

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійного вивчення та виконання контрольної роботи
з навчальної дисципліни

ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ МАШИНИ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання спеціальності*

194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021

Методичні рекомендації до самостійного вивчення та виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Гідравлічні та аеродинамічні машини» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. Т. О. Шевченко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 14 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Т. О. Шевченко

Рецензент

Г. І. Благодарна, кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол № 1 від 27.08.2020.

ЗМІСТ

Вступ	4
Змістовий модуль 1 Види гідравлічних та аеродинамічних машин	5
Тема 1 Призначення, принцип дії і області застосування насосів різних типів.....	5
Тема 2 Параметричні характеристики насосів.....	5
Тема 3 Основи теорії відцентрового насосу.....	6
Тема 4 Висота всмоктування насосів.....	6
Тема 5 Напір насосної установки.....	6
Тема 6 Конструкції лопатевих насосів, що застосовуються у водопостачанні та каналізації.....	7
Тема 7 Вентилятори, повітродувки і компресори.....	8
Змістовий модуль 2 Насосні станції водопостачання та водовідведення	8
Тема 8 Класифікація насосних станцій.....	8
Тема 9 Насосні станції систем водопостачання.....	8
Тема 10 Підвищувальні, циркуляційні та пересувні насосні станції.....	9
Тема 11 Класифікація насосних станцій водовідведення.....	9
Тема 12 Насосні станції з насосами зануреного типу.....	10
Тема 13 Сумісна робота насосів і водоводів.....	10
Тема 14 Підбір насосів до відповідних насосних станцій.....	10
Тема 15 Регулювання роботи гідравлічних і аеродинамічних машин.....	11
Змістовий модуль 3 Повітродувні станції	11
Тема 16 Класифікація повітродувних станцій.....	11
Тема 17 Обладнання повітродувних станцій.....	11
Тема 18 Регулювання роботи повітродувного обладнання.....	11
Список джерел.....	12
Додаток А.....	13

ВСТУП

Метою викладання дисципліни «Гідравлічні та аеродинамічні машини» є формування у майбутніх фахівців знань і умінь щодо машинних методів перекачування рідини й газу.

Основними **завданнями**, що необхідно вирішити під час викладання дисципліни, є теоретична та практична підготовка студентів із загальних питань добору і експлуатації насосів для потреб водопостачання, водовідведення і гідромеліорації.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- конструкції, принцип роботи і обслуговування основних типів повітродувних машин, насосів і водопідйомників чистої й стічної вод;
- основи теорії відцентрових насосів;
- закономірності сумісної роботи насосів і трубопроводів;

уміти:

– у складі групи фахівців проектного відділу в умовах спеціально обладнаного робочого місця використовуючи результати пошукових робіт, обчислювальну техніку, чинні методики та нормативні документи, визначати висотне розташування гідромеханічного обладнання;

– за допомогою автоматизованого робочого місця, використовуючи нормативну й довідкову літературу, обирати гідравлічні та аеродинамічні машини; аналізувати їх функціонування в системі, враховуючи сумісну роботу машин та водоводів;

– використовуючи типові проекти, паспорти виробів та іншу документацію, користуватися каталогами інженерного обладнання й арматури вітчизняного та зарубіжного виробництва;

– в умовах виробничої діяльності, керуючись відповідними інструкціями та правилами, за допомогою приладів, арматури, інструментів та інших пристроїв регулювати роботу гідравлічних і аеродинамічних машин та експлуатувати гідравлічні й аеродинамічні машини.

- технічну експлуатацію елементів водогосподарських мереж і споруд.

МОДУЛЬ 1 ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ МАШИНИ

Змістовий модуль 1 Види гідравлічних та аеродинамічних машин

Тема 1 Призначення, принцип дії і області застосування насосів різних типів

Вступ. Призначення, принцип дії і сфери застосування насосів різних типів. Параметричні характеристики насосів Історичний огляд розвитку гідравлічних та аеродинамічних машин. Зміст курсу та його зв'язок з іншими дисциплінами. Порядок вивчення курсу.

