

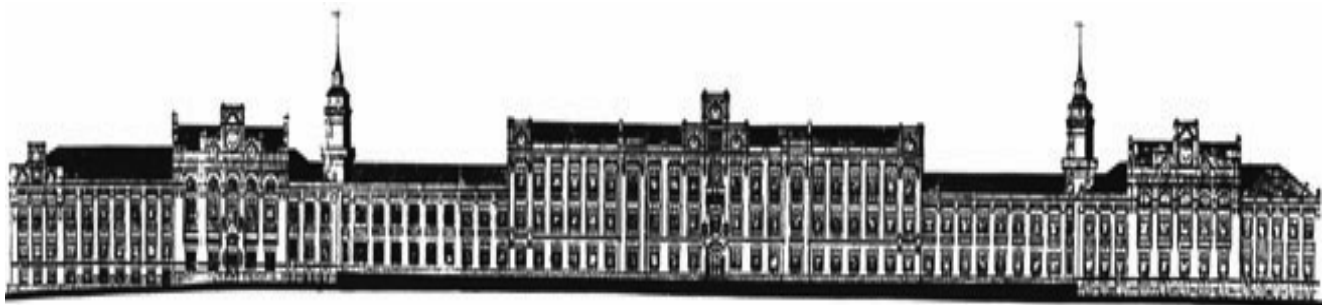
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"

## **ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДОКОРИСТУВАННЯ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичної роботи,  
виконання курсової роботи (КР) та самостійної роботи  
для студентів напряму підготовки  
**6.040106 – "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування"**

*Затверджено Методичною радою ІХФ НТУУ "КПІ"*



Київ  
НТУУ "КПІ"  
2013

Проектування систем водокористування [Текст]: методичні вказівки до практичної роботи, виконання КР та самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.040106 – "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" Уклад.: Радовенчик В.М. – К.: НТУУ "КПІ", 2013.– 36 с.

Гриф надано Методичною радою ІХФ НТУУ "КПІ"  
(Протокол № від \_\_.\_\_.2013 р.)

## **ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДОКОРИСТУВАННЯ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичної роботи,  
виконання курсової роботи (КР) та самостійної роботи  
для студентів напряму підготовки  
**6.040106 – "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування"**

Укладач: В.М.Радовенчик, д.т.н., доцент

Відповідальний М.Д.Гомеля, д-р техн. наук, проф.  
редактор

Рецензент: Степанюк Андрій Романович, канд. техн. наук, доцент.

| <b>ЗМІСТ</b>                                                         | <b>стор.</b> |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Загальні положення .....                                          | 4            |
| 2. Приблизна тематика практичних робіт.....                          | 5            |
| 2.1. Приклади виконання практичних робіт.....                        | 5            |
| 3. Основні вимоги до виконання курсової роботи.....                  | 9            |
| 3.1. Правила оформлення курсової роботи.....                         | 9            |
| 4. Приклад завдання на курсову роботу.....                           | 11           |
| 5. Приклад виконання курсової роботи.....                            | 12           |
| 6. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів.....         | 33           |
| 7. Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів..... | 34           |
| 8. Виконання самостійної роботи.....                                 | 35           |
| Основна література.....                                              | 35           |
| Додаткова література.....                                            | 36           |

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Гідросфера належить до основних складових навколишнього середовища, тому суттєво впливає на стан довкілля та здоров'я людини. Особливе значення набуває сьогодні, в період значного глобального погіршення якості води та дефіциту питної води в багатьох регіонах Земної кулі, забезпечення підприємств та людини якісною водою. Дисципліна відноситься до циклу професійної та практичної підготовки і тісно пов'язана з такими дисциплінами, як «Гідрологія», «Основи екології та неоекології», «Основні методи очистки води та водопідготовки», «Техноекологія та техногенна безпека», «Фізико-хімічні методи очистки води», «Біологічні методи очистки води» та ін.

Згідно з ОКХ курс “Проектування систем водокористування” формує відповідну компетенцію, а саме базові знання з систем водокористування в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використання в процесах їх проектування.

Метою вивчення даної дисципліни є підготовка студентів напрямку підготовки 6.040106 – «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», формування у них знань та навиків з основних аспектів забезпечення водою підприємств та населення, будови основних компонентів систем водопостачання, особливостей проектування таких систем, вміння використовувати нові знання для оцінки стану водних об'єктів з точки зору використання їх в процесах водопостачання.

Згідно з ОПП, змістом уміння, що забезпечується, є на підставі відповідних методичних рекомендацій та інструкцій проводити розробку та проектування систем водопостачання комунальних та промислових підприємств, оцінювати ефективність та доцільність різних варіантів таких систем.

Студент, який закінчив вивчення даної дисципліни, здатен:

- § застосовуючи закони руху підземних вод, розраховувати дебіт свердловин та необхідну їх кількість для забезпечення населених пунктів водою;
- § використовувати основні методи розрахунків параметрів водних потоків у поверхневих джерелах;
- § на основі існуючих закономірностей оцінювати можливість використання водойм в якості джерела водопостачання;
- § використовувати отримані знання для пояснення дій, що відбуваються в поверхневих та в підземних горизонтах,
- § визначати тип поверхневої водойми та основні її параметри,
- § працювати з учбовою літературою та іншими джерелами інформації з водопостачання для поглиблення знань
- § володіти відповідною термінологією для спілкування з науковцями.

## 2. ПРИБЛИЗНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Мета практичних занять з курсу полягає у поглибленні теоретичних знань і набутті практичних навичок у визначенні окремих розділів курсу.

Студентам стаціонарної форми навчання в рамках практичних занять рекомендується виконувати розрахунки для закріплення пройденого матеріалу. На практичні заняття виносяться наступні питання:

### Тема 1. Системи водопостачання.

Практичне заняття 1,2. Визначення необхідного об'єму регулюючих та запасних ємностей.

### Тема 2. Проектування водопровідних мереж.

Практичне заняття 3. Визначення діаметру водопровідних ліній при заданій розрахунковій витраті. Визначення втрат напору в трубах.

Практичне заняття 4,5. Розрахунків мереж з урахуванням їх сумісної роботи з водопідживлювачами

### Тема 4. Водозабірні споруди.

Практичне заняття 6. Розрахунок площі вхідних вікон, площі решіток, сіток.

Практичне заняття 7. Розрахунок сифонних та самотічних труб.

### Тема 5. Споруди для прийому підземних вод.

Практичне заняття 8,9. Розрахунок шахтних та бурових криниць.

