

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ
МАШИНИ.
НАСОСНІ І ПОВІТРОДУВНІ СТАНЦІЇ**

Методичні вказівки
до виконання курсового проєкту та контрольної роботи для
студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньої програми «Водопостачання та водовідведення»

Київ 2022

УДК 628
Г46

Укладачі: А.М. Кравчук, доктор технічних наук, професор;
О.А. Кравчук, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент О.М. Ліфанов, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск В.П. Хоружий, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри

*Затверджено на засіданні кафедри водопостачання та
водовідведення, протокол №3 від 26 жовтня 2022 року.*

В авторській редакції.

Гідравлічні та аеродинамічні машини. Насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проєкту та контрольної роботи / уклад.: Г46 А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2023. – 44 с.

Розглянуто порядок і послідовність виконання контрольної роботи з дисципліни «Гідравлічні та аеродинамічні машини» та курсового проєкту з дисципліни «Насосні і повітродувні станції».

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» з метою закріплення засвоєного теоретичного курсу по вивченню обладнання і специфіки роботи гідравлічних та аеродинамічних машин, насосних і повітродувних станцій.

© КНУБА, 2023

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
Контрольна робота з дисципліни «Гідравлічні та аеродинамічні машини»	
1. Завдання, склад і обсяг контрольної роботи.....	4
2. Побудова графіка погодинного водоспоживання і подачі насосної станції.....	4
3. Підбір водоводів.....	6
4. Розрахунок напору насосів на режим максимального господарсько-питного водоспоживання.....	6
5. Розрахунки системи на режим максимального годинного водоспоживання плюс пожежогасіння.....	7
6. Підбір основного насосного обладнання.....	9
Курсовий проєкт з дисципліни «Насосні і повітродувні станції»	
1. Загальні відомості.....	10
2. Завдання, склад і обсяг курсового проєкту.....	10
3. Визначення діаметрів трубопроводів в насосній станції.....	11
4. Розрахунок характеристик напірних водоводів.....	16
5. Графік сумісної роботи насосів і водоводів.....	19
6. Підбір електродвигунів.....	20
7. Визначення позначки підлоги насосної станції.....	20
8. Визначення розмірів фундаменту.....	21
9. Підбір додаткового насосного обладнання.....	23
10. Електрична частина насосної станції.....	24
11. Підбір підйомно-транспортного обладнання.....	27
12. Розрахунок об'єму РЧВ.....	33
Література.....	35
Додатки.....	36

Загальні положення

При вивченні курсів «Гідравлічні та аеродинамічні машини» та «Насосні і повітродувні станції» студент розглядає питання, що пов'язані з проектуванням, улаштуванням і експлуатацією насосного обладнання встановленого в насосних станціях різного призначення.

Матеріали, що викладаються в наведених курсах, методично пов'язані між собою. При цьому в першому курсі наводяться загальні відомості про конструкцію, робочі характеристики і умови роботи гідравлічних і аеродинамічних машин. Матеріал другого курсу присвячений питанням проектування насосних і повітродувних станцій в цілому.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ «ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ МАШИНИ»

1. Завдання, склад і обсяг контрольної роботи

Об'єм пояснювальної записки контрольної роботи повинен складати до 10 сторінок. Контрольна робота повинна містити наступні основні розділи:

- титульний лист;
- побудова графіка погодинного водоспоживання і подачі насосної станції;
- підбір водоводів;
- розрахунок напору насосів на режим максимального господарсько-питного водоспоживання;
- розрахунок системи на режим максимального годинного водоспоживання плюс пожежогасіння;
- підбір основного насосного обладнання.

2. Побудова графіка погодинного водоспоживання і подачі насосної станції

Таблиця погодинного водоспоживання заповнюється за величиною коефіцієнта годинної нерівномірності $K_z = Q_{год} \cdot 100 / Q_{max.доб}$, приведенного в

завданні (процентний розподіл добових витрат по годинам в залежності від коефіцієнта годинної нерівномірності приведено в дод. 1).. За даними отриманої таблиці необхідно побудувати відповідний графік погодинного водоспоживання.

Як відомо, споживання води на господарсько-питні потреби і у населеному пункті є нерівномірним протягом доби. Ця нерівномірність залежить від багатьох факторів, зокрема від чисельності населення, пори року, географічного положення, днів тижня. Приклад графіка погодинного водоспоживання населеного пункту в робочі і вихідні дні наведено на рис. 1.

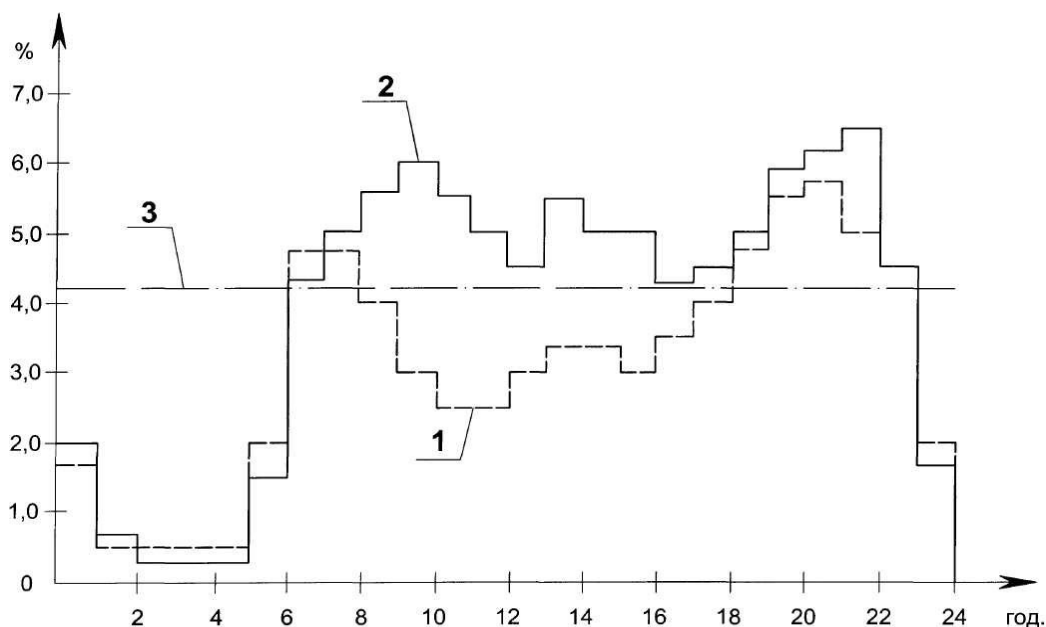


Рис. 1. Ступінчатий графік погодинного водопостачання населеного пункту:
1 – робочий день; 2 – вихідний день; 3 – середньогодинна витрата

На графіку на осі абсцис відкладено години доби, на осі ординат – відсоток витрати добового водоспоживання і водовідведення. Позиції 1 і 2 позначають витрату води, яка подається насосною станцією другого підйому (Н.ст. II п.) до міста, позиція 3 – графік подачі води насосною станцією першого підйому (Н.ст. I п.).

Витрату за годину максимального водоспоживання також визначаємо за даними отриманої таблиці (беремо значення максимальної витрати за годину). Цю величину ($Q_{max/год} = Q_{н.с}$, м³/год, л/с) приймаємо за базову при подальших розрахунках.

3. Підбір водоводів

Відстань від насосної станції до споживачів (L , м) приведена в завданні. Приймаємо, що подача води від насосної станції до споживачів здійснюється по водоводах прокладених із чавунних напірних труб. Витрата води по кожному водоводу становить

$$Q_{н.в} = Q_{н.с}/n, \quad (1)$$

де n – кількість напірних водоводів (в проєкті прийняти $n = 2$ водоводи).

Гідравлічний розрахунок водоводів здійснюємо з використанням таблиць Шевелева [6]. Діаметр трубопроводу (D) і питомі втрати напору ($1000i$) визначаємо при швидкості руху води в трубі в межах 1,0 – 1,5 м/с.

Загальні втрати напору (за довжиною i в місцевих опорах розраховуємо за формулою:

$$h_{н.в} = (1,1 \dots 1,2) \cdot 1000i \cdot L, \quad (2)$$

де $1000i$ – втрати напору в м на один кілометр труби.

4. Розрахунок напору насосів на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

При безбаштовій схемі водопостачання населеного пункту необхідний напір насосів на насосній станції **в першому наближенні** визначається за залежністю:

$$H_{н.с} = H_{геом} + h_{у.в} + h_{н.с} + h_{вдм} + h_{н.в} + h_{мер}, \quad (3)$$

де $H_{геом}$ – геометрична висота подачі води;

$h_{у.в}$ – втрати напору в усмоктувальних трубопроводах, у першому наближенні приймаємо $h_{у.в} = 0,5$ м;

$h_{н.с}$ – втрати напору в трубопроводах насосної станції, у першому наближенні приймаємо $h_{н.с} = 2,5$ м;

$h_{вдм}$ – втрати напору у водовимірювальному пристрої, у першому наближенні приймаємо $h_{вдм} = 1,25$ м;

$h_{н.в}$ – втрати напору у напірних водоводах;

$h_{мер}$ – втрати напору в міській мережі водопостачання при максимальній витраті (по завданню) м.

Розраховуємо геометричну висоту підняття води за залежністю:

$$H_{геом} = Z_{д.м} - Z_{н.с} + H_c, \quad (4)$$

де $Z_{д.м}$ – відмітка землі в диктуючій точці, м;

$Z_{н.с}$ – відмітка землі у насосної станції, м;

H_2 – гарантійний напір в точці підключення до міської водопровідної мережі, м.

Висотна схема подачі води в режимі максимального годинного водопостачання приведена на рис. 2.