Принцип дії відцентрових і осьових насосів. Призначення гідравлічних машин. Класифікація насосів. Відцентрові насоси та їх класифікація. Насос, насосна установка, насосна станція. Обладнання відцентрових насосів.

Питання для самоконтролю

1. Призначення гідравлічних і аеродинамічних машин у системах водопостачання, каналізації.
2. Яке обладнання становить гідравлічні машини? Його значення для систем водопостачання та водовідведення?
3. Як розвивалася галузь гідравлічних та аеродинамічних машин?
4. За якими ознаками класифікують насоси?
5. Подайте класифікацію відцентрових насосів.
6. Наведіть принципову схему та принцип дії відцентрового насоса.
7. Яке обладнання належить до відцентрових насосів?

Тема 2 Параметричні характеристики насосів

Залежність між продуктивністю, напором і кількістю обертів робочого колеса відцентрового насоса. Універсальні характеристики лопатевих насосів. Закони подібності. Залежність параметрів і характеристик від діаметра робочого колеса насоса.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть формули подібності для продуктивності, напору й кількості обертів насоса.
2. Подайте визначення і наведіть формулу коефіцієнта швидкохідності.
3. Вплив частоти обертання робочого колеса на характеристики відцентрового насоса.
4. Як величина коефіцієнта швидкохідності впливає на форму робочого колеса?
5. Як можна регулювати основні параметри роботи відцентрового насоса?
6. Як величина обточування робочого колеса залежить від коефіцієнта швидкохідності?
7. Наведіть формулу коефіцієнта корисної дії відцентрового насоса при обточуванні робочого колеса?

Тема 3 Основи теорії відцентрового насоса

Основи теорії руху рідини у відцентровому насосі. Рух рідини в робочому колесі відцентрового насоса. Головне рівняння відцентрового насоса. Теоретична продуктивність відцентрового насоса.

Питання для самоконтролю

1. Види швидкостей руху часток рідини в робочому колесі відцентрового насоса.
2. Наведіть схему розподілу швидкостей часток рідини на робочому колесі відцентрового насоса.
3. За якою формулою визначається величина переносної (кругової) швидкості?
4. Наведіть формулу визначення теоретичної продуктивності, поясніть її.
5. Наведіть основне рівняння відцентрового насоса.
6. Наведіть формулу теоретичного напору відцентрового насоса.
7. Як визначається радіальна складова абсолютної швидкості рідини на вході в колесо?

Тема 4 Висота всмоктування насосів

Профіль лопатей робочого колеса відцентрового насоса. Висота всмоктування. Кавітація та засоби боротьби з нею. Кавітаційний запас.

Питання для самоконтролю

1. Робота насоса з лопатями, загнутими назад.
2. Робота насоса з лопатями з радіальним виходом.
3. Робота насоса з лопатями, що загнуті вперед.
4. Як визначається висота всмоктування насоса?
5. Що таке кавітація?
6. Які процеси відбуваються при виникненні кавітації?
7. Засоби боротьби з кавітацією.
8. Формула визначення кавітаційного запасу?

Тема 5 Напір насосної установки

Напір, що розвиває насос. Потужність і коефіцієнт корисної дії відцентрового насоса. Теоретичні і реальні характеристики відцентрового насоса.

Питання для самоконтролю

1. Подайте формулу визначення корисної потужності насоса.
2. Подайте визначення коефіцієнта корисної дії.
3. Наведіть формулу гідравлічного, об'ємного, механічного ККД.
4. Яка характеристика насоса є головною?
5. Наведіть схему випробувань відцентрового насоса.

Тема 6 Конструкції лопатевих насосів, що застосовуються у водопостачанні та каналізації

Конструкції відцентрових насосів. Осьові насоси, їх принцип дії, характеристики, регулювання. Сфера застосування.

Вихрові та поршневі насоси. Схеми, будова та принцип дії. Штангові насоси. Графіки подачі вихрових і поршневих насосів. Повітряні ковпаки. Висота всмоктування. Повний напір і потужність поршневих насосів. Конструкції.

Повітряні водопідіймачі. Схеми, будова, принцип дії і розрахунок повітряного водопідіймача. Обладнання повітряного водопідіймача. Переваги та недоліки повітряних водопідіймачів.