## 2.1. Приклади виконання практичних робіт

**Завдання 1.** Провести розрахунок водонапірної башні, використовуючи графік споживання води N 2 (Див. конспект лекцій)

| часові проміжки | витрата води у місті | подача води насосом | поступає води в бак | витрата води з баку | залишок води в баку |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0-1             | 3                    | 2,5                 | -                   | 0,5                 | 2,73                |
| 1-2             | 3,2                  | 2,5                 | -                   | 0,7                 | 2,03                |
| 2-3             | 2,5                  | 2,5                 | -                   | -                   | 2,03                |
| 3-4             | 2,6                  | 2,5                 | -                   | 0,1                 | 1,93                |
| 4-5             | 3,5                  | 4,5                 | 1                   | -                   | 2,93                |
| 5-6             | 4,1                  | 4,5                 | 0,4                 | -                   | 3,33                |
| 6-7             | 4,5                  | 4,5                 | -                   | -                   | 3,53                |
| 7-8             | 4,9                  | 4,5                 | -                   | 0,4                 | 3,33                |
| 8-9             | 4,8                  | 4,5                 | -                   | 0,3                 | 2,93                |
| 9-10            | 5,6                  | 4,5                 | -                   | 1,1                 | -                   |
| 10-11           | 4,8                  | 4,5                 | -                   | 0,3                 | -                   |
| 11-12           | 4,6                  | 4,5                 | -                   | 0,2                 | <u>0</u>            |
| 12-13           | 4,3                  | 4,5                 | 0,2                 | -                   | 0,2                 |
| 13-14           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 0,7                 |
| 14-15           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 1,2                 |
| 15-16           | 4,3                  | 4,5                 | 0,2                 | -                   | 1,4                 |
| 16-17           | 4,17                 | 4,5                 | 0,33                | -                   | 1,73                |
| 17-18           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 2,23                |

|       |     |     |     |     |      |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| 18-19 | 4,5 | 4,5 | -   | -   | -    |
| 19-20 | 4,5 | 4,5 | -   | -   | -    |
| 20-21 | 4,5 | 4,5 | -   | -   | -    |
| 21-22 | 4,8 | 4,5 | -   | 0,3 | 1,93 |
| 22-23 | 4,6 | 4,5 | -   | 0,1 | 1,83 |
| 23-24 | 3,1 | 4,5 | 1,4 | -   | 3,23 |

$$W = 3,53 + 0 = 3,53 \%$$

$$V_{\text{БАКУ}} = q * W = 15,2 * 3,53 = 53,656 \text{ м}^3/\text{с} = 53,656 * 86400 \text{ с} = 4635878,4 \text{ м}^3$$

**Завдання 2.** Визначення діаметру водопровідних ліній при заданій розрахунковій витраті. Визначення втрат напору в трубах.

**Рішення.** Діаметр водоводу:

$$D = \sqrt{4 * Q / \pi * V} = \sqrt{4 * 15,2 / 1,06 * 3,14} = 4,273 \text{ м} = 4273 \text{ мм}$$

живий переріз труби:

$$\omega = \pi * D^2 / 4 = 14,33 \text{ м}^2$$

діаметр труб та їх кількість:

$$D = 1600 \text{ мм}, \quad \omega_{\text{пр}} = \pi * D^2 / 4 = 2,0096 \text{ м}^2, \quad N = \omega / \omega_{\text{пр}} = 14,33 / 2,0096 = 7,13 = 8 \text{ штук}$$

табличне значення  $S_0$  ( $V = 1 \text{ м} / \text{с}$ ,  $D = 1600 \text{ мм}$ ):

$$S_0 = 0,000152 \text{ с}^2/\text{м}^6$$

втрати напору:

$$h = S_0 * l * Q^2 = 0,000152 * 1730 * 15,2 = 60,754 \text{ м}$$

**Завдання 3.** Розрахунок площі входних вікон, площі решіток, сіток.

Решітки

розмір між стержнями:  $a = 100 \text{ мм}$

товщина стержнів:  $c = 10 \text{ мм}$

$$k = (a + c) / a = (100 + 10) / 100 = 1,1$$

площа водоприймальних вікон:

$$S = 1,25 * k * Q / V = 1,25 * 1,1 * 15,2 / 1,06 = 17,35 \text{ м}^2$$

площа однієї секції:

$$S_p = S / 2 = 17,35 / 2 = 8,67 \text{ м}^2$$

кількість вікон  $n = 5$ , розміри решіток  $1200 * 1400 \text{ мм}$

$$S = 5 * 1,68 = 8,4 \text{ м}^2$$

зміна швидкості:

$$\Delta S_p = (8,4 - 8,67) / 8,67 * 100\% = 3,11\%$$

Решітки  $1200 * 1400 \text{ мм}$ ,  $n = 5$  задовольняють необхідні умови.

Сітки

розмір ячейки:  $a = 20 \text{ мм}$

товщина дроту:  $d = 5 \text{ мм}$

$$k = ((a + d) / a)^2 = 1,5652$$

площа водоприймальних вікон:

$$S = 1,25 * k * Q / V = 1,25 * 1,5652 * 15,2 / 1,06 = 28,055 \text{ м}^2$$

площа однієї секції:

$$S_c = S / 2 = 28,055 / 2 = 14,02 \text{ м}^2$$

кількість вікон  $n = 10$ , розміри сіток  $1000*1200$  мм

$$S' = 12 * 1,2 = 14,4 \text{ м}^2$$

зміна швидкості:

$$\Delta S_c = (14,4 - 14,02) / 14,02 * 100\% = 2,71\%$$

Сітки  $1000*1200$ мм,  $n = 12$  задовольняють необхідні умови.

**Завдання 4.** Розрахувати тиск на дні Маріанської впадини – глибина  $h=11022$  м.

**Рішення.** Для вирішення завдання скористаємося залежністю:

$$P=P_o + \rho gh,$$

де  $P_o$  – величина атмосферного тиску,  $\rho$  – густина води,  $g$  – прискорення вільного падіння. Підставляючи значення у формулу, отримаємо:

$$P=9,81*10^4 + 1000*9,81*11022= 9,81*10^4 \text{ Па} + 10812,582 \text{ кг/м}^3*\text{с}^2 = \\ 9,81*10^4 \text{ Па} + 10812,582 \text{ Па} = 10822,39 \text{ Па} = 1103,19 \text{ ат.}$$

**Завдання 5.** Як змінилася швидкість води в річці, якщо при площі поперечного перерізу  $\omega = 8 \text{ м}^2$  вона складала  $1,06 \text{ м/с}$ , а в результаті замулювання площа поперечного перерізу знизилася до  $6 \text{ м}^2$ .

**Рішення.** Завдання вирішується шляхом застосування рівняння нерозривності:

$$V_1 * \omega_1 = V_2 * \omega_2.$$

Звідки

$$V_2 = \frac{V_1 * \omega_1}{\omega_2} = \frac{8 * 1,06}{6} = 1,41 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$V_2 = 1,41 \text{ м/с}$ , тобто, збільшується пропорційно зменшенню площі поперечного перерізу.

**Завдання 6.** Розрахувати параметри підземного потоку, якщо водоносний горизонт складено середньозернистими пісками, а площа його поперечного перерізу сягає  $632 \text{ м}^2$ , рівень води в початковій точці  $18 \text{ м}$ , кінцевій —  $3 \text{ м}$ , відстань між точками —  $90 \text{ м}$ .