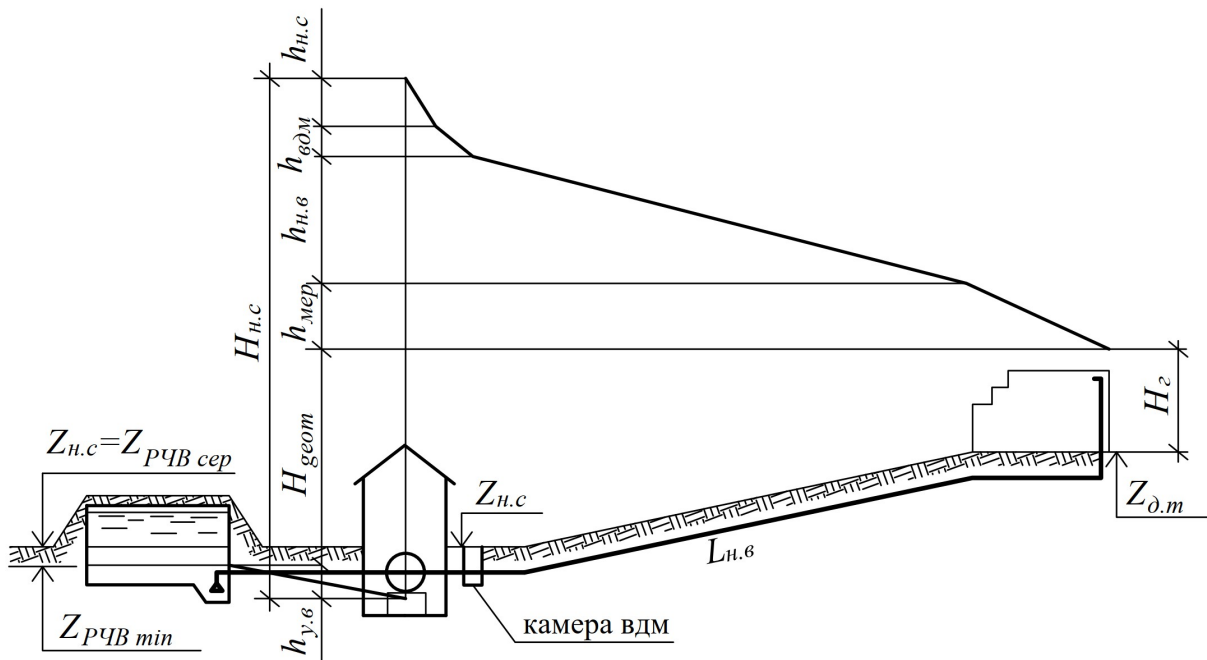


Рис. 2. Висотна схема подачі води в режимі максимального годинного водопостачання

5. Розрахунки системи на режим максимального годинного водоспоживання плюс пожежогасіння

При безбаштовій схемі водопостачання подача насосів в режимі пожежогасіння дорівнює сумі витрат в годину максимального водопостачання плюс витрата на пожежогасіння.

$$Q_{н.с.пож} = Q_{max.год} + q_{пож}, \text{ (м}^3/\text{год} = \text{л/с)}, \quad (5)$$

де $q_{пож}$ – витрата води на пожежогасіння (приведено в [1, табл. 3]), л/с.

При кількості водоводів $n = 2$, витрата кожним водоводом складе:

$$Q_{н.в.пож} = Q_{н.с.пож}/2. \quad (6)$$

За таблицями Шевелева [6] при прийнятому раніше діаметрі водоводів D , визначаємо їх характеристики при пропуску витрати при пожежогасінні $Q_{н.в.пож}$ ($V_{пож}, 1000i_{пож}$).

Визначаємо необхідний напір насосів при роботі в режимі пожежогасіння, як суму величин:

$$H_{н.с.пож} = H_{геом.пож} + h_{у.в} + h_{н.с} + h_{вдв} + h_{н.в.пож} + h_{мер.пож}, \quad (7)$$

де $h_{мер.пож}$ – втрати напору в міській мережі водопостачання при пожежогасінні (по завданню), м.

Геометричну висоту підняття води при пожежі розраховуємо за формулою:

$$H_{геом.пож} = Z_{д.м} - Z_{рчв} + H_{г.пож}, \quad (8)$$

де $Z_{рчв} = Z_{н.с} - \Delta h$ – відмітка рівня протипожежного запасу води в РЧВ;

Δh – різниця між відміткою землі біля РЧВ і відміткою рівня протипожежного запасу води в них;

$H_{г.пож} = 10$ м – гарантований напір в точці підключення до міської мережі при пожежі.

Визначаємо втрати напору в напірних водоводах при пропуску максимальної годинної витрати плюс пожежа:

$$h_{н.в.пож} = (1,1 \dots 1,2) \cdot 1000 i_{пож} \cdot L. \quad (9)$$

Висотна схема подачі води в режимі максимального годинного водопостачання плюс пожежогасіння приведена на рис. 3.

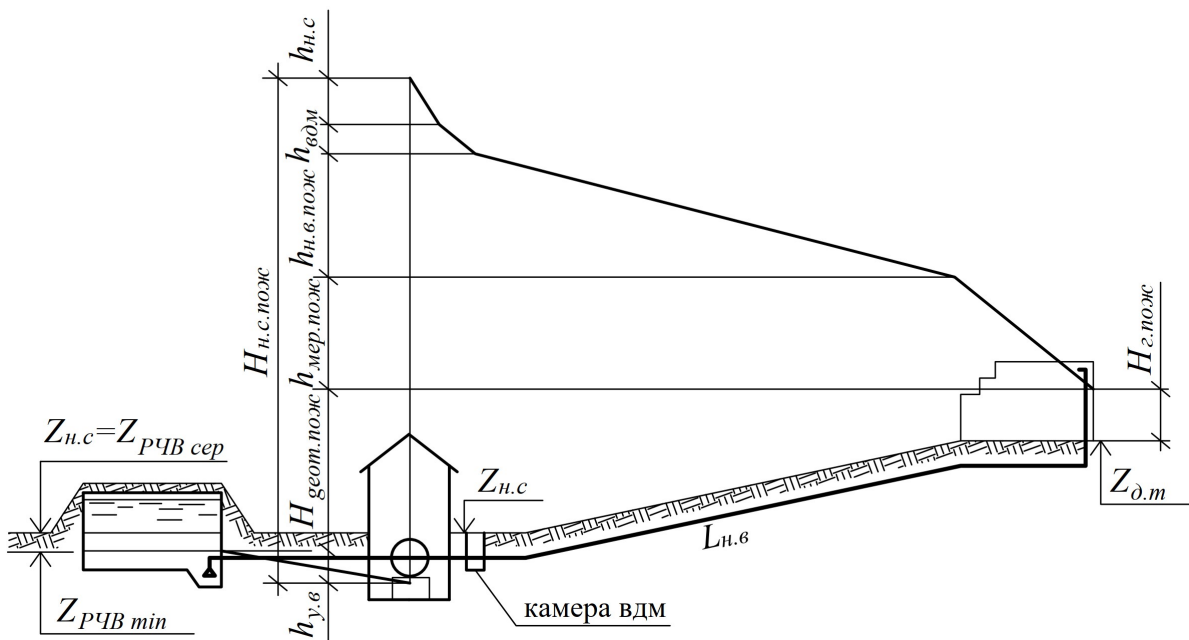


Рис. 3. Висотна схема подачі води в режимі максимального годинного водопостачання плюс пожежогасіння

6. Підбір основного насосного обладнання

Підбір насосів на режим максимального годинного водоспоживання здійснюється за двома основними параметрами:

$$Q_{н.с} = Q_{max.год}, \text{ м}^3/\text{ГОД}; \quad H_{н.с.}, \text{ м.}$$

У контрольній роботі слід підібрати три варіанти насосів для режиму господарсько-питного водопостачання (наприклад, при 2, 3 і 4 робочих насосах). В такому випадку насоси слід підбирати при розрахункових подачах:

- при 2 насосах $Q_n = Q_{н.с}/2, \text{ м}^3/\text{ГОД};$
- при 3 насосах $Q_n = Q_{н.с}/3, \text{ м}^3/\text{ГОД};$
- при 4 насосах $Q_n = Q_{н.с}/4, \text{ м}^3/\text{ГОД}.$

Дані підібраних насосів треба занести в таблицю 1.

Таблиця 1

Вар.	Марка насоса	К-ть робочих насосів n_n	Подача насоса $Q_n,$ $\text{м}^3/\text{ГОД}$	Граничний напір насоса $H_{зр}, \text{ м}$	ККД насоса $\eta_n, \%$	Приведений ККД насоса $\eta_{н.пр}, \%$
1						
2						
3						

В таблиці $\eta_{н.пр}$ – приведений ККД насоса, визначається за формулою:

$$\eta_{н.пр} = \eta_n \frac{H_n}{H_{зр}}, \%$$

При остаточному виборі марки насосів перевагу треба надавати насосам, у яких приведений ККД в робочій точці буде найвищим.

Підбір насосів на режим максимального годинного водоспоживання плюс пожежа здійснюється за параметрами:

$$Q_{н.с.пож}, \text{ м}^3/\text{ГОД}; \quad H_{н.с.пож}, \text{ м.}$$

В контрольній роботі приймаємо 2 робочі насоси для режиму максимального годинного водоспоживання плюс пожежа.

Марку насосів і їх кількість підбираємо за каталогами насосів вітчизняних та іноземних виробників. В курсовому проекті необхідно привести робочі гідравлічні характеристики вибраних насосів, а також їх конструкції та розміри.

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ З ДИСЦИПЛІНИ «НАСОСНІ І ПОВІТРОДУВНІ СТАНЦІЇ»

1. Загальні відомості

Даний курсовий проєкт базується на результатах розрахунків контрольної роботи, яка була виконана студентом в попередньому семестрі, при вивченні дисципліни «Гідравлічні і аеродинамічні машини».

Основна увага при цьому приділяється розділам, в яких наведено дані щодо особливостей будівельних конструкцій, режимів роботи, характеристик встановленого насосного і технологічного обладнання насосних станцій систем водопостачання і водовідведення населених міст. Виконання даного курсового проєкту допоможе студенту закріпити отримані теоретичні знання.

При розробці проєкту студент повинен самостійно прийняти рішення щодо визначення об'ємів водоспоживання, розрахунку водоводів, розміщення та діаметрів всмоктувальних і напірних трубопроводів, улаштування і підбору насосного обладнання для різних режимів роботи відповідних систем.

2. Завдання, склад і обсяг курсового проєкту

Курсовий проєкт складається з графічної частини (1 лист формату А1, або 2 листи формату А2) і пояснювальної записки (30 – 35 сторінок).

Графічна частина курсового проєкту включає:

- 1) план водопровідної насосної станції М 1:100;
- 2) повздовжній і поперечний перерізи насосної станції М 1:100;
- 3) ситуаційний план майданчика насосної станції М 1:500;
- 4) висотна схема розташування обладнання М 1:100.

