г.В. Технологія очистки природних вод : навч-метод. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 57 с.
7. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2008. 735 с.
8. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення: підручник. Київ : Знання, 2011. 359 с.
9. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою: підручник. Рівне : НУВГП, 2012. 163 с.
10. Орлов В. О., Орлова А.М., В. О. Зошук Технологія підготовки питної води : навч.посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 176 с.
11. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие. Москва, 1984. 116 с.

### Інформаційні джерела

1. Водний кодекс України. URL :<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Тех>.
2. 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](http://www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013) (дата звернення: 15.01. 2021).
3. 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://iccwc.org.ua/docs/dstu\\_7525\\_2014.pdf](http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf) (дата звернення: 21.01. 2021).
4. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>. (дата звернення: 15.01. 2021).
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
6. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 128 с. (Інформація та документація). URL: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/04/DBN-V2520-18\\_Gas.pdf](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/04/DBN-V2520-18_Gas.pdf).
7. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin\\_2\\_2\\_4\\_171\\_10/25-1-0-1180](https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180)