**Рішення.** Параметри підземного потоку — це гідравлічний градієнт  $i$ , витрата води  $Q$  та її швидкість  $V$ .

$$i = \frac{Dh}{l};$$

$k=10 \text{ м/добу}$  — коефіцієнт фільтрації,

$$Q = k \frac{Dh}{l} F.$$

Перерахуємо  $k$  в м/с:

$$k = \frac{10}{3600 * 24} = 0.00011574 \text{ (м/с)}.$$

$$i = \frac{18 - 3}{90} = 0,166.$$

$$Q = 0,00011574 * 0,166 * 632 = 0,012 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

$$V = k * i = 0,00011574 * 0,166 = 0,00002 \text{ м/с} = 0,02 \text{ мм/с}.$$

**Завдання №7** Визначити дійсну швидкість води в підземному горизонті, складеному середньозернистими пісками, якщо розрахована згідно закону Дарсі складає 0,02 мм/с.

**Рішення.** Для вирішення завдання скористаємося залежністю:

$$V_{\text{дійсне}} = \frac{V}{P'},$$

де  $V$  — швидкість води,  $P'$  — пористість ґрунту в долях одиниці.

$$P' = 0,4.$$

Тоді

$$V_{\text{дійсне}} = \frac{2,0 * 10^{-5}}{0,4} = 5,0 * 10^{-5} \text{ м/с} = 0,05 \text{ мм/с}.$$

**Завдання №8.** Русло каналу має форму рівносторонньої трапеції висотою 3 м, меншою основою — 2 м, більшою основою — 5 м. За годину через поперечний переріз каналу проходить 57600 м<sup>3</sup> води. Знайти швидкість води в каналі та гідравлічний радіус поперечного перерізу.

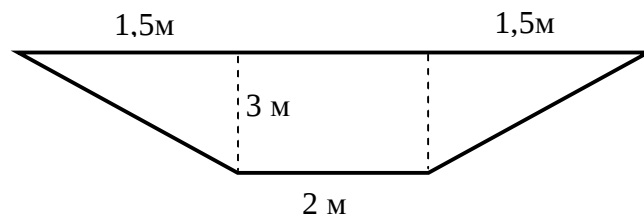


Рис. 1. До розрахунку завдання 8

**Рішення.** Площа поперечного перерізу русла  $S = [(2+5)/2] * 3 = 10,5 \text{ м}^2$ . Витрата води в каналі  $Q = 57600 \text{ м}^3/\text{год} = 16 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тоді швидкість води в каналі складе:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{16}{10,5} = 1,52 \text{ м/с}.$$

Гідравлічний радіус визначаємо із залежності:

$$R = \frac{S}{r} = \frac{10,5}{8,7} = 1,2 \text{ м},$$

де  $r$  — змочений периметр, котрий визначається як  $r = 2(\sqrt{1,5^2 + 9}) + 2 = 8,7 \text{ м}$ .

### **3. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Курсова робота (КР) по гідрометрії є системою обов'язкових навчальних занять з неодмінною участю в них кожного студента. Вона включається до навчальних планів та проводиться в навчальний і позанавчальний час.

Курсову роботу студенти виконують як у межах аудиторних занять згідно з розкладом, так і в позаурочний.

Керівник курсової роботи визначає її зміст і обсяг, а також доводить до студентів основні правила та вимоги до оформлення КР.

Ілюстративний матеріал для захисту курсової роботи можна виконати у вигляді плакатів, креслень і подавати за допомогою світло-проекційних і комп'ютерних засобів. Зміст ілюстративного матеріалу повинен досить повно відображати основні положення, які виносяться на захист.

До курсових робіт ставляться такі загальні вимоги: чіткість і логічна послідовність викладення матеріалу; переконливість аргументації; стислість і точність формулювань, що виключають можливість неоднозначних тлумачень; конкретність викладення результатів роботи; обґрунтованість рекомендацій і пропозицій.

Зміст курсової роботи визначається індивідуальним завданням кожного студента.

Перший пункт типової КР містить теоретичне пошукове завдання по одній із поверхневих водойм чи басейнах підземних джерел, що підлягають детальному опису. Всі інші питання містять відповідні гідрологічні задачі, що підлягають розрахунку по відомих залежностях. КР закінчується загальними висновками та переліком посилань. Перелік джерел, на які є посилання в КР, наводять у кінці тексту, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту мають бути посилання.

#### **3.1 Правила оформлення курсової роботи**

Курсова робота має бути виконана комп'ютерним або машинописним (змішаним) способом відповідно до чинної нормативно-технічної документації на виконання документів з використанням друкуючих і графічних пристроїв виводу ЕОМ.

Робота оформлюється на аркушах формату А4 (210х297 мм), шрифт розміром 14 пунктів через 1,5 інтервали з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці. Розміри поля: верхнє, нижнє і ліве – 20 мм, праве – 10 мм.

Окремі слова та формули, що вписуються до надрукованого тексту, мають бути чорного кольору та мати близьку до основного тексту густоту. Власні імена наводяться мовою оригіналу (при першому згадуванні – обов'язково).

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів і розділів необхідно розмішувати посередині рядка і друкувати прописними літерами без крапки в кінці. Заголовки

підрозділів, пунктів і підпунктів необхідно починати з абзацу (5 знаків). Відстань між заголовком та наступним або попереднім текстом має бути не менше двох рядків. Не можна розміщувати заголовок у нижній частині сторінки, якщо після нього залишається тільки один рядок тексту.

Сторінки роботи нумеруються арабськими цифрами в правому верхньому кутку зі збереженням наскрізної нумерації усього тексту. Титульний аркуш також включають до нумерації, але номер сторінки не ставлять.

Ілюстрації необхідно розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації (власні та запозичені) мають бути посилання в роботі. Всі ілюстрації, які виносяться на захист, необхідно навести в основній частині атестаційної роботи або в додатках.

Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми мають відповідати вимогам нормативно-технічної документації. Ілюстрації нумеруються арабськими цифрами в межах розділу та називаються «Рисунок», що разом з назвою ілюстрації (у разі необхідності) розміщується під рисунком, наприклад, «Рисунок 3.2 – Схема розміщення» (другий рисунок третього розділу).

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць. Таблицю слід розміщувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті. Нумерують таблиці як і рисунки. Слово «Таблиця» розміщують ліворуч над таблицею.

Формули та рівняння наводять безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються, посередині рядка з полями зверху та знизу не менше одного рядка.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера, розділених крапкою. Номер проставляється в дужках на рівні формули в кінці рядка.

Пояснення символів та числових коефіцієнтів формул слід наводити безпосередньо під формулою, в тій самій послідовності, у якій вони подані у формулі. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки. Пояснення кожного символу необхідно починати з нового рядка.

Посилання в тексті на джерела необхідно вказувати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками.

Додатки потрібно розміщувати в порядку появи посилань на них у тексті. Кожен додаток має починатися з нової сторінки. Додатки позначають посередині рядка прописними буквами (А, Б, В... ....). Наприклад, «Додаток А». Далі, симетрично до тексту, друкується заголовок додатка. Додатки повинні мати спільну з іншою частиною роботи наскрізну нумерацію сторінок.