Пояснювальна записка має включати:

- 1) титульний лист;
- 2) вихідні дані до проєкту (результати виконання контрольної роботи);
- 3) зміст;

- 4) вступ, де треба навести загальні відомості про об'єкт, що проектується і прийняті проектні рішення;
- 5) графік погодинного водоспоживання, величина подачі насосної станції;
- 6) підбір робочих насосів на випадок максимального годинного водоспоживання і на випадок максимального водоспоживання плюс пожежогасіння, прийняті марки насосів і їх характеристики;
- 7) розрахунок діаметрів трубопроводів в насосній станції, підбір водовимірювача, необхідних фасонних частини і арматури;
- 8) специфікація використаного обладнання і арматури;
- 9) розрахунок характеристик напірних водоводів;
- 10) розрахунок і побудова графіка сумісної роботи насосів і водоводів;
- 11) підбір електродвигунів;
- 10) підбір необхідного підйомно-транспортного обладнання;
- 12) визначення позначки підлоги насосної станції;
- 13) визначення розмірів фундаменту;
- 14) підбір додаткового насосного обладнання
- 15) електрична схема насосної станції;
- 16) підбір необхідного під'ємно-транспортного обладнання;
- 17) розрахунок необхідного об'єму РЧВ;
- 18) список використаної арматури.

Приклад оформлення графічної частини курсового проєкту і окремі табличні дані наведено в додатку.

3. Визначення діаметрів трубопроводів в насосній станції

(використати дані розрахунків з попередньої контрольної роботи)

Зовнішні всмоктувальні трубопроводи. Число ліній таких водоводів на станціях повинно бути не менше двох. При вимкненні однієї лінії останні повинні бути розраховані на пропуск повної витрати для насосних станцій I і II категорії і 70% розрахункової витрати для III категорії.

Для насосних станцій I і II категорії розрахункова витрата одного всмоктувального водоводу визначається за формулою:

$$Q_{y.в} = \frac{Q_{н.с}}{n_{в.в} - 1}, \quad (1)$$

а для насосних станцій III категорії:

$$Q_{y.в} = 0,7 \frac{Q_{н.с}}{n_{в.в} - 1}, \quad (2)$$

де $Q_{н.с}$ – максимальна подача насосної станції;

$n_{в.в}$ – число всмоктувальних водоводів.

Тобто для насосних станцій I і II категорії надійності при двох всмоктувальних трубопроводах кожний з них повинен бути розрахований на 100% пропуску витрати.

В якості всмоктувальних труб рекомендуються сталеві трубопроводи. Всмоктувальний трубопровід повинен мати безперервний підйом до насосу з похилом не менше 0,005.

Втрати напору у всмоктувальному водоводі визначаються за формулою:

$$h_{y.в} = 1000iL_{y.в} + \sum \zeta_m \frac{V^2}{2g}, \quad (3)$$

де $1000i$ – втрати напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа, які визначаються для розрахункового напору $Q_{н.с}$ в трубах прийнятого діаметру за таблицями Шевелевих [6];

$L_{y.в}$ – довжина всмоктувального трубопроводу, км;

$\sum \zeta_m$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

V – швидкість руху води у всмоктувальному трубопроводі, м/с.

Всмоктувальні і напірні трубопроводи всередині насосної станції II підйому проектується сталеві. З'єднуються труби сваркою. Фланцеві з'єднання застосовують тільки для підключенням до насосів і арматури. Діаметри труб визначають за допустимими швидкостями приведеними в табл. 1.

Таблиця 1

Діаметр труб, мм	Швидкості руху води в трубопроводах насосних станцій, м/с	
	у всмоктувальному	в напірному
≤ 250	0,6 – 1,0	0,8 – 2,0
300 – 800	0,8 – 1,5	1,0 – 3,0
> 800	1,2 – 2,0	1,5 – 4,0

Діаметри трубопроводів всередині станції повинні відповідати стандартним діаметрам арматури (засувки, зворотні клапани), які розміщуються на них. Діаметри труб, як правило більше діаметрів патрубків насосів і з'єднуються з ними переходами.

Трубопроводи можуть прокладатися над поверхнею підлоги з улаштуванням містків над трубопроводами; в мілких і глибоких каналах; на кронштейнах біля стін машинної зали; в підвалах.

Фасонні частини. Фасонні частини на трубах всередині насосних станцій, як правило, приймають сталеві. Стандартні розміри і вагу фасонних частин для специфікації належить брати з довідника [5]. При компоновці машинної зали розміри зварних частин орієнтовно можна приймати.

Довжина радіуса закруглення коліна приймається рівною d_y або $1,5d_y$. Довжина переходів приймається $L_n = (4...7) \cdot (D_y - d_y)$. У трійників $L_m = 2D_y + C$, $C \geq 150$ мм і $C \approx 100$ мм при $D_y > 150$ мм.

Відстань від фланця на бічному підключенні $L^1_m = 0,5D_y + b$, де $b = 150$ мм при $d_y \leq 300$ мм і $b = 200$ мм при $d_y > 300$ мм.

Фланцеві з'єднання застосовуються при з'єднанні трубопроводів з насосами і в місцях встановлення арматури.

Запірна арматура, зворотні клапани. Напірна лінія кожного насосу повинна бути обладнана запірною арматурою і зворотним клапаном, який встановлюється між насосом і запірною арматурою. На всмоктувальних лініях запірну арматуру належить встановлювати у насосів, які розташовані під залив, або місці приєднання насосів до загальної всмоктувальної лінії.

В останній час все більше застосування замість засувок отримали поворотні дискові затвори.

Зворотні клапани встановлюються на трубопроводах, щоб недопустити зворотну течію води.

Монтажні вставки застосовуються в насосних станціях для полегшення монтажу арматури. Вони дозволяють збільшувати (або зменшувати) зазор між фланцями арматури і трубопроводу. В якості монтажних вставок можливо використовувати сальникові компенсатори.

Виконавши трасування та підібравши діаметри всмоктувальних і напірних трубопроводів всередині насосної станції, визначаємо втрати

напору у них окремо для режиму максимального годинного водопостачання і режиму максимального годинного водопостачання плюс пожежа в такій послідовності:

- на схемі трубопроводів вказуємо їх діаметри, арматуру, фасонні частини і розрахункові витрати;
- визначаємо найбільш невідгідний для розрахунку втрат напорів шлях води, на ньому нумеруються місцеві втрати напорів;
- розрахунок місцевих втрат для режиму максимального годинного водопостачання представляється в табличній формі (табл. 2)

Таблиця 2

№ поз.	Найменування місцевих опорів	d , мм	Q , л/с	ζ_m	V , м/с	$\frac{V^2}{2g}$	$\zeta_m \frac{V^2}{2g}$
1	2	3	4	5	6	7	9

$$h_{н.с} = \zeta_m \frac{V^2}{2g}.$$

Таку ж форму таблиці заповнюємо для режиму максимального годинного водоспоживання плюс пожежа (табл. 2).

Водовимірювачі. В якості водовимірювача насосних станцій частіше всього застосовують звужувальні пристрої: діафрагми, сопла і труби Вентурі. Вони встановлюються на напірних водоводах. За величиною втрат напорів у водовимірювачі визначають витрату води, що проходить через нього.

Перепад напорів у звужувальному пристрої можна розраховувати за загальною залежністю:

$$h_{вдм} = \frac{V^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right), \quad (4)$$

де V – швидкість руху води в трубі на підході до водовимірювача, м/с;

m – відносне звуження потоку

$$m = \frac{d^2}{D^2}, \quad (5)$$

де d і D – відповідно, діаметр звужувального пристрою і підвідного трубопроводу.

У випадку, коли в якості вимірювального приладу застосовується діафрагма, втрати напору в ній визначаються за формулою:

$$h_{вдм} = \frac{V^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) (1 - m); \quad (6)$$

для сопел:

$$h_{вдм} = \frac{V^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) (1 - 1,4m); \quad (7)$$

для труб Вентурі

$$h_{вдм} = 0,14 \frac{V^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) (1 - m). \quad (8)$$

Значення m вибирають із стандартних: для діафрагм – 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; для труб і сопел Вентурі – 0,2 і 0,4. Труби і сопла Вентурі застосовуються на насосних станціях водовідведення, так як менше зношуються при експлуатації.

Значення m приймають так, щоб розраховані за приведеними формулами втрати напору були: для діафрагм – 1 – 2 м, а для сопел і труб Вентурі – 0,5 – 1,5 м. Чим більший діапазон зміни витрат, тим менше треба приймати m і більше $h_{вдм}$.

Витратоміри належить встановлювати за прямолінійною ділянкою трубопроводу. Мінімальна довжина ділянки залежить від виду звужувального пристрою, відносного звужування потоку m , виду місцевих опорів, які збурюють потік. В загальному випадку довжини прямолінійної підвідної ділянки – $(20 \dots 40)D$ і відвідної – $5D$.

На основі даних табл. 2 і виконаних розрахунків уточнюємо прийняте раніше (у контрольній роботі, формула 3) значення втрат напору $h_{у.в}$, $h_{н.с}$ і $h_{вдм}$. Після цього здійснюємо перерахунок необхідного напору насосів насосної станції для двох розрахункових режимів ($H_{н.с}$ і $H_{н.с.пож}$).

Специфікація обладнання, трубопроводів, арматури і фасонних частин. Специфікації складаються для попереднього замовлення обладнання, зручності читання креслень при будівництві насосної станції, монтажу і експлуатації обладнання. В специфікацію включається основне і допоміжне насосне обладнання і електродвигуни до нього, під'ємно-транспортне обладнання, трубопроводи і арматура. Специфікація

приводиться на кресленні або в пояснювальній записці. Форма представлення специфікації приведена в табл. 3.

Таблиця 3

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Маса од., кг	Примітка
1	ДСТУ	Насос відцентровий	2	500	2 роб.

В специфікації у графі “Позначення” вказується посилання на ДСТУ, довідковий матеріал або літературу, звідки взяті відомості про обладнання, трубопроводи і арматуру. При виконанні курсового проєкту розміри, вагу і коефіцієнти опору розглянутої арматури (ζ_m) можна знайти в довідковій літературі, наприклад [5].

4. Розрахунок характеристик напірних водоводів

Для аналізу гідравлічних умов роботи напірних водоводів необхідно побудувати їх графічні характеристики. А саме графіки зміни втрат напору у водоводах при пропуску різних витрат води і умовах роботи.

Розглянемо наступні режими роботи напірних водоводів при пропуску максимальної годинної витрати:

1. Робота двох водоводів;
2. Робота одного водоводу;
3. Робота двох водоводів з одною перемичкою при наявності однієї аварії.

При побудові відповідних графіків для кожного режиму необхідно використати залежність (2). Для кожного режиму прийнемо декілька значень витрати (мінімум п'ять). 1. $Q_1 = 0$; 2. $Q_2 = 0,33 \cdot Q_{max.год}$; 3. $Q_3 = 0,5 \cdot Q_{max.год}$; 4. $Q_4 = Q_{max.год}$; 5. $Q_5 = 1,1 \cdot Q_{max.год}$.

