

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

О.Г. Добровольська

НАСОСНІ ТА ПОВІТРОДУВНІ СТАНЦІЇ  
Методичні вказівки до самостійної роботи  
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

1

Затверджено  
вченою радою  
ЗНУ  
Протокол № 1  
від  
02.10.2020

Запоріжжя  
2020

628.1 Добровольська О.Г. Насосні та повітродувні станції: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 10 с.

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

Для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра 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 «Загальні відомості про насосні станції»**

1. Скласти схему системи водопостачання та пояснити призначення насосних станцій в ній.
2. По збірному графіку підібрати насоси, які можуть забезпечити напір і подачу згідно з даними табл.1

Таблиця 1 - Вихідні дані до практичного заняття №1

Номер варіанту	Подача, л/с	Напір, м
1	40	30
2	20	40
3	15	20
4	10	40
5	5	25

## Завдання до змістового модулю 2 «Особливості насосних станцій»

1. Визначити подачу насоса при зміні числа обертів з  $n_1$  до  $n_2$ , якщо першопочаткова подача була  $Q_1$  (табл. 1).

Таблиця 1 – Дані до практичного заняття

Номер варіанту	Марка насоса	Подача, $Q_1$ , л/с	Подача, $Q_2$ , л/с	$n_1$ , об/хв	$n_2$ , хв.	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм	$H_1$ , м	$H_2$ , м	$H_r$ , м	$S_B$ (для $Q$ в $m^3/c$ )
1	Д200-95	42	60	2950	1450	280	240	104	90	75	5000
2	Д320-70	60	92	2950	1450	242	221	80	64	48	2000
3	Д200-36_	42	70	1450	960	350	315	31	40	17	5000
4	Д320-50_	70	100	1450	960	405	382	54.	46	28	2000
5	Д500-65	111	167	1450	960	465	434,	70	57	33	1000
6	Д630-90 .	150	200	1450	960	525	502	94	89	70	500
7	Д800-57	160	270	1450	960	432	408	62	48	34	200
8	ДІ250-65 .	250	350	1450	960	460	421	70	64	40	200
9	ДІ250-І25	280	480	1450	960	625	600	135	96	91	400
10	Д500-36	110	170	960	1450	525	500	42	34	20	500
11	Д800-26	180	280	960	1450 °	460	420	30	24	9	200
12	Д1000-40	225	375	960	1450	540	510	43,5	35	21	100
І3	Д2000-2І	350	600	960	1450	460	415	25	17	14	10
14	Д2000-100	400	650	970	1450	855	811	107	86	74	30
15	Д2500-62	540	780	960	1450	700	684	66	56	44	20

### Завдання до змістового модулю 3 «Насосні станції першого підйому з поверхневих джерел»

Завдання. Побудувати графік і описати аналітично характеристику групи двох паралельно працюючих насосів з характеристиками, які мають відповідні насоси, приведені в табл. 1.

### Завдання до змістового модулю 4 «Насосні станції першого підйому з підземних джерел»

Визначити корисну потужність електродвигуна при безпосередньому з'єднанні з валом насоса, якщо подача дорівнює  $Q$ , напір  $H$ , об'ємний ККД -  $\zeta_o$ , гідравличний ККД -  $\zeta_g$ , а механічний  $\zeta_M = 0,9$  (табл. 2).

Но- мер варі- анту	$Q$ , $m^3/c$	$H$ , м	$\eta_o$ , %	$\eta_r$ , %	$\zeta_M$
1	1.2	30	97	90	91
2	1.4	35	95	91	92
3	1.6	25	96	92	93
4	0.5	24	97	93	94
5	0.3	40	95	94	95

#### Інформація до розв'язання

Приклад. Визначити корисну потужність електродвигуна при сполученні з валом насоса, якщо  $Q=0,56 m^3/c$ ;  $H=2,5 атм$ ;  $\eta_r=0,95...0,95$ ;  $\eta_M=0,9...0,97$ ;  $\eta_o=0,95...0,98$ ;  $K=1,05$ .