#### 4. ПРИКЛАД ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ.

##### Завдання №1

##### *Проектування системи водопостачання з поверхневого джерела.*

1. Описати структуру системи водопостачання і окремі її елементи.
2. Розрахувати параметри річки (річний стік, контур дзеркала води, контур фільтрації, гідравлічний радіус, швидкість води), що має профіль рівностороннього трикутника із стороною 5 м при витраті  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ .
3. Розрахувати основні параметри басейну річки при його площі  $230 \text{ км}^2$ .
4. Підібрати сітки та решітки для берегового водозабору продуктивністю  $1,2 \text{ м}^3/\text{с}$  при умові рівності швидкості води в річці та між стержнями решітки.
5. Підібрати трубопровід та визначити втрату напору на шляху транспортування води до споживача.
6. Визначити необхідний напор, який повинна створювати насосна станція для забезпечення селища із трьохповерхових будинків водою, якщо відстань до водозабору складає 5,3 км, відмітка осі насосу – 127 м, відмітка 10 % будинків – 197 м, решти - 142 м.
7. Провести розрахунок водонапірної башні, використовуючи графік споживання води № 1 (Див. конспект лекцій).
8. Привести схему розрахованої системи з нанесенням всіх відомих параметрів.

##### Завдання №2

##### *Проектування системи водопостачання з підземного джерела.*

1. Описати структуру системи водопостачання і окремі її елементи.
2. Розрахувати параметри підземного потоку, якщо водоносний горизонт складено дрібнозернистими пісками, а площа його поперечного перерізу сягає  $1632 \text{ м}^2$ , рівень води в початковій точці 28 м, кінцевій – 16 м, відстань між точками – 900 м.
3. Розрахувати допустиме зниження статичного рівня води для безнапорного горизонту з глибиною води 22 м, якщо низ криниці знаходиться на глибині 7 м, а втрати напору на фільтрі – 0,8 м.
4. Підібрати шахтну недосконалу криницю чи їх групу для подачі споживачам  $20 \text{ м}^3/\text{с}$  води при заборі її з безнапорного пласта, якщо радіус криниці 1,5 м, радіус впливу – 70 м.
5. Підібрати трубопровід та визначити втрату напору на шляху транспортування води до споживача.
6. Визначити необхідний напор, який повинна створювати насосна станція для забезпечення селища із трьохповерхових будинків водою, якщо відстань до водозабору складає 1,3 км, відмітка осі насосу – 127 м, відмітка 20 % будинків – 197 м, решти - 142 м.
7. Провести розрахунок водонапірної башні, використовуючи графік споживання води № 1 (Див. конспект лекцій).
8. Привести схему розрахованої системи з нанесенням всіх відомих параметрів.

## **5. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.**

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний технічний університет України  
„Київський політехнічний університет”

*Кафедра екології та технології рослинних полімерів*

## **Курсова робота**

**з курсу „Проектування систем водопостачання”**

Виконала :  
студентка II курсу ІХФ  
гр. ЛЕ-41

---

Залікова книжка № 4104

Прийняв:

---

# Київ 2012

## **1. Описати структуру системи водопостачання і окремі її елементи**

Системи водопостачання представляють собою комплекс споруд, призначених для забезпечення споживачів водою в необхідній кількості, відповідної якості та під необхідним тиском.

Системи водопостачання є комплексом взаємопов'язаних споруд, призначених для забезпечення потреб у воді якого-небудь об'єкту: міста, промислового підприємства, підприємств сільського господарства. Системи водопостачання, окремі райони країни або групи різних населених пунктів і інших об'єктів, що забезпечують водою, називаються районними або груповими системами водопостачання. У загальному випадку в завдання систем водопостачання входять: отримання води з природного джерела, поліпшення її якості відповідно до вимог споживачів, транспортування на територію об'єкту і подача до всіх заданих точок відбору. При цьому в точках відбору повинен бути забезпечений заданий тиск в трубах водопровідної мережі.

Відповідно до перерахованих завдань системи водопостачання в її склад включаються наступні види водопровідних споруд:

- а) водозабірні споруди, що здійснюють огорожу води з вибраних для даного об'єкту природних джерел;
- б) насосні станції (водопідіймальні споруди), створюючий необхідний тиск у водопровідних трубах для подачі заданих витрат води на задану висоту;
- в) споруди для очищення і обробки води (очисні споруди), що здійснюють поліпшення якості (очищення) природної води відповідно до вимог споживача;
- г) водоводи і водопровідні мережі, що транспортують воду до об'єктів і місць її споживання;
- д) регулюючі і запасні ємкості — резервуари різних типів для зберігання і акумуляції води.

Доцільність створення групових та районних систем водопостачання виникає, переважно, в умовах маловодної місцевості при необхідності забезпечення водою ряду об'єктів, розміщених на території деякого району.

В залежності від виду споживачів системи водопостачання виконують функції господарсько-питних, виробничих, пожежних, поливних водопроводів. Ступінь об'єднання функцій, що виконуються водопроводами, визначається, виходячи з техніко-економічних обґрунтувань.

Системи водопостачання можуть бути об'єднаними, роздільними, частково роздільними.

Об'єднані системи – це водопроводи, що виконують одночасно господарсько-питні, виробничі та протипожежні функції. Такі водопроводи влаштовують в містах, селищах, на підприємствах, на технологічні потреби котрих необхідна вода питної якості, а також на підприємствах, котрі не вимагають воду питної якості, якщо економічно недоцільно влаштовувати самостійний виробничий водопровід.

Роздільну систему водопостачання, котра передбачає наявність самостійних господарсько-питних, виробничого та протипожежного водопроводів, влаштовують досить рідко. Така система доцільна в тому випадку, коли за технологічними вимогами об'єднання виробничого та протипожежного водопроводів неможливе, а об'єднання протипожежного та господарсько-питного економічно недоцільно.

Влаштування частково роздільної системи водопостачання обумовлено різницею в вимогах до якості води на господарсько-питні та виробничі потреби. Про ступінь об'єднання цих водопроводів, як на самих підприємствах, так і з міським водопроводом, приймають рішення на основі техніко-економічного розрахунку. Так як на промисловій площадці бувають споживачі з різноманітними вимогами до якості води та вільного напору, то часто влаштовують кілька промислових водопроводів. Можливість об'єднання протипожежного водопроводу з господарсько-питним чи виробничим залежить від особливостей технологічних процесів підприємства та кількості води,

необхідної на потреби пожежогасіння. Як звичайно, протипожежний водопровід об'єднують з господарсько-питним, що має значну розгалуженість.

В залежності від рельєфу місцевості та величини необхідних вільних напорів системи водопостачання поділяють на однозонні та багатозонні. При однозонній системі всі об'єкти живляться від однієї системи водопостачання. При різких змінах рельєфу місцевості для підтримання необхідного напору в високорозміщених вузлах мережі потрібно підтримувати тиск, недопустимий для низькорозміщених ділянок. В таких умовах водопровідну мережу розбивають на зони, в кожній з котрих підтримують необхідний напор з допомогою насосів та напорних резервуарів.