Результати розрахунків зводимо в табл. 4.

Таблиця 4

№ п/п	Напори	Витрата, м ³ /год				
		0	0,33 $Q_{н.с}$	0,5 $Q_{н.с}$	$Q_{н.с}$	1,1 $Q_{н.с}$
		Відношення $Q/Q_{н.с}$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи (2d)						
1	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}
2	$h_{у.в}$	0	0,1 $h_{у.в}$	0,25 $h_{у.в}$	$h_{у.в}$	1,21 $h_{у.в}$
3	$h_{н.с}$	0	0,1 $h_{н.с}$	0,25 $h_{н.с}$	$h_{н.с}$	1,21 $h_{н.с}$
4	$h_{вдм}$	0	0,1 $h_{вдм}$	0,25 $h_{вдм}$	$h_{вдм}$	1,21 $h_{вдм}$
5	$h_{н.в}$	0	0,1 $h_{н.в}$	0,25 $h_{н.в}$	$h_{н.в}$	1,21 $h_{н.в}$
6	$h_{мер}$	0	0,1 $h_{мер}$	0,25 $h_{мер}$	$h_{мер}$	1,21 $h_{мер}$
7	H_{2d}	H_{geom}	$\Sigma=0,1H_{2d}$	$\Sigma=0,25H_{2d}$	$\Sigma=H_{2d}$	$\Sigma=1,21H_{2d}$
Один водовід (d)						
1	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}
2	$h_{у.в}$	0	0,1 $h_{у.в}$	0,25 $h_{у.в}$	$h_{у.в}$	1,21 $h_{у.в}$
3	$h_{н.с}$	0	0,1 $h_{н.с}$	0,25 $h_{н.с}$	$h_{н.с}$	1,21 $h_{н.с}$
4	$h_{вдм}$	0	0,1 $h_{вдм}$	0,25 $h_{вдм}$	$h_{вдм}$	1,21 $h_{вдм}$
5	$h_{н.в}$	0	0,1 $h_{н.в}$	0,25 $h_{н.в}$	$h_{н.в}$	1,21 $h_{н.в}$
6	$h_{мер}$	0	0,1 $h_{мер}$	0,25 $h_{мер}$	$h_{мер}$	1,21 $h_{мер}$
7	H_{2d}	H_{geom}	$\Sigma=0,1H_d$	$\Sigma=0,25H_d$	$\Sigma=H_d$	$\Sigma=1,21H_d$
Два водоводи. Одна перемичка. Аварія (2da)						
1	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}	H_{geom}
2	$h_{у.в}$	0	0,1 $h_{у.в}$	0,25 $h_{у.в}$	$h_{у.в}$	1,21 $h_{у.в}$
3	$h_{н.с}$	0	0,1 $h_{н.с}$	0,25 $h_{н.с}$	$h_{н.с}$	1,21 $h_{н.с}$
4	$h_{вдм}$	0	0,1 $h_{вдм}$	0,25 $h_{вдм}$	$h_{вдм}$	1,21 $h_{вдм}$
5	$h_{н.в}$	0	0,1 $h_{н.в}$	0,25 $h_{н.в}$	$h_{н.в}$	1,21 $h_{н.в}$
6	$h_{мер}$	0	0,1 $h_{мер}$	0,25 $h_{мер}$	$h_{мер}$	1,21 $h_{мер}$
7	H_{2da}	H_{geom}	$\Sigma=0,1H_{2da}$	$\Sigma=0,25H_{2da}$	$\Sigma=H_{2da}$	$\Sigma=1,21H_{2da}$

Розрахункові схеми напірних водоводів приведені на рис. 1.

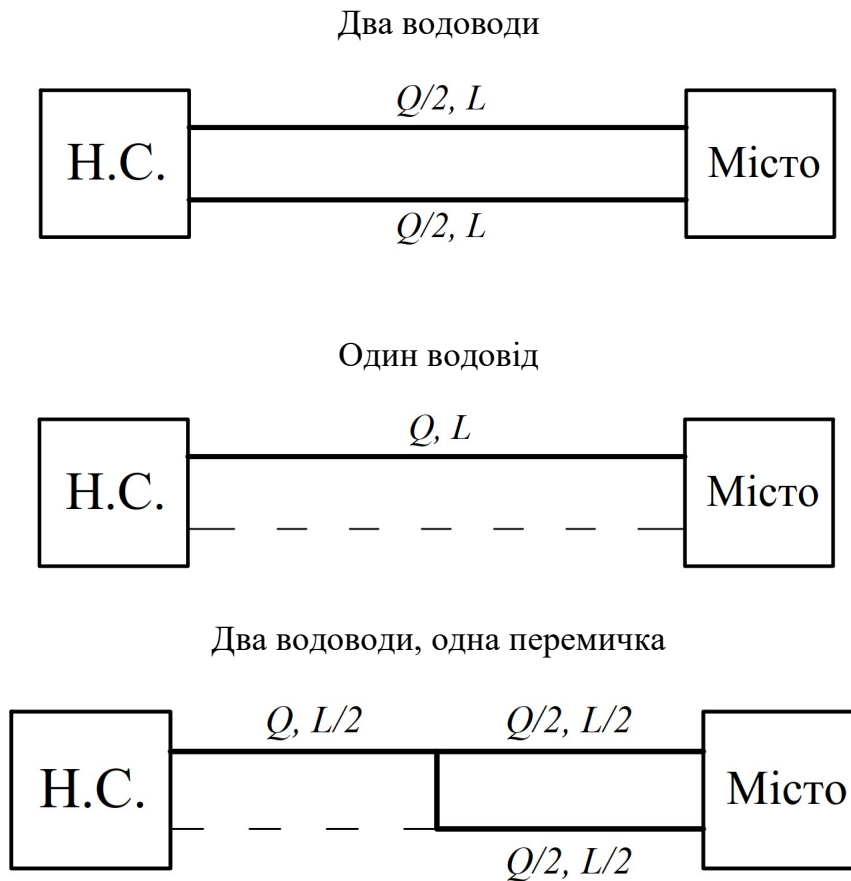


Рис. 1. Схеми напірних водоводів

За аналогією з режимом максимального годинного водоспоживання побудуємо графічну залежність зміни втрат напору у водоводах при пропуску додатково протипожежної витрати води. Результати розрахунків зводимо в табл. 5.

Таблиця 5

№ п/п	Напори	Витрата, м ³ /год				
		0	$0,33Q_{н.с.пож}$	$0,5Q_{н.с.пож}$	$Q_{н.с.пож}$	$1,1Q_{н.с.пож}$
		Відношення $Q_{пож}/Q_{н.с.пож}$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи (2d)						
1	$H_{геот.пож}$	$H_{геот.пож}$	$H_{геот.пож}$	$H_{геот.пож}$	$H_{геот.пож}$	$H_{геот.пож}$
2	$h_{у.в}$	0	$0,1h_{у.в}$	$0,25h_{у.в}$	$h_{у.в}$	$1,21h_{у.в}$
3	$h_{н.с}$	0	$0,1h_{н.с}$	$0,25h_{н.с}$	$h_{н.с}$	$1,21h_{н.с}$
4	$h_{вдм}$	0	$0,1h_{вдм}$	$0,25h_{вдм}$	$h_{вдм}$	$1,21h_{вдм}$
5	$h_{н.в.пож}$	0	$0,1h_{н.в.пож}$	$0,25h_{н.в.пож}$	$h_{н.в.пож}$	$1,21h_{н.в.пож}$
6	$h_{мер.пож}$	0	$0,1h_{мер.пож}$	$0,25h_{мер.пож}$	$h_{мер.пож}$	$1,21h_{мер.пож}$
7	H_{2d}	$H_{геот.пож}$	$\Sigma=0,1H_{2d}$	$\Sigma=0,25H_{2d}$	$\Sigma=H_{2d}$	$\Sigma=1,21H_{2d}$

5. Графік сумісної роботи насосів і водоводів

На базі проведених розрахунків і підбору марок насосів, які забезпечують подачу води в режимах максимального годинного водопостачання і максимального годинного водопостачання плюс пожежогасіння, визначаємо також їх кількість. При цьому визначаємо кількість робочих і резервних насосів. Окремо це робимо для кожного з двох режимів. Кількість прийнятих насосів приймаємо за умови забезпечення максимальної економічності їх роботи. Кількість резервних насосів залежить від категорії водопостачання. В курсовому проєкті, у відповідності діючими ДБН [1, п.8.4], для першої категорії надійності приймаємо 2 резервні насоси.

За даними табл. 4 і табл. 5 будуємо графіки и залежності втрат напору у водоводах для двох режимів роботи системи. На цей же графік наносимо графічні характеристики насосів, що працюють при максимальному годинному водоспоживанні і максимальному годинному водоспоживанні плюс пожежа. Точки перетину цих графіків між собою представляють робочі точки процесу, тобто визначають робочі параметри насосів (Q, H).

Приклад графіка сумісної роботи насосів і водоводів приведено на рис. 2.