Водострумні насоси. Будова, принцип дії розрахунок головних параметрів. Відцентрові самоусмоктувальні насоси; будова, принцип дії. Діафрагмові насоси; будова, принцип дії і сфера застосування.

Шестерневі, гвинтові, стрічкові, шлангові, пластинчасті насоси; схеми, будова, принцип дії.

Питання для самоконтролю

1. Які насоси називаються осьовими?
2. Формула теоретичного напору для осьового насоса.
3. Типи і модифікації осьових насосів.
4. Особливості характеристик осьових насосів.
5. Будова і принцип дії поршневого насоса одnobічної дії.
6. Принцип дії вихрових насосів.
7. Галузь застосування та принцип дії штангових насосів.
8. Типи вихрових насосів.
9. Характеристики вихрового насоса.
10. Принцип дії вільно-вихрових насосів.
11. Галузь застосування ерліфтів.
12. Який закон покладено в основу дії ерліфтів?
13. Робочий тиск повітря, необхідний для роботи водопідіймача.
14. Переваги й недоліки повітряних водопідіймачів.
15. Принцип дії водострумних насосів.
16. Розрахунок водострумних насосів.
17. Сфера застосування, переваги й недоліки водострумних насосів?
18. Діафрагмові насоси, будова, принцип дії і сфера застосування?
19. До якої групи належать гвинтові, шлангові й шестерневі насоси?
20. Конструкція і принцип дії шлангових насосів.
21. Конструкція і принцип дії гвинтових насосів.
22. Принцип дії шнекових насосів.

Тема 7 Вентилятори, повітродувки і компресори

Аеродинамічні машини. Вентилятори. Класифікація, сфера застосування. Відцентрові вентилятори. Головні уявлення. Подача, потужність, ККД. Підбір вентиляторів. Характеристики вентиляторів. Конструктивне виконання відцентрових вентиляторів.

Компресори. Основні поняття. типи компресорів. Термодинаміка компресорного процесу. Ротаційні та поршневі компресори. Потужність. Конструкції.

Повітродувки. Основні поняття. Типи повітродувок, їх конструкції та сфери застосування.

Питання для самоконтролю

1. Класифікація і сфера застосування вентиляторів.
2. Головне уявлення про відцентрові вентилятори.
3. Конструктивне виконання відцентрових вентиляторів.
4. Назвіть типи компресорів.
5. Принцип дії компресора.
6. Принцип дії поршневих компресорів.
7. Наведіть формулу визначення потужності компресора.
8. Які апарати належать до повітродувок?
9. Типи повітродувок.
10. Конструкція і сфери застосування повітродувок.

Змістовий модуль 2 Насосні станції водопостачання та водовідведення

Тема 8 Класифікація насосних станцій

Насосні станції систем водопостачання і каналізації. Основне устаткування насосних станцій. Галузі застосування насосів, класифікація.

Питання для самоконтролю

1. Класифікація насосних станцій водопостачання.
2. Класифікація насосних станцій водовідведення.
3. Наведіть основні схеми компонування насосних станцій I підйому.
4. Наведіть основні схеми компонування насосних станцій II підйому.
5. Наведіть схеми розміщення насосного обладнання у будівлі насосних станцій водопостачання.

Тема 9 Насосні станції систем водопостачання

Класифікація насосних станцій водопостачання. Схеми і принцип дії відцентрових насосів, що використовуються у системі водопостачання. Визначення режимної точки роботи насоса. Робота насоса на розгалужену мережу.

Питання для самоконтролю

1. Визначення продуктивності та напору насосної станції I підйому системи водопостачання.
2. Визначення продуктивності та напору насосної станції II підйому системи водопостачання.
3. Наведіть алгоритм визначення режимної точки роботи насоса.
4. Наведіть схему роботи насоса на розгалужену мережу, дайте пояснення до неї.