В залежності від способів транспортування води системи водопостачання поділяють на напорні і безнапорні. Напорні – це системи, трубопроводи котрих працюють повним перерізом. Транспортування води по таких системах виконується як насосами, так і за рахунок різниці рівнів води в джерелі та розрахункової пьезометричної відмітки в місці водовідбору. В останньому випадку трубопроводи називають гравітаційними напорними або самотічно напорними. Безнапорні трубопроводи працюють неповним перерізом. Можливість їх застосування залежить від різниці відміток початкової та кінцевої точок шляху подачі води, рельєфу місцевості, відстані подачі води. Область застосування цих систем більш обмежена, ніж напорних систем.

За характером використання природних джерел виділяють:

- водопроводи, що забирають воду з поверхневих водоймищ (річки, озера, водосховища і т.п.);
- водопроводи, що забирають воду з підземних горизонтів (артезіанські, джерельні і ін.);
- водопроводи змішаного живлення – при використанні води з поверхневих та підземних джерел одночасно.

В загальному випадку система водопостачання включає слідуючі споруди (рис. 2.1, 2.2):

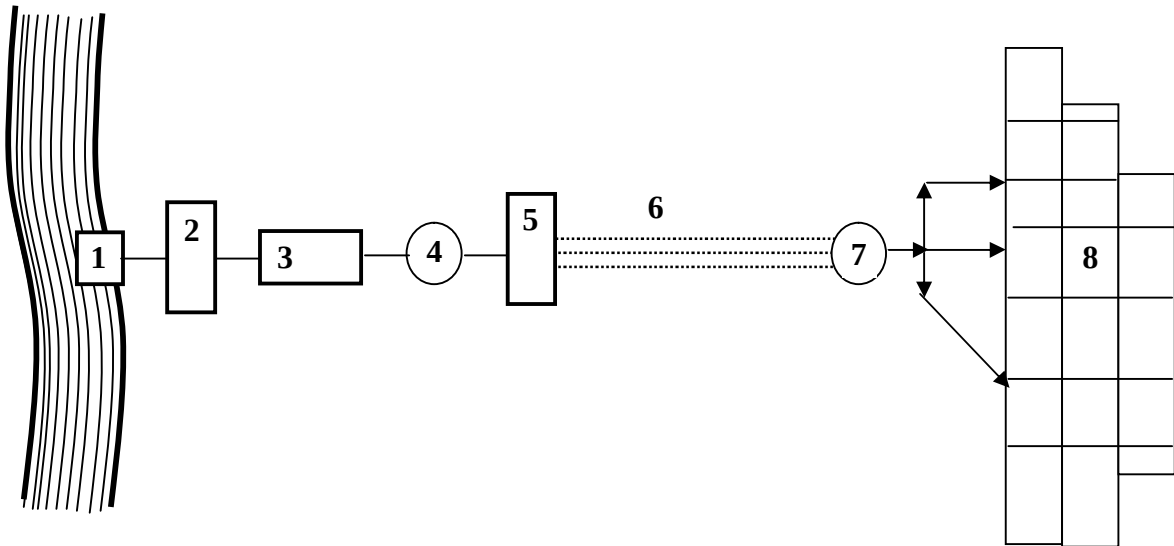


Рис 2.1. Система водопостачання з забором води з поверхневих джерел: 1 – водозабірні споруди; 2 – споруди для підйому та перекачки води; 3 – споруди для очистки води; 4 – резервуари; 6 – водоводи; 7 – водонапорна башня; 8 – водопровідна мережа водонапорна башня; 8 – водопровідна мережа.

Водозабірні споруди (1). В залежності від характеру водопостачання, споруди для прийому води можуть бути досить різними. З поверхневих водоймищ відбір води відбувається береговими чи русловими водоприймачами різноманітної конструкції (рис. 2.1). Відбір підземних вод проводиться з допомогою різного роду свердловин, колодязів, підземних водозбірних галерей і т.п. (рис. 2.2).

Споруди для підйому та перекачки води – насосні станції. В загальному випадку, коли вода перед подачею споживачам підлягає додатковому очищенню, вона на очисні споруди перекачується насосною станцією I-го підйому (2), а після очистки – станцією II-го підйому (5).

Споруди для очистки води (3) необхідні для доведення якості води в відповідності з вимогами споживачів.

Резервуари чистої води (4) – влаштовують для зниження нерівномірності режиму роботи насосних станцій I-го та II-го підйому та збереження протипожежних та аварійних об'ємів води.

Споруди для транспортування води – водоводи (6). Вони представляють собою лінії труб чи каналів, по яких вода подається до міста чи промислового підприємства. В окремих випадках такі водоводи можуть мати довжину десятки

і навіть сотні кілометрів. Вони можуть бути металеві, з/б, керамічні, поліетиленові і т.п. з діаметром до 1400-1600 мм.

Споруди для зберігання та акумулювання води – водонапірна башня (7), що виконує ту ж роль, що і резервуар чистої води (4) і влаштовується із-за невідповідності режиму водоспоживання та режиму роботи насосної станції II-го підйому.

Споруди для розподілу води по території та роздачі її споживачам – водопровідна мережа (8). Мережа – це система трубопроводів, прокладених по вулицях, з допомогою котрих вода транспортується до окремих будинків та підприємств.

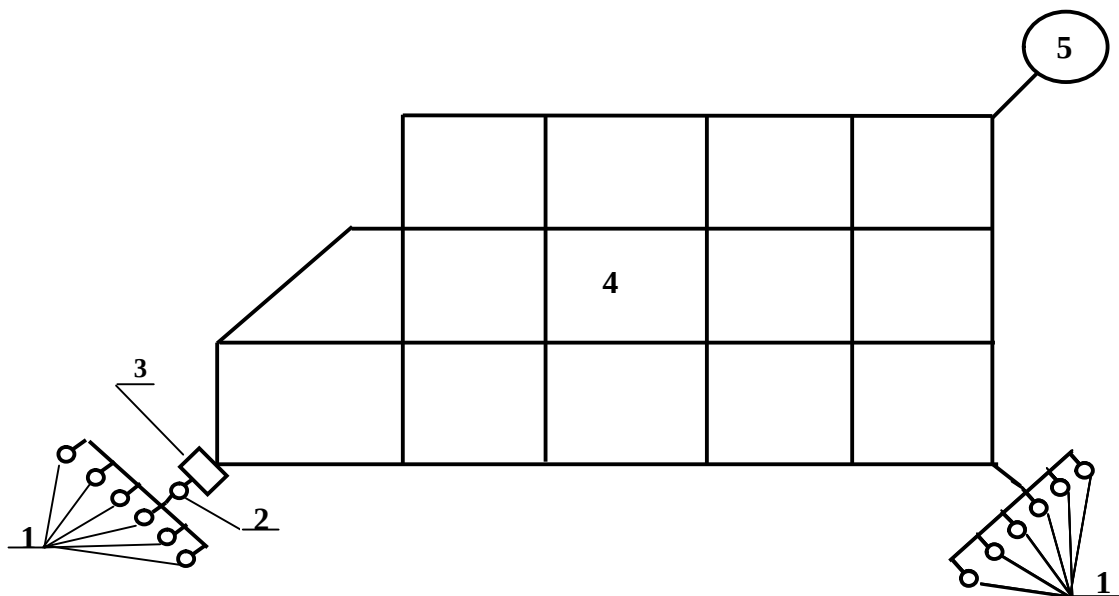


Рис.2.2. Система водопостачання з забором води з підземних джерел: 1 – водозабірні споруди; 2 – споруди для підйому та перекачки води; 3 – резервуари; 4 – водопровідна мережа; 5 – водонапірна башня.