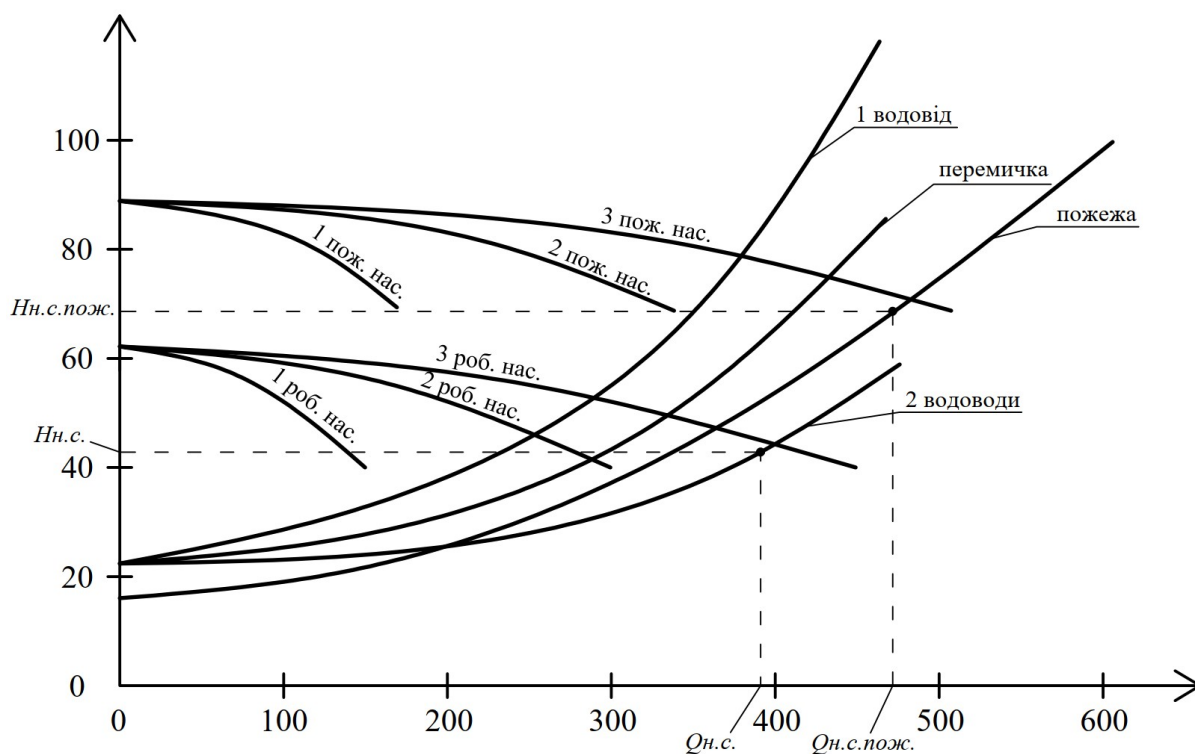


Рис. 2. Приклад графіка сумісної роботи насосів і водоводів

В прикладі для кожного з режимів роботи прийнято три робочих насоси, які з'єднані між собою паралельно.

6. Підбір електродвигунів

Як правило, електроагрегати (насоси і електродвигуни до них) поставляються замовнику заводом-виробником в комплекті.

При роздільній поставці електродвигун до насосу необхідно підбирати. Електродвигун підбирається за частотою обертання, робочому положенню (горизонтальний, вертикальний), потужності, напрузі і виду виконання.

При виборі типу електродвигунів основних насосів до потужності 250 кВт встановлюють асинхронні електродвигуни з короткозамкнутим ротором. При потужності до 100 кВт приймають напругу до 380 В. При потужності більше 250 кВт встановлюють синхронні двигуни.

Потужність, яка необхідна для приводу насосу, визначається за формулою:

$$P = k \frac{\rho g Q_n H_n}{1000 \eta_m \eta_n}, \quad (9)$$

де k – коефіцієнт запасу, який залежить від можливого перевантаження і потужності електродвигуна:

при P , кВт	< 20	20 – 60	60 – 300	> 300
коефіцієнт запасу k	1,25	1,2	1,15	1,1

ρ – густина рідини, що перекачується, кг/м³;

g – прискорення сили тяжіння, м/с²;

Q_n – максимально можлива подача насосу в схемі насосної станції, м³/с;

H_n – напір, що відповідає Q_n , м;

η_n – ККД насосу, що відповідає Q_n ;

η_m – ККД передачі (при з'єднанні насоса з двигуном через пружну муфту, $\eta_m = 1$).

Привести характеристики прийнятого електродвигуна.

7. Визначення позначки підлоги насосної станції

В насосних станціях II підйому основні насоси, як правило, встановлюються під залив. При цьому корпус насосу повинен бути

розташований не менше ніж на 0,3 – 0,5 м нижче розрахункового рівня в резервуарах чистої води (РЧВ): для об'єднаної господарсько-пожежної або пожежної групи насосів – нижче рівня пожежного запасу, для господарсько-питної групи – нижче середнього рівня води в резервуарах. Якщо дані про розрахункових рівнях відсутні, то рівень зберігання пожежного запасу приймають на 1 м вище мінімального рівня води в резервуарі, а середній рівень – на 2,4 м вище мінімального. Відмітку підлоги машинної зали і заглиблення насосної станції, як правило, визначаються посадкою пожежних насосів. Схема висотного розташування насосів на станції II підйому приведена на рис. 3.

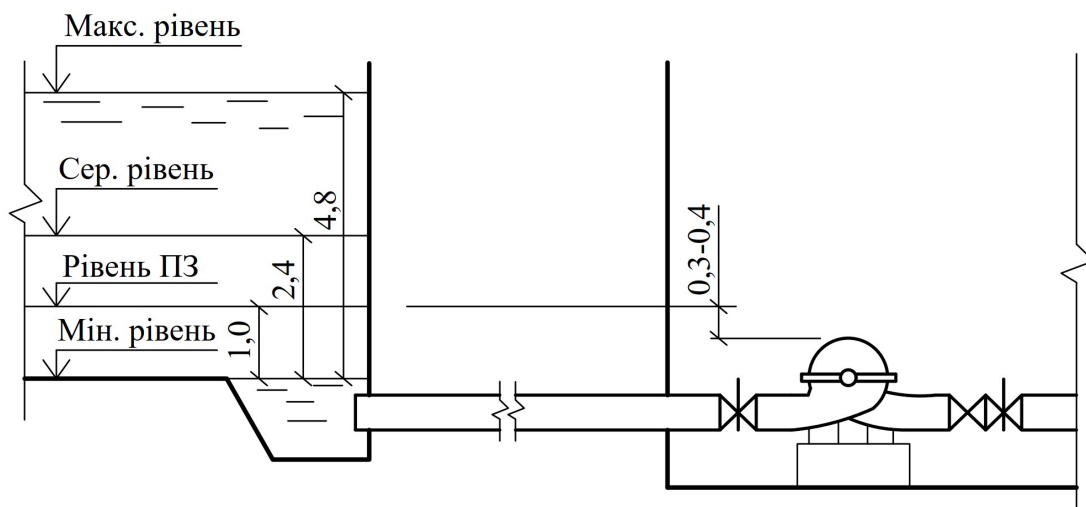


Рис. 3. Схема висотного розташування насосів на станції II підйому

8. Визначення розмірів фундаменту

Підібравши для насоса електродвигун, необхідно скомпонувати їх в один агрегат, визначити розміри цього агрегату, розміри і конструкцію фундаменту, на якому він встановлюється, положення відносно фундаменту всмоктувального і напірного патрубків насосу.

Горизонтальні насоси типу К монтують з електродвигунами на загальній плиті заводського виготовлення. Насос і електродвигун можуть монтуватися як на загальній, так і на роздільних рамах. Висота рами приймається не менше 100 мм. Відстань від краю рами до осі отворів під болти кріплення повинна складати 50 – 100 мм, а відстань від краю рами до краю фундаменту – не менше 50 мм.

При компоюванні креслять контури насосу і по ним план розташування отворів для кріплення насосу і електродвигуна. Додавши по

100 – 150 мм до крайніх отворів, можна отримати мінімальні розміри фундаменту в плані (довжину L і ширину B) (рис. 4).

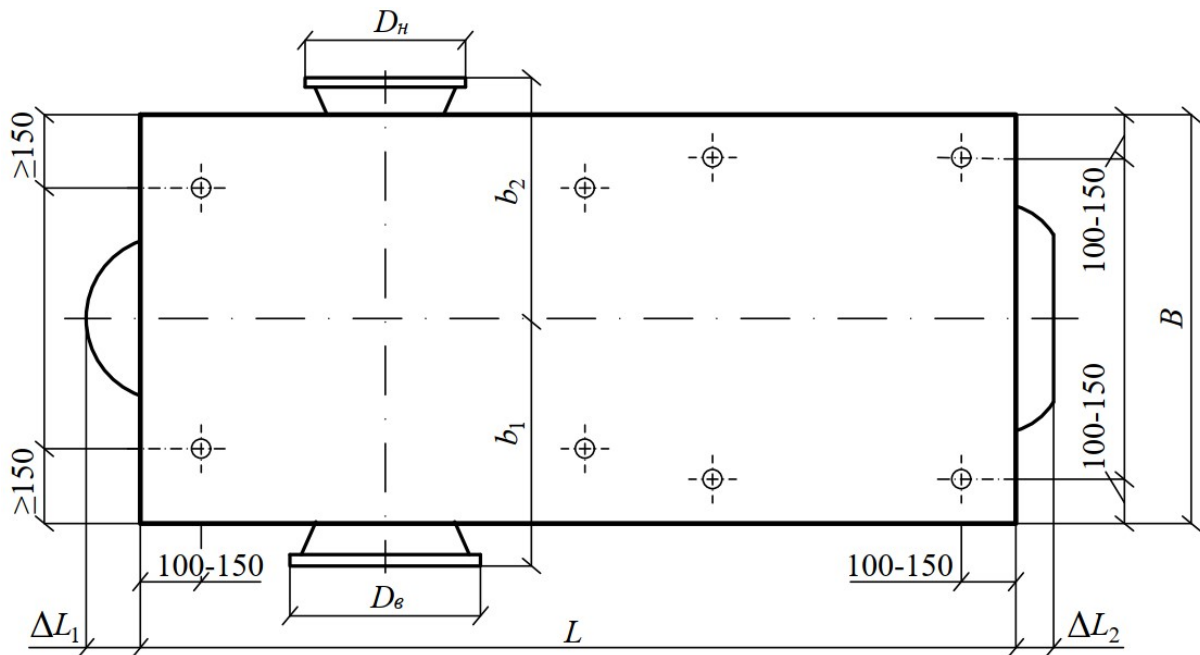


Рис. 4. План фундаменту під насос

На план фундаменту наноситься вісь, яка відповідає положенню робочого колеса. Визначається довжина виступаючих частин агрегату за фундамент, в тому числі всмоктувальний і напірний патрубки. Такий план називається “монтажною прямою”.

Висоту фундаменту над підлогою приймають не менше 100 мм. В заглиблених і напівзаглиблених станціях для захисту від можливого затоплення електродвигуни насосів розташовуються на висоті не менше 0,5 м від підлоги машинної зали. Глибина закладення фундаменту під агрегат повинна бути не менше 500 – 600 мм. Для зменшення впливу вібрації від дії насосу фундамент необхідно встановлювати прокладку з кількох шарів гнучкого рулонного матеріалу.

Ширину проходів між виступаючими частинами насосів, трубопроводів і двигунів належить приймати: а) між агрегатами – 1 м; б) між агрегатами і стінкою 1 м, в заглиблених станціях – 0,7 м; с) – між нерухомими і виступаючими частинами обладнання і трубопроводів – 0,7 м.

Дозволяється встановлювати два насоси на один монолітний фундамент. При цьому необхідно забезпечити обхід навкруги насосу шириною не менше 1 м.