Тема 10 Підвищувальні, циркуляційні та пересувні насосні станції

Конструктивні особливості та принцип роботи підвищувальних насосних станцій. Мета влаштування та принцип роботи циркуляційних насосних станцій. Принцип дії, особливості влаштування та галузь застосування пересувних насосних станцій.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає призначення підвищувальних насосних станцій?
2. Наведіть схеми установки підвищувальних насосних станцій.
3. Призначення та принцип дії циркуляційних насосних станцій.
4. Призначення та принцип дії пересувних насосних станцій.
5. Наведіть основні конструкції насосів, які застосовуються для підвищення напору в системі водопостачання.
6. Наведіть основні конструкції насосів, які застосовуються в циркуляційних насосних станціях.

Тема 11 Класифікація насосних станцій водовідведення

Класифікація насосних станцій водовідведення. Схеми і принцип дії відцентрових насосів, що використовуються у системі водовідведення.

Графіки припливу і відкачування стічних вод. Резервне устаткування. Особливості і проектування каналізаційних насосних станцій. Решітки, приймальні резервуари. Допоміжне устаткування до насосної станції.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть класифікацію насосних станцій водовідведення.
2. Наведіть особливості конструкції каналізаційних насосів.
3. Наведіть алгоритм визначення місткості приймального резервуару каналізаційної насосної станції.
4. Проаналізуйте основні особливості проектування традиційних каналізаційних насосних станцій.
5. Наведіть призначення та принцип дії допоміжного устаткування каналізаційної насосної станції (решіток, решіток-дробарок, вантажопідйомного устаткування, запірно-регулюючої арматури).

Тема 12 Насосні станції з насосами зануреного типу

Принцип дії та конструкція насосів зануреного типу. Суха та мокра установка насосів зануреного типу. Основні параметри роботи КНС с насосами зануреного типу.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть принцип дії та конструкцію насосу зануреного типу. В чому полягають його переваги у порівнянні з класичними відцентровими насосами?
2. В чому полягають переваги та недоліки сухої та мокрої установки насосів зануреного типу?
3. Наведіть конструкцію КНС з насосами зануреного типу. В чому полягають її переваги у порівнянні з традиційною КНС?

Тема 13 Сумісна робота насосів і водоводів

Паралельна та послідовна робота насосів на різні системи розподілу води. Вплив коливання рівня води в джерелі на режим роботи насоса.

Паралельна та послідовна робота насосів з однаковими та різними характеристиками.

Питання для самоконтролю

1. Насоси, з якими характеристиками доцільно використовувати при значних коливаннях рівнів води в джерелі і чому?
2. Наведіть залежність та графічне відображення сумісної роботи насоса та водоводу.
3. Паралельна робота кількох однотипних насосів на два водоводи.
4. Паралельна робота насосів, розміщених на різних насосних станціях.
5. Послідовна робота кількох однотипних насосів на два водоводи.
6. Послідовна робота насосів, розміщених на різних насосних станціях.
7. Умови пуску й зупинки насосів.

Тема 14 Підбір насосів до відповідних насосних станцій

Підбір насосів до насосних станцій водопостачання, водовідведення. Визначення робочого режиму відцентрового насоса. Нестійкий режим роботи насоса.

Питання для самоконтролю

1. Подайте класифікацію насосів за призначенням.
2. Яким вимогам повинні відповідати насоси, призначені для перекачування хімічно-агресивних середовищ?
3. Наведіть конструкцію насоса, призначеного для цілей водопостачання, та принцип його роботи.
4. Наведіть конструкцію насоса, призначеного для цілей водовідведення, та принцип його роботи.
5. Наведіть конструкцію і принцип роботи дренажного насоса.

Тема 15 Регулювання роботи гідравлічних і аеродинамічних машин
Регулювання роботи лопатевих насосів. Регулювання відцентрових вентиляторів.

Питання для самоконтролю

1. Методи регулювання роботи насосів.
2. Наведіть методику визначення нової кількості обертів під час регулювання роботи насоса.
3. Наведіть методику визначення нового діаметра робочого колеса насоса під час регулювання роботи насоса.
4. Що таке каскадне регулювання роботи насосної станції?