Розглянута схема водопостачання може бути значно спрощена, якщо якість води в водоймищі відповідає необхідній. Тоді очисні споруди 3, а часто і пов'язані з ними резервуари 4 та станцію II-го підйому 5 можна виключити. Така схема досить часто реалізується при використанні артезіанських вод, котрі мають високі санітарно-гігієнічні показники.

Таким чином, обов'язковими елементами будь-якої системи водопостачання є водозабірні споруди, водоводи та водопровідна мережа. Розглянуті схеми водопостачання відрізняються також і кількістю джерел водопостачання, котрих може бути для окремих схем два і більше.

Основною вимогою до роботи систем водозабезпечення різних об'єктів є виконання ними заданих функцій при задоволенні високих показників надійності і економічності. Інакше кажучи, система подачі води повинна не тільки мати можливість виконувати з найменшими витратами засобів задані функції водопостачання об'єкта по кількості і якості води, що подається, і по створюваних тисках в мережах, але і фактично виконувати їх в процесі експлуатації без порушень. Одним з основних показників надійності функціонування системи може служити вірогідність її безвідмовної роботи протягом даних періодів часу. Під «відмовою» системи водопостачання можна мати на увазі неприпустиме зниження якості роботи системи по водозабезпеченню об'єкту.

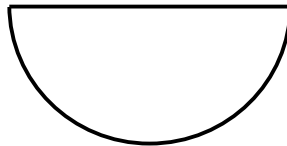
Відмови системи водопостачання можливі в результаті різних подій: відмова джерела води — зниження рівня води нижче допустимого, шугові затори, обмерзання, значне падіння рівня підземних вод; пошкодження водоводов або магістральних ліній мережі; аварії насосів, припинення подачі електроенергії на насосну станцію; аварії магістральних ліній мережі. Аварії такого вигляду можуть спричинити неприпустиме зниження кількості води, що подається, а також зниження тиску у водопровідній мережі, що веде до порушення нормального водозабезпечення споживачів. Крім того, порушення нормального функціонування очисних споруд (з різних причин) може викликати погіршення якості води, що подається, — відмова за якістю.

Причини, що викликають відмови системи водопостачання, є випадковими подіями, і вірогідність їх настання і тривалість можуть бути оцінені тільки приблизно в результаті збору і обробки статистичних даних по зафіксованих аваріях при експлуатації систем водопостачання.

Підвищення надійності систем подачі води може бути досягнуте шляхом структурного резервування окремих елементів системи, тобто паралельним включенням декількох взаємозамінних елементів замість одного, або шляхом «тимчасового» резервування — використання різних резервуарів системи для забезпечення аварійних запасів води. Економічність системи характеризується найменшими витратами засобів на її споруду і експлуатацію за умови забезпечення всіх заданих параметрів її функціонування, включаючи забезпечення необхідної надійності.

Вимоги до надійності окремих споруд систем водозабезпечення і шляхи їх здійснення висловлюються далі при описі різних систем і споруд.

**2. Розрахувати параметри річки (річний стік, контур дзеркала води, контур фільтрації, гідравлічний радіус, швидкість води), що має профіль півкола радіусом 6 м при витраті 60 м<sup>3</sup>/с.**



площа поперечного перерізу:

$$\omega = \pi * r^2 / 2 = 3,14 * 6^2 = 56,52 \text{ м}^2$$

річний стік:

$$Q = T * q = 60 * 31536000 = 1892160000 \text{ м}^3 = 1,892 \text{ км}^3$$

довжина контуру дзеркала води:

$$L_d = 6 * 2 = 12 \text{ м}$$

контур фільтрації:

$$L_f = 56,52 - 2 * 6 = 44,52 \text{ м}$$

гідрравлічний радіус:

$$R = \omega / Lf = 56,52 / 44,52 = 1,295 \text{ м}$$

швидкість води:

$$V = q / \omega = 60 / 56,52 = 1,06 \text{ м/с}$$

### **3. Розрахувати основні параметри басейну річки при його площі 501 км<sup>2</sup>**

норма стоку:

$$M = Q / F = 0,11 / 501 = 0,003776 \text{ км}^3/\text{км}^2$$

модуль стоку:

$$\mu = q / F = 60 * 10^{-9} / 501 = 0,11976 * 10^{-9} \text{ (км}^3/\text{с) / км}^2$$

### **4. Підібрати сітки та решітки для берегового водозабору продуктивністю 15,2 м/с при умові рівності швидкості води в річці та між стержнями решітки**

Решітки

розмір між стержнями:  $a = 100 \text{ мм}$

товщина стержнів:  $c = 10 \text{ мм}$

$$k = (a + c) / a = (100 + 10) / 100 = 1,1$$

площа водоприймальних вікон:

$$S = 1,25 * k * Q / V = 1,25 * 1,1 * 15,2 / 1,06 = 17,35 \text{ м}^2$$

площа однієї секції:

$$S_p = S / 2 = 17,35 / 2 = 8,67 \text{ м}^2$$

кількість вікон  $n = 5$ , розміри решіток  $1200 \times 1400$  мм

$$S' = 5 * 1,68 = 8,4 \text{ м}^2$$

зміна швидкості:

$$\Delta S_p = (8,4 - 8,67) / 8,67 * 100\% = 3,11\%$$

Решітки  $1200 \times 1400$  мм,  $n = 5$  задовольняють необхідні умови.

### Сітки

розмір ячейки:  $a = 20$  мм

товщина дроту:  $d = 5$  мм

$$k = ((a + d) / a)^2 = 1,5652$$

площа водоприймальних вікон:

$$S = 1,25 * k * Q / V = 1,25 * 1,5652 * 15,2 / 1,06 = 28,055 \text{ м}^2$$

площа однієї секції:

$$S_c = S / 2 = 28,055 / 2 = 14,02 \text{ м}^2$$

кількість вікон  $n = 10$ , розміри сіток  $1000 \times 1200$  мм

$$S' = 12 * 1,2 = 14,4 \text{ м}^2$$

зміна швидкості:

$$\Delta S_c = (14,4 - 14,02) / 14,02 * 100\% = 2,71\%$$

Сітки  $1000 \times 1200$  мм,  $n = 12$  задовольняють необхідні умови.