9. Підбір додаткового насосного обладнання

Для забезпечення нормальних умов експлуатації основного обладнання насосної станції необхідно улаштування різних допоміжних систем, зокрема дренажу осушення, вентиляції та ін.

Дренажні насосні установки

Дані установки призначені для відкачування з підземної частини насосної станції ґрунтових вод, які фільтруються через стінки будівлі, витіку води через сальники насосів і води, яка виливається при ремонті обладнання. Для збору дренажних вод у кутку машинної зали улаштовується дренажний колодезь розміром 0,5×0,5×0,7 м. Об'єм колодезя приймають рівним подачі дренажного насосу протягом 10 – 15 хвилин. Вода до колодезя підводиться дренажними лотками, які розташовані біля стін. Підлога влаштовується з похилом у бік лотків (0,002 – 0,005).

Гідравлічні втрати напору у дренажних насосів приймаються рівними 2 – 4 м. Подача дренажних насосів визначається за формулою:

$$Q_0 = (1,5 \dots 2,0) \cdot (\sum q_1 + q_2), \quad (10)$$

де $\sum q_1$ – сумарний витік через сальники, по 0,05...0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення;

q_2 – фільтраційна витрата через стінки і підлогу будівлі, л/с.

Орієнтовно q_2 , л/с, розраховують за формулою:

$$q_2 = 1,5 + 0,001W, \quad (11)$$

де W – об'єм машинної зали, який розташований нижче максимального рівня ґрунтових вод, м³.

В якості дренажних зручно використовувати вихорові консольні самовсмоктувальні насоси ВКС або занурений відцентровий моноблочний каналізаційний насос. Витрата насосів 0,75 – 11,0 л/с з напором 20 – 80 м. Розмір насосів 1000×300 мм. Дренажних насосів встановлюють не менше двох (один – резервний). Запуск і вимкнення насосів здійснюється автоматично від поплавкових реле рівнів в дренажному колодці.

Система осушення

Система осушення призначена для відкачування води з всмоктувальних трубопроводів приймальних камер основних насосів і з машинної зали у випадку її затоплення при аварії. Продуктивність аварійних осушувальних насосів слід визначати за умови відкачки води з машинної зали шаром 0,5 м протягом 4 – 8 годин і при цьому передбачити наявність одного резервного агрегату на складі.

Продуктивність аварійних насосів розраховується за формулою, м³/с:

$$Q_{ан} = \frac{0,5 \cdot F}{t}, \quad (12)$$

де F – площа машинної зали, м²;

t – час відкачування в годинах (4 – 8 год.).

Напір осушувальних насосів приймається на 1 м більше заглиблення насосної станції. В якості аварійних насосів приймаємо:

Марка	Подача, л/с	Напір, м	Потужність, кВт	Вага, кг	Розміри в плані, мм
GXV 40B	12	4,0	0,55	10,1	210×210

10. Електрична частина насосної станції

В курсовому проекті необхідно розробити принципову схему електричних з'єднань і запроектувати приміщення електрогосподарства.

Насосні станції, як правило, підключаються до ліній електропередач (ЛЕП) з напругою 6,3 – 35 кВт.

Для вмикання і вимикання привідних електродвигунів основних насосів потужністю більше 75 кВт або при напрузі більше 3 кВ встановлюються масляні вимикачі.

Трансформатори і масляні вимикачі, як пожежонебезпечне і таке, що знаходиться під високою напругою обладнання, розміщують в окремих приміщеннях з капітальними стінами і обмеженим доступом обслуговуючого персоналу. Привід рухомих контактів масляних вимикачів електромагнітний, що дозволяє здійснювати вмикання і вимикання високовольтного обладнання з щитової – приміщення, де розташовується обладнання низької напруги: щит управління, щит вимірювання і

сигналізації, щити низької напруги. Через щити низької напруги підключається допоміжне обладнання.

Приклад можливої схеми електричних з'єднань насосних станцій приведено на рис. 5.

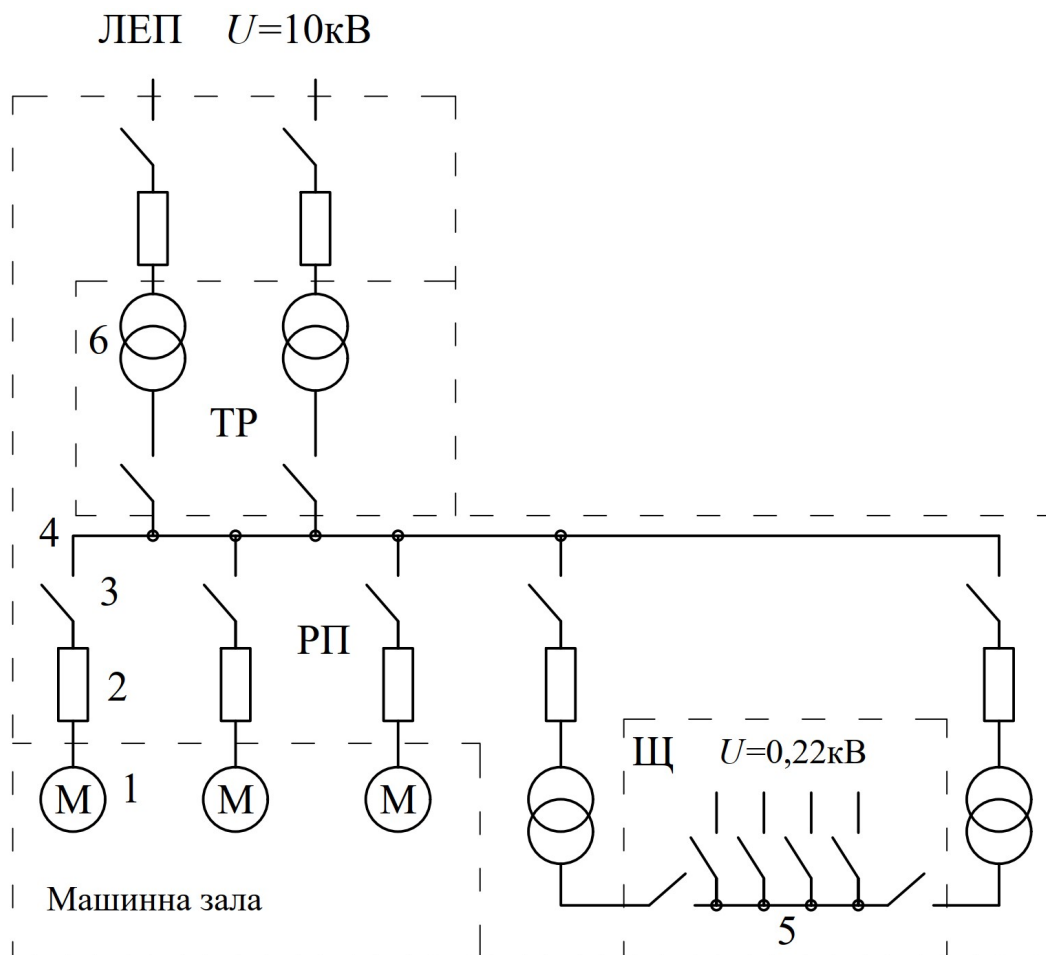


Рис. 5. Схема можливого електричного з'єднання насосних станцій:

1 – електродвигун насосу; 2 – масляний вимикач; 3 – роз'єднувач; 4 – шини низької напруги; 5 – щит низької напруги; 6 – силовий трансформатор; РП – приміщення розподільчих пристроїв; Тр – камери трансформаторів; Щ – щитове приміщення

Схема з підключенням насосів в насосних станціях I категорії до двох електричних джерел.

Розподільчі пристрої (РП), камери трансформаторів (Тр) і щити управління (Щ) належить розміщувати у вбудованих або прибудованих до машинної зали приміщеннях. Допускається встановлення щитів у машинній залі. Трансформаторні камери і розподільчі пристрої проектується з виходом на зовні. Допускається трансформатори

особистих потреб і розподільчі пристрої розміщувати в одному приміщенні.

Необхідна для насосних станцій потужність трансформаторів S , кВ·А, визначається потужністю привідних електродвигунів основної групи насосів, потужністю електроприводів інших механізмів (засувок, підйомного обладнання, допоміжних насосів та ін.) і потужністю електроосвітлювальних і електроопалювальних пристроїв:

$$S = k_0 \sum \frac{P_n}{\eta_{\text{дв}} \cos \varphi} + (10 \dots 50), \quad (13)$$

де k_0 – коефіцієнт попиту по потужності, який залежить від числа працюючих електродвигунів: при двох двигунах – 1; при трьох – 0,9; при чотирьох – 0,8, при п'яти і більше – 0,7;

P_n – номінальна (паспортна) потужність електродвигунів основних насосів (без резервних);

$\eta_{\text{дв}}$ – коефіцієнт корисної дії електродвигуна;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності електродвигуна;

10...50 – прийняте в курсовому проекті навантаження від допоміжного обладнання, опалювальних і освітлювальних приладів, кВт.

Значення η і $\cos \varphi$ приймаються за технічними характеристиками електрообладнання. В залежності від типорозміру електродвигуна $\cos \varphi = 0,80 \dots 0,92$, а $\eta_{\text{дв}} = 0,9 \dots 0,93$.

Трансформатори особистих потреб розраховуються на потужність допоміжного обладнання, опалювальних і освітлювальних приладів.

Кількість трансформаторів приймається за схемою електричних з'єднань (зазвичай не менше двох). При виході з ладу одного із встановлених трансформаторів допускається перевантаження тих, що залишились. Тимчасове перевантаження не повинно перевищувати 20 – 40% номінальної потужності трансформатора.

Характеристика камер найбільш часто застосовуваних трансформаторів приведена в табл. 6.

Таблиця 6

Потужність Трансформатора, кВ·А	Висота, м	Катання вузької сторони	
		Глибина камери A , м	Ширина камери B , м
160 – 250	3,6	3	2,
400 – 630	3,6	3,5	2,9
750 - 1000	4,2	3,7	2,9

В приміщенні головного щита управління (щитової) розташовуються низьковольтні розподільчі щити управління. Це приміщення, де постійно заходиться обслуговуючий персонал. Воно повинно мати природне освітлення і внутрішній вихід в машинну залу. Площа щитової приблизно приймати 4 – 6 м² на один встановлений насос – для насосних II підйому, 4 – 5 м² – для насосних I підйому.