Змістовий модуль 3 Повітродувні станції

Тема 16 Класифікація повітродувних станцій

Повітродувна станція систем водовідведення та водопостачання. Класифікація. Техніко-економічне обґрунтування розрахунків та проектування повітродувних станцій. Використання ПК під час розрахунку повітродувних станцій.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає призначення повітродувної станції в системах водопостачання та водовідведення?
2. Наведіть класифікацію повітродувних станцій.
3. Наведіть алгоритм розрахунку та проектування повітродувної станції.
4. Призначення та принцип дії допоміжного обладнання повітродувної станції.

Тема 17 Обладнання повітродувних станцій

Повітродувні станції з об'ємними гідромашинами. Повітродувні станції з лопатевими аеромашинами.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягають особливості роботи повітродувної станції з об'ємними машинами?
2. Наведіть особливості роботи повітродувної станції з лопатевими аеромашинами.

Тема 18 Регулювання роботи повітродувного обладнання

Методи регулювання продуктивності повітродувних станцій.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть основні методи регулювання роботи повітродувної станції з поршневыми машинами.
2. Які методи регулювання продуктивності можна застосовувати на повітродувній станції з відцентровими аеромашинами?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Гідравлічні і аеродинамічні машини / [О. М. Романюк, Г. П. Вербицький, М. І. Колотило та ін.]. – Кіровоград, 1997. – 176 с.
2. Карелин В. Я. Насосы и насосные станции / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. – М. : Стройиздат, 1986. – 320 с.
3. Колотило М. І. Насоси, повітродувки, компресори : навчальний посібник для вузів / М. І. Колотило. – Харків : ХДТУБА, 1997. – 128 с.
4. Hydraulics. Hydraulics machines / E. Krasowski, I. Nikolenko, J. Gliński, A. Dashchenko S. Sosnowski. – Lublin : Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, 2011. – 350 p.
5. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник / Т. О. Шевченко, Ю. В. Ярошенко, М. М. Яковенко, В. М. Беляєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ, 2014. – 195 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/37688/>
6. Гідравлічні та аеродинамічні машини (Насоси, вентилятори, газодуви, компресори) : підручник / В. І. Мандрус. – Львів : Магнолія, 2006–2007. – 340 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://koha.kname.edu.ua/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38852>
7. Герасимов Г. Г. Гідравлічні та аеродинамічні машини : підручник / Г. Г. Герасимов. – Рівне : НУВГП, 2008. – 241 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2264/>
8. Срібнюк С. М. Гідравлічні та аеродинамічні машин. Основи теорії і застосування : навч. посібник / С. М. Срібнюк. – Київ : Центр навч. літ., 2004. – 328 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://internal.khntusg.com.ua/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=EK&P21DBN=EK
9. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – М. : Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Насосное оборудование. Водоснабжение. Водоотведение : [каталог 2008–2009 гг., 4-ая ред.]. – Омск : Насосный завод «ВЗЛЕТ», 2009. – 232 с.
11. Grundfos System Guide Commercial Services : [каталог насосного оборудования 2004 г.], 2004. – 229 с.
12. Calpeda Creative Tecnology : [каталог насосного оборудования 01/2006], 2006. – 221 с.
13. Дистанційний курс «Гідравлічні та аеродинамічні машини» («Насосні та повітродувні станції. Модуль 1. ГАМ»). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cdo.kname.edu.ua/course/view.php?id=766>
14. Цифровий репозиторій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua>

ДОДАТОК А

Завдання для контрольної роботи* подано в таблиці

Номери тем	Номера варіантів																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	2	5	3	6	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4	5	6	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	4	6	3	7	5	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	8
5	5	2	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	2	5	4	7	6	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	14	15	13	2	5	7	9	11	10	6	8	12
8	2	3	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	10	5	4	2	3	6	9	8	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	3	1	2	3	4

Примітка: * – передбачається складання відповідей на питання для самостійного вивчення, номери яких вказані в методичних вказівках.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійного вивчення та виконання контрольної роботи
з навчальної дисципліни

«ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ МАШИНИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання спеціальності
194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)*

Укладач **ШЕВЧЕНКО** Тамара Олександрівна

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *Т. О. Шевченко*

План 2021, поз. 167М

Підп. до друку 09.08.2021. Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 0,8.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.