$$N_{\text{дв}} = \frac{K \gamma \times Q \times H}{102 \times \eta} = K \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta_o \times \eta_M \times \eta_r} = 1,05 \frac{1 \times 560 \times 25}{102 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,95} = 173 \text{ кВт}$$

**Завдання до змістового модулю 5 «Обладнання насосних станцій»**

**Задача.** Подача, одного з двох геометрично подібних насосів  $Q_1$ . Визначити подачу другого, якщо співвідношення частоти обертів  $n/n_1$ , а співвідношення діаметрів  $D/D_1$  (табл. 1).

**Інформація до розв'язання**

Дано:  $Q_1=0.5 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $n/n_1=0.9$ ,  $D/D_1=1.2$ . Визначити подачу другого насоса.

$$\text{Розв'язання}$$
$$Q/Q_1 = (n/n_1) \cdot (D/D_1)^3$$

Вважаючи на те, що з двох насосів  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$  може подавати як більший, так і менший насос, може бути дві відповіді.

$$Q_1 = Q(n_1/n)(D_1/D)^3 = 0.5 \cdot (1/0.9) \cdot (1/1.2)^3 = 0.322 \text{ м}^3/\text{с}$$

якщо  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$  подає менший насос

$$Q = Q_1(n/n_1)(D/D_1)^3 = 0.5 \cdot 0.9 \cdot 1.2^3 = 0,778 \text{ м}^3/\text{с}$$

**Завдання до змістового модулю 6 «Насосні станції 2 підйому»**

1. Описати аналітично криву Q-H водопровідного насоса з характеристикою, відповідною насосу, приведеному в таблиці 1

Таблиця 1-Вихідні дані

Номер варіанту	Марка насоса	Подача, Q <sub>1</sub> , л/с	Подача, Q <sub>2</sub> , л/с	n <sub>1</sub> , об/хв	n <sub>2</sub> , хв.	D <sub>1</sub> , мм	D <sub>2</sub> , мм	H <sub>1</sub> , м	H <sub>2</sub> , м	H <sub>г</sub> , м	S <sub>в</sub> (для Q в м <sup>3</sup> /с)
1	Д200-95	42	60	2950	1450	280	240	104	90	75	5000
2	Д320-70	60	92	2950	1450	242	221	80	64	48	2000
3	Д200-36_	42	70	1450	960	350	315	31	40	17	5000
4	Д320-50	70	100	1450	960	405	382	54.	46	28	2000
5	Д500-65	111	167	1450	960	465	434,	70	57	33	1000

**Інформація до розв'язання**

**Перший тип задачі .** Дві точки графіка мають показники: перша точка Q<sub>1</sub>= 2,6 л/с, H<sub>1</sub>= 30 м; друга – Q<sub>2</sub>=6.2л/с, H<sub>2</sub>= 25 м. Описати цю характеристику аналітично.

Розв'язання

Загальна формула характеристики Q-H має вигляд

$$H = a - bQ^2$$

Щоб визначити коефіцієнти *a* і *b*, знаходимо по характеристиці Q-H напори H<sub>1</sub> і H<sub>2</sub>, відповідні подачам Q<sub>1</sub> і Q<sub>2</sub>, одержимо систему рівнянь.

## Завдання до змістового модулю 7 Проектування машинного залу насосної станції

Виконати креслення машинного залу насосної станції першого підйому

### Завдання до змістового модулю 8 «Насосні станції водовідведення. Повітродувні станції»

Задача. Визначити, як зміниться повний напір пневматичної установки, яка забезпечує підймання стоків на висоту  $H_{бак}$  при витраті  $q_{15}$  і довжині напірного трубопроводу  $l_3$  і питомим опором  $S_0 = 3686 \times 10^{-6}$  (для витрат в л/с), якщо витрата зросте в  $\varphi$  разів. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

#### Розв'язування типової задачі

Дано:  $q_{15} = 3 \text{ л/с}$ ,  $H_{бак} = 5 \text{ м}$ ,  $l_3 = 10 \text{ м}$ ,  $\varphi = 1,5$ .