11. Підбір підйомно-транспортного обладнання

Тип підйомно-транспортного обладнання приймається в залежності від розташування машинної зали відносно поверхні землі, ваги і розмірів насосного обладнання та арматури, виду транспорту і розмірів монтажних майданчиків. Вантажопідйомність і габарити автомобілів та монтажних майданчиків, які рекомендуються для перевезення обладнання, в залежності від його ваги приведені в табл. 7.

Таблиця 7

Вантажопідйомність, т	1	2,5
Розміри автомобіля, мм:		
- довжина	4360	5725
- ширина	1940	2250
- висота	2070	2130
Розміри платформи, мм:		
- довжина	2730	3070
- ширина	1820	2070
- висота (навантажувальна)	700	1200
Мінімальні розміри монтажного майданчика, мм:		
- довжина	3430	3770
- ширина	3220	3470

Навколо транспорту, на якому подається обладнання на монтажний майданчик, повинен бути забезпечений прохід шириною не менше 0,7 м. Вантаж з автомобіля на монтажний візок може переноситись за межами будівлі за допомогою зовнішнього монорельса.

При монтажі (демонтажі) основного технологічного обладнання насосної станції може приймати участь від одного до трьох підйомно-транспортних механізмів.

Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання належить призначати по масі найбільшої монтажної одиниці з урахуванням 10% надбавки. За монтажну одиницю можливо приймати: ротор вертикального електродвигуна (якщо електродвигун поставляється в розібраному вигляді), зібраний горизонтальний агрегат при наявності фундаментної плити або рами заводського виготовлення, насос, електродвигун або засувку.

Вид підйомно-транспортного обладнання приймається в залежності від маси агрегатів, що монтуються, і габаритів будівлі з урахуванням зручності експлуатації: балки нерухомі (монорельси) з кошками і талями – при масі до 1000 кг; крани підвісні (кран-балки) – при масі до 5000 кг; крани мостові – при масі вантажу більше 5000 кг.

Підйомно-транспортне обладнання може бути як ручним, так і з електричним приводом. Підйомники з електроприводом рекомендується застосовувати при висоті підйому більше 6 м, довжині машинної зали більше 18 м, масі вантажу більше 5000 кг, а також у габаритних станціях з великою кількістю насосних агрегатів.

Монорельси належить застосовувати при однорядному розташуванні агрегатів паралельно повздовжньої осі будівлі, коли всі насоси і двигуни будуть знаходитися під монорельсом. При інших схемах розташування агрегатів монорельси будуть застосовуватись при малій масі монтажної одиниці (до 100 кг). Для розвантаження обладнання монорельси можуть застосовуватись при масі вантажу до 5000 кг.

Та частина підйомного пристрою, з допомогою якої воно утримується на балці і переміщується по ній, називається *кошкою*, а та, з допомогою якої здійснюється підйом вантажу, – *таллю*. Талі вантажопідйомністю 1, 2, 3 і 5 т прикріплюються на двутаврових балках 24М, 30М, 36М і 45М, відповідно. Мінімальна відстань від монорельса до крюка для талей вантажопідйомністю 1, 2 і 3 т складає 1310 мм, а вантажопідйомністю 5 т – 1520 мм.

Підвісні кран-балки застосовують для обслуговування прямокутного в плані приміщення або його частини. Рухома балка з розташованими на ній кошкою і таллю пересувається по двох нерухомих балках-двутаврах, які підвішені до конструкцій перекриття. Довжина рухомих балок змінюється в широких межах і приймається в залежності від ширини приміщення. Кран-балки з електроприводом випускаються з прольотами

до 17 м. Схеми влаштування ручних і електричних кран-балок приведені на рис. 6.

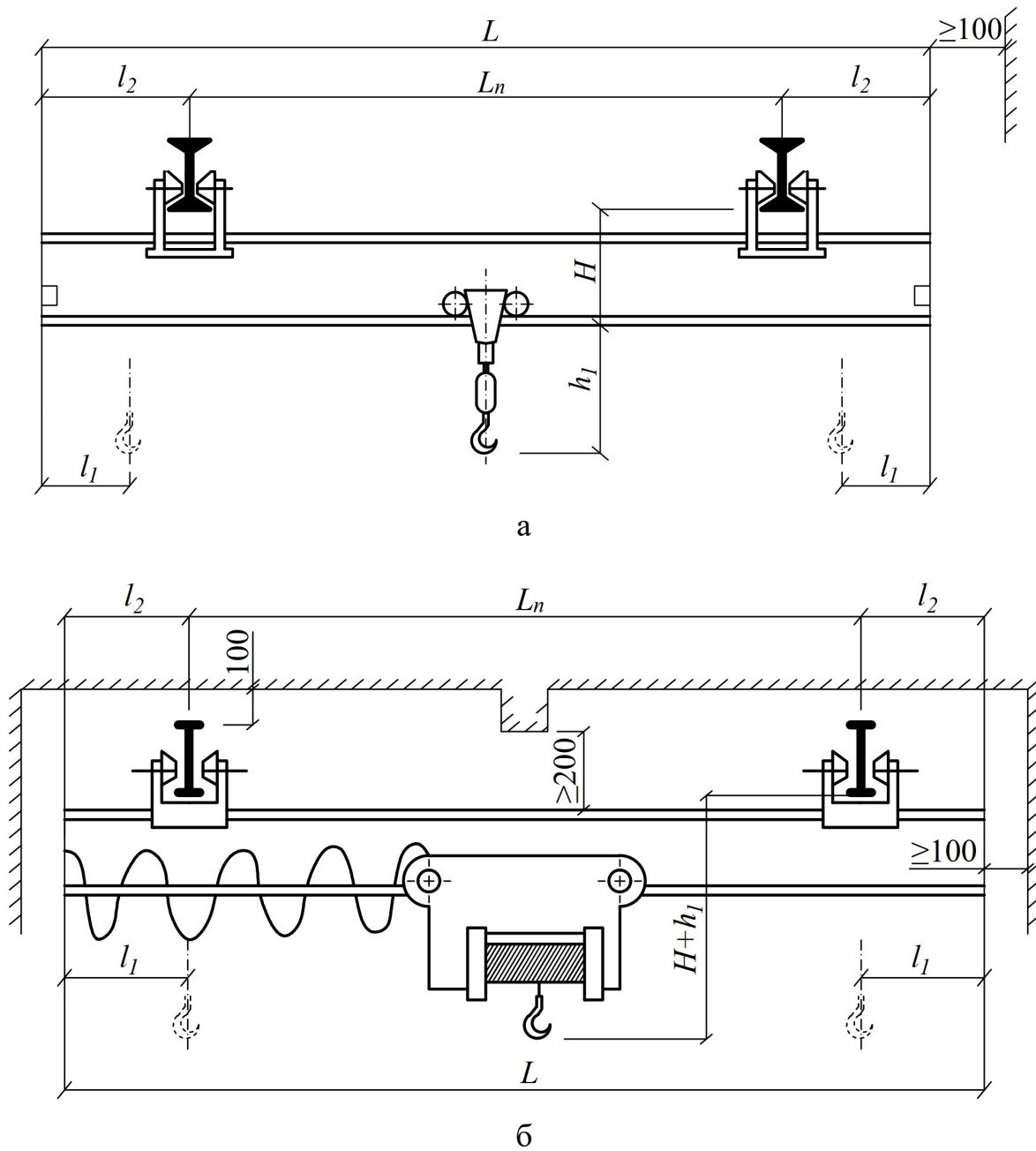


Рис. 6. Схеми влаштування кранів підвісних однобалкових:
 а – ручні вантажопідйомністю 0,5 – 5 т з висотою підйому 3 – 12 м;
 б – електричні вантажопідйомністю 1 – 5 т з висотою підйому 6 – 18 м

Технічні характеристики підвісних ручних кранів приведені в табл. 8.

Таблиця 8

Довжина крану, L , м	Вантажо-підйомність, т	Прольот, L_n , м	Розміри, мм				Маса крану, кг
			h_1	H	C	B	
3,6	0,5	3	370	220	1000	1300	274
	1		370	220	1000	1300	274
	2		610	280	1000	1300	460
	3,2		610	280	1000	1300	469
	5		755	340	1500	2000	633
6,6	0,5	6	370	220	1500	1800	372
	1		370	220	1500	1800	372
	2		610	340	1500	1800	663
	3,2		610	340	1500	1800	679
	5		755	400	1800	2300	889

Технічні характеристики підвісних кранів з електроприводом приведені в табл. 9.

Таблиця 9

Довжина Крану, L , м	Вантажо-підйомність, т	Прольот, L_n , м	Розміри, мм			Потужність двигуна, кВт	Маса крану, кг
			$H + h_1$	C	B		
3,6	1	3	1120	1000	1350	1,7	590
	2		1350	1000	1350	2,8	785
	3,2		1635	1000	1365	4,5	1060
	5		1910	1500	2095	7	1470
5,1	1	4,5	1125	1000	1350	1,7	695
	2		1360	1000	1350	2,8	895
	3,2		1645	1000	1365	4,5	1180
	5		2010	1500	2095	7	1745

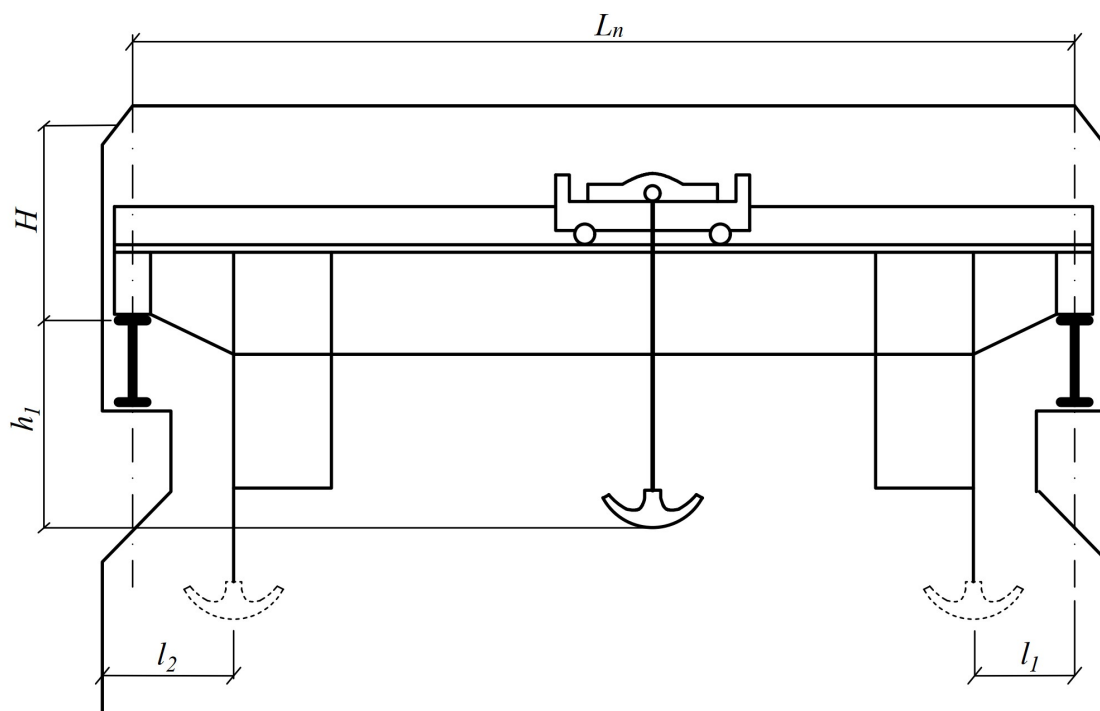


Рис. 7. Схема улаштування крана мостового електричного вантажопідйомністю 5 – 30 т

Мостові крани (рис. 7, табл. 10) пересуваються вздовж машинної зали по рельсах, які вклядені на підкранові балки, що опираються на консолі несучих колон або виступи стін (пилястри). Мостові крани потребують більшої висоти приміщень ніж кран-балки. Їх застосовують при великих масах обладнання, що монтується.