### **5. Підібрати трубопровід та визначити втрату напору на шляху транспортування води до споживача**

діаметр водоводу:

$$D = \sqrt[4]{4 * Q / \pi * V} = \sqrt[4]{4 * 15,2 / 1,06 * 3,14} = 4,273 \text{ м} = 4273 \text{ мм}$$

живий переріз труби:

$$\omega = \pi * D^2 / 4 = 14,33 \text{ м}^2$$

діаметр труб та їх кількість:

$$D = 1600 \text{ мм}, \quad \omega_{\text{пр}} = \pi * D^2 / 4 = 2,0096 \text{ м}^2, \quad N = \omega / \omega_{\text{пр}} = 14,33 / 2,0096 = 7,13 = 8 \text{ штук}$$

табличне значення  $S_0$  ( $V = 1 \text{ м / с}, D = 1600 \text{ мм}$ ):

$$S_0 = 0,000152 \text{ с}^2/\text{м}^6$$

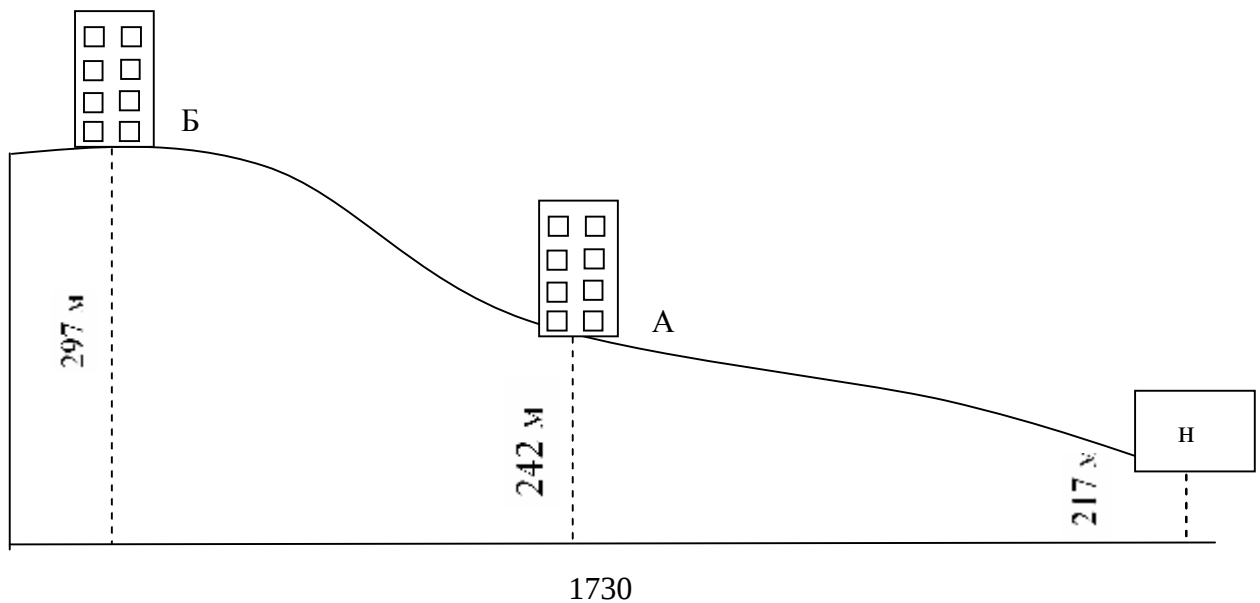
втрати напору:

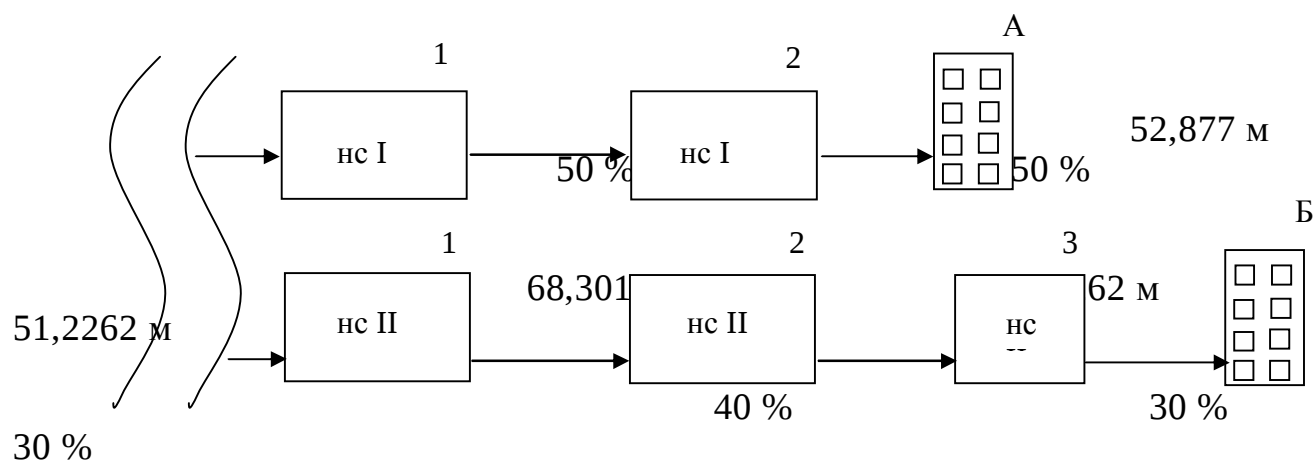
$$h = S_0 * l * Q^2 = 0,000152 * 1730 * 15,2 = 60,754 \text{ м}$$

**6. Визначити необхідний напор, який повинна створювати насосна станція для забезпечення селища із чотирьохповерхових будинків водою, якщо відстань до водозабору складає 1,73 км, відмітка осі насосу - 217 м, відмітка 50 % будинків - 297 м, решти - 242 м**

$$H_{\text{нс}}^A = (Z_A - Z_{\text{нс}}) + h_{\text{тр}} + h_{\text{нт}} = (242 - 217) + 60,754 + (12 + 4 + 4) = 105,754 \text{ м}$$

$$H_{\text{нс}}^B = (Z_B - Z_{\text{нс}}) + h_{\text{тр}} + h_{\text{нт}} = (297 - 217) + 60,754 + 20 = 170,754 \text{ м}$$