Визначимо повний напір установки до збільшення її подачі:

$$H = H_{Г} + S q_{15}^2 = H_{Г} + S_0 l_3 q_{15}^2,$$

$$H = 5 + 3686 \times 10^{-6} \times 10 \times 3^2 = 5,33 \text{ м}.$$

При збільшенні подачі в  $\varphi$  разів повний напір установки зросте до величини:

$$H_1 = H_{Г} + S \varphi^2 q_{15}^2 = 5 + 3686 \times 10^{-6} \times 10 \times 1,5^2 \times 3^2 = 5,75 \text{ м}.$$

Таким чином, при збільшенні витрати в 1,5 рази повний напір повинен зрости в 1,08 разів, щоб компенсувати збільшення витрат напору в 2,25 разів.

Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5
Нбак	м	3	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5
q15	л/с	4	5	4	3	1	2
l3	м	14	15	19	16	22	19
φ2	разів	1,1	1,2	1,4	1,2	1,1	1,15



## Література

### Основна:

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 : навч. посібник. Полтава : ПНТУ, 2019. 102 с. URL : <https://www.twirpx.com/file/3063065/>.
3. Епоян С.М. Карагяур А.С., Бабенко С.П. Применение центробежных устройств при подготовке питьевой воды из поверхностных источников. Харків : ХНУСА, 2016. 168 с.
4. Холоменюк М. В., Ткачук А. В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини : навч. посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 356 с.
5. Кудінов В.А. Гідравліка : підручник он-лайн, 2015.  
URL : <https://stud.com.ua/33902/tovaroznavstvo/odravlika>.

### Додаткова:

1. Баладінський В. Л., Лівінський О. М., Хмара Л. А. Будівельна техніка : навч. посіб. для студ. вузів. Київ : Либідь, 2001. 368 с.
2. Бойко Х.С. Типи будинків та архітектурні конструкції : навч. посіб. Львів : Політехніка, 2012. 193 с.
3. Балыгин В. В. Насосы : каталог-справочник. Новосибирск : НГАСУ, 1999. 97 с.
4. Владимирский Э. С. Насосы: каталог-справочник. Кировоград : Сахгидроماش, 2006. 64 с.
5. Garr M. Jones, Bayard E. Bosserman, Robert L. Sanks, George Tchobanoglous. Pumping Station 6.Design. Gulf Professional Publishing, 2006. 1054 p.
7. Жуковський С.С. Вентилювання приміщень : навчальний посібник. Львів : Політехніка, 2007. 475 с.
8. Константинов Ю. М. Технічна механіка рідини і газу: підручник . Київ, 2002. 358 с.
7. Krasowski E., Nikolenko I, Gliński J, Dashchenko A., Hydraulics. Hydraulics machines. Lublin : 9.Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, 2011. 350 p.
10. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори) : підручник. Львів : Вища школа, 2005. 338 с.
11. Срібнюк С.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії та застосування : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 328 с
12. Орлов В. О. Шадура, В. Л. Міські інженерні мережі та споруди : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 200 с.

13. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання : підручник. Київ : Вища школа, 2008. 735 с.

14. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справочное пособие. Москва : Стройиздат, 1984. 116 с.

15. Шульга М.О., Деркач І.Л., Алексахін О.О. Інженерне обладнання населених місць : підручник. Харків : ХНАМГ, 2007. 259 с.

#### **Інформаційні джерела:**

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](http://www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013) (дата звернення: 15.01. 2021).
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: 28.01. 2021).
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.pdf>. (дата звернення: 29.01. 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).
8. Кабінет Міністрів України. URL : <https://www.kmu.gov.ua/>.
9. Законодавство України. URL : <http://www.rada.kiev.ua>.
10. Наукова бібліотека ЗНУ (м. Запоріжжя, вул. оф 110, вулиця Жуковського, 66).. URL : <http://library.znu.edu.ua/>.