Таблиця 10

Технічні характеристики кранів-мостових електричних

Вантажо- підйомність, т	Прольот, L_n , м	Розміри, мм				Потуж- ність двигуна, кВт	Маса крану, кг
		H	h_1	B	C		
5	11 – 32	1650	50	5000- 6000	3500- 5000	2,7	13,6 -33,3
10	10,5 - 34,5	1900	500	5508- 5802	4400- 5000	7,5	17 -34,9
15	11 - 26	2300	600	5600	4400	5	20,5 -34,4

Конструкції і стандартні розміри частин будівлі насосної станції

Підземна частина. В підземній частині можуть розміщуватися: машинна зала, водоприймальні сіточні камери, приймальні резервуари

насосних станцій водовідведення. Якщо максимальний рівень ґрунтових вод розташований нижче рівня підлоги машинної зали, то підземна частина насосних станцій (окрім станцій водовідведення) виконується як у звичайних промислових будівель: з роздільними фундаментами під насосне обладнання і під будівельні конструкції. При ґрунтових водах вище рівня підлоги підземна частина може бути блочною або камерною.

Блочна конструкція представляє собою масивний бетонний блок в фундаменті насосної станції, в якому влаштовані труби насосів. Така конструкція при встановленні потужних вертикальних відцентрових і осьових насосів.

При камерному типі будівлі її підземна частина виконується у вигляді відносно тонкої камери. При цьому фундаменти насосів спираються на несуче днище камери.

Товщину стін і днища камери в першому наближенні належить приймати рівною 0,1 максимального напору води або ґрунту, який діє на конструкцію в розглядуваному перерізі.

Підземну частину будівлі виконують з гідротехнічного бетону. Зовнішню поверхню стін підземної частини насосної станції покривають гідроізоляцією до відмітки на 0,5 м вище рівня ґрунтових вод. Розміри підземної частини великих насосних станцій слід приймати кратними 3 м.

Якщо насосна станція проектується заглибленою, то мінімально допустиме заглиблення складе:

$$H_{загл} \geq h_{об} + 0,5 + h_z + h_c + h_1 + H + H_N + H_n, \quad (14)$$

де $h_{об}$ – висота встановленого обладнання, через яке треба переносити вантаж;

0,5 м – відстань між вантажем і обладнанням;

h_z – висота вантажу, який переноситься;

h_c – висота строповки, приймається 0,5 – 1 м;

$h_1 + H$ – розміри підйомно-транспортного обладнання при максимальному піднятті крюку;

H_N – висота підкранового шляху (0,3 м);

H_n – висота перекриття (0,1 – 0,2 м).

Якщо заглиблення машинної зали не дозволяють розмістити в ньому підйомне обладнання, то приймають напівзаглиблений тип будівлі.

Висоту верхньої будівлі зазвичай визначають окремо для машинної зали і для допоміжних приміщень. Висоту верхньої будівлі над машинною залю розраховують за формулами:

$$H_{\text{верх}} \geq h_{\text{мп}} + 0,5 + h_z + h_c + H + 0,1, \quad (15)$$

або
$$H_{\text{верх}} \geq h^1_{\text{мп}} + 0,5 + h_z + h_c + h_1 + H + H_N, \quad (16)$$

де $h_{\text{мп}}$ – навантажувальна висота платформи автомобіля (табл. 7),

$h^1_{\text{мп}}$ – висота інвентарного візка (0,15 – 0,3 м).

Висоту верхньої будови $H_{\text{верх}}$ округлюють до найближчої стандартної: 3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6; 7,2; 8,4; 10,8 м.

При наявності мостового крану в машинній зала або висоті несущих стін більше 6 м рекомендується застосовувати каркасну конструкцію будівлі. В інших випадках можливі каркасні і безкаркасні конструкції з несучими стінами з цегли.

Прольоти будівель призначають рівними 6, 9, 12, 15, 18, 21 і 24 м. Для покриття будівель рекомендується застосовувати збірні залізобетонні плити. Покрівлю виконують з рулонних матеріалів з шаром утеплювача. Площа вікон з природним освітленням приймається не менше 12,5% від площі підлоги.

12. Розрахунок об'єму РЧВ

Резервуари чистої води (РЧВ) застосовують для зберігання запасів води на господарсько-питні, протипожежні, технологічні та аварійні потреби населеного пункту.

Як правило, РЧВ розташовують на майданчику очисних споруд водопостачання, після очисних споруд перед насосною стацією другого підйому.

Об'єм резервуарів необхідно розраховувати на час перебування води в них до 48 годин. Допускається час перебування води в РЧВ збільшувати до 3 – 4 діб за умови застосування циркуляційних насосів. Щоб вода в резервуарах не застоювалась впуск води в резервуар слід передбачати з одної сторони, а випуск з іншої.

В резервуарах для забору води на господарсько-питні потреби застосовуються окремі труби. Також окремо використовуються труби для випорожнення і промивки резервуару. В резервуарі обов'язково слід передбачити заходи по збереженню протипожежного запасу води.

Для забезпечення надійності роботи необхідно влаштовувати мінімум два однакових резервуари. Запас води в резервуарах, в тому числі протипожежний, розподіляються в резервуарах порівну.

Повний запас води в РЧВ розраховується за залежністю:

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{ос} + W_{пож}, \quad (17)$$

де $W_{рег}$ – регулюючий об’єм резервуару, м³, який визначається на основі суміщення графіків подачі води насосною станцією першого підйому (рівномірна подача протягом доби) і графіка подачі води споживачам насосною станцією другого підйому;

$W_{ос}$ – об’єм води на власні потреби станції водопідготовки (приймається в межах 3 – 14% максимального добового об’єму води);

$W_{пож}$ – протипожежний об’єм води, який визначається за залежністю:

$$W_{пож} = T_n(3,6q_n - Q_1) + W_{госп}, \quad (18)$$

де $T_n = 3$ год. – розрахунковий час гасіння пожежі;

q_n – пожежна витрата, приймається за [1, табл. 3];

Q_1 – годинна подача води в РЧВ насосною станцією першого підйому, м³/год;

$W_{госп}$ – об’єм води, м³, за три суміжні години найбільшого водоспоживання міста (береться з таблиці погодинного водоспоживання).

Стандартний об’єм і розміри резервуарів приведені в табл. 11.

Таблиця 11

Об’єм	Розміри, м		
	довжина	ширина	глибина води
300	15	6	3,64
500	12	12	3,64
1000	24	12	3,64
1500	18	18	4,84
2000	24	18	4,84
2500	30	18	4,84
3000	27	24	4,84
4000	36	24	4,84
5000	30	36	4,84

Приймаємо 2 стандартних однакових РЧВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [Чинні від 01.01.2014] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 172 с.
2. Кондусь В.Ю. Лопатеві насоси: навчальний посібник / В.Ю. Кондусь, О.І. Костенко. – Суми: Сумський державний університет, 2021. – 293 с.
3. Омельченко О.В. Гідравлічні машини: навч. посібник / О.В. Омельченко, Л.О. Цівркун. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. 100 с.
4. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник / В.І. Мандрус. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець В.М. Піча, 2004. – 340 с.
5. Залуцкий Э.В. Насосные станции. Курсовое проектирование / Э.В. Залуцкий, А.И. Петрухно. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 167 с.
6. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
7. Карелин В.Я. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.Я. Карелин, А.В. Минаев. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.

**Процентний розподіл добових витрат по годинам в залежності від
коефіцієнта годинної нерівномірності**

Години доби	Процентний розподіл добової витрати в залежності від K_e								
	1,25	1,35	1,4	1,45	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0
0-1	3,25	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,9	0,85	0,75
1-2	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	1,0	0,9	0,85	0,75
2-3	3,3	2,5	2,2	1,85	1,5	1,0	0,9	0,85	1,0
3-4	3,2	2,6	2,25	1,9	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
4-5	3,25	3,5	3,2	2,85	2,5	2,0	1,35	2,7	3,0
5-6	3,4	4,1	3,9	3,7	3,5	3,0	3,85	4,7	5,5
6-7	3,95	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,2	5,35	5,5
7-8	4,45	4,9	5,1	5,3	5,5	6,5	6,2	5,85	5,5
8-9	5,2	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5
9-10	5,05	5,6	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4,2	3,5
10-11	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5,0	5,5	6,0
11-12	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5
12-13	4,6	4,4	4,6	4,8	5,0	7,0	7,5	7,9	8,5
13-14	4,55	4,1	4,4	4,7	5,0	7,0	6,7	6,35	6,0
14-15	4,75	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5,0
15-16	4,7	4,4	4,6	5,3	6,0	4,5	4,65	4,8	5,0
16-17	4,65	4,3	4,9	5,45	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5
17-18	4,35	4,1	4,6	5,05	5,5	6,5	5,5	4,5	3,5
18-19	4,4	4,5	4,7	4,85	5,0	6,5	6,3	6,2	6,0
19-20	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,35	5,7	6,0
20-21	4,3	4,5	4,4	4,2	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
21-22	4,2	4,8	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
22-23	3,75	4,6	3,7	2,85	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
23-24	3,7	3,3	2,7	2,1	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
Всього:	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиці для гідравлічного розрахунку сталевих водопровідних труб