**7. Провести розрахунок водонапірної башні, використовуючи графік споживання води N 2 (Див. конспект лекцій)**

| часові проміжки | витрата води у місті | подача води насосом | поступає води в бак | витрата води з баку | залишок води в баку |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0-1             | 3                    | 2,5                 | -                   | 0,5                 | 2,73                |
| 1-2             | 3,2                  | 2,5                 | -                   | 0,7                 | 2,03                |
| 2-3             | 2,5                  | 2,5                 | -                   | -                   | 2,03                |
| 3-4             | 2,6                  | 2,5                 | -                   | 0,1                 | 1,93                |
| 4-5             | 3,5                  | 4,5                 | 1                   | -                   | 2,93                |
| 5-6             | 4,1                  | 4,5                 | 0,4                 | -                   | 3,33                |
| 6-7             | 4,5                  | 4,5                 | -                   | -                   | 3,53                |
| 7-8             | 4,9                  | 4,5                 | -                   | 0,4                 | 3,33                |
| 8-9             | 4,8                  | 4,5                 | -                   | 0,3                 | 2,93                |
| 9-10            | 5,6                  | 4,5                 | -                   | 1,1                 | -                   |
| 10-11           | 4,8                  | 4,5                 | -                   | 0,3                 | -                   |
| 11-12           | 4,6                  | 4,5                 | -                   | 0,2                 | <u>0</u>            |
| 12-13           | 4,3                  | 4,5                 | 0,2                 | -                   | 0,2                 |
| 13-14           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 0,7                 |
| 14-15           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 1,2                 |
| 15-16           | 4,3                  | 4,5                 | 0,2                 | -                   | 1,4                 |
| 16-17           | 4,17                 | 4,5                 | 0,33                | -                   | 1,73                |
| 17-18           | 4                    | 4,5                 | 0,5                 | -                   | 2,23                |
| 18-19           | 4,5                  | 4,5                 | -                   | -                   | -                   |
| 19-20           | 4,5                  | 4,5                 | -                   | -                   | -                   |
| 20-21           | 4,5                  | 4,5                 | -                   | -                   | -                   |
| 21-22           | 4,8                  | 4,5                 | -                   | 0,3                 | 1,93                |
| 22-23           | 4,6                  | 4,5                 | -                   | 0,1                 | 1,83                |
| 23-24           | 3,1                  | 4,5                 | 1,4                 | -                   | 3,23                |

$$W = 3,53 + 0 = 3,53 \%$$

$$V_{\text{БАКУ}} = q * W = 15,2 * 3,53 = 53,656 \text{ м}^3/\text{с} = 53,656 * 86400 \text{ с} = 4635878,4 \text{ м}^3$$

### **Використана література:**

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. - М.: Стройиздат. - 1982. - 440 с.
2. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат. - 1986. - 120 с.
3. Шевелев Ф.А., Шевелева А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. - М.: Стройиздат. - 1984. - 116 с.

## **6. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів**

Самостійна робота студентів регламентується Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України, затвердженого наказом Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993 року та Положенням про систему нарахування балів за кредитно-модульною системою.

Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України передбачено, що навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів визначається робочим навчальним планом і повинен становити не менше 0,5 загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення конкретної дисципліни.

Мета самостійної роботи студентів:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;

- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань;

- здобуття студентом глибокої системи знань;

- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завдання самостійної роботи студентів:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;

- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;

- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з конкретної дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу можуть виноситись:

- ✓ підготовка до лекцій;
- ✓ частина теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- ✓ підготовка до семінарських занять;
- ✓ виконання індивідуальної роботи.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з конкретної дисципліни може виконуватись у бібліотеці, навчальних кабінетах, комп'ютерних ☐ лаб(лабораторіях), а також у домашніх умовах.

Залежно від особливостей дисциплін викладач може видавати студентам різні види завдань самостійної роботи:

- ✓ переробка інформації отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- ✓ робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- ✓ самостійне вивчення окремих тем або питань із розробкою конспекту;
- ✓ робота з довідковою літературою;
- ✓ написання рефератів, повідомлень;
- ✓ творчі завдання (доповіді, проекти, есе, огляди тощо);
- ✓ виконання підготовчої роботи до лабораторних та практичних занять;
- ✓ виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- ✓ виконання курсових робіт (проектів);
- ✓ підготовка письмових відповідей на проблемні питання;
- ✓ виготовлення наочності;
- ✓ складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності;

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умови наявності у студентів певних навичок: вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат); проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз).

## **7. Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів**

Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль знань студентів.

Поточний контроль є органічною частиною навчального процесу і проводиться під час лекцій, семінарських, практичних і лабораторних занять.

Форми поточного контролю:

- усна співбесіда за матеріалами розглянутої теми на початку наступної лекції з оцінкою відповідей студентів (5-10 хв);
- письмове фронтальне опитування студентів на початку чи в кінці лекції (5-10 хв). Відповіді перевіряються і оцінюються у позааудиторний час;

- фронтальний безмашинний стандартизований контроль знань студентів за кількома темами, винесеними на самостійну роботу (5-10 хв). Проводиться на початку семінарських, практичних чи лабораторних занять;
- перевірка домашніх завдань;
- перевірка набутих вмінь на практичних, лабораторних заняттях;
- тестова перевірка знань студентів;
- інші форми.

За кредитно-модульної системи навчання самостійна робота впливає на загальний рейтинг з дисципліни. Контролюється після закінчення логічно завершеної частини лекцій та інших видів занять з дисципліни і її результати враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентами у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль (екзамен або диф. залік/залік).

## **8. Виконання самостійної роботи**

### **Тема 1. Системи водопостачання.**

Завдання на СРС – Види джерел водопостачання [12д] с. 23-26.

- Основні конструкції запасних ємкостей [12д] с. 56-67.
- Основні конструкції запасних ємкостей [7д] с. 144-153.

### **Тема 2. Проектування водопровідних мереж.**

Завдання на СРС – Водопровідні мережі та їх типи [7д] с. 155-158.

- Розрахунок втрат напору в трубах [3] с. 28-33.
- Метод Лобачова-Кросса [7д с. 189-192].

### **Тема 3. Обладнання водопровідних мереж.**

Завдання на СРС – Водопровідна арматура [7д с. 228-233].

### **Тема 4. Водозабірні споруди.**

Завдання на СРС – Конструкції водозабірних споруд [8д с. 121-132].

### **Тема 5. Споруди для прийому підземних вод.**

Завдання на СРС – Водозабірні споруди [12д с. 68-81].

### **Тема 6. Насоси та насосні станції.**

Завдання на СРС - Класифікація насосних станцій, їх категорії. Обладнання насосних станцій. [ 12.с.372-403].

### **Тема 7. Охолоджуючі споруди.**

Завдання на СРС – Оборотно-водопостачання [9д с. 77-81].

- Закони теплообміну [6д с. 68-92].
- Обладнання охолоджуючих споруд [6д с. 132-149].

## **1. Основна література**

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. - М.: Стройиздат. - 1982. - 440 с.
2. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат. - 1986. - 120 с.
3. Шевелев Ф.А., Шевелева А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. - М.: Стройиздат. - 1984. - 116 с.
4. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. - М.: Стройиздат. - 1972. - 288 с.
5. Лившиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. М.: Энергия. - 1976. - 287 с.

## **2. Додаткова література**

6. Кучеренко Д.И., Гладков В.А. Обратное водоснабжение. - М.: Стройиздат. - 1980. - 168 с.
7. Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения. М.: Стройиздат. - 1988. - 399 с.
8. Старинский В.П., Михайлик Л.Г. Водозаборные и очистные сооружения коммунальных водопроводов - Минск: высшая школа. - 1989. - 270 с.
9. Беличенко Ю.П. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. - М.: Химия. - 1990. - 208 с.
10. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. - К.: Вища школа. - 1980. - 208 с.
11. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений / Б.А.Москвитин, Г.Н.Мирончин, А.С.Москвитин. - М.: Стройиздат. 1984. - 192 с.
12. Николадзе Г.И. Водоснабжение. - М.: Стройиздат. - 1989. - 496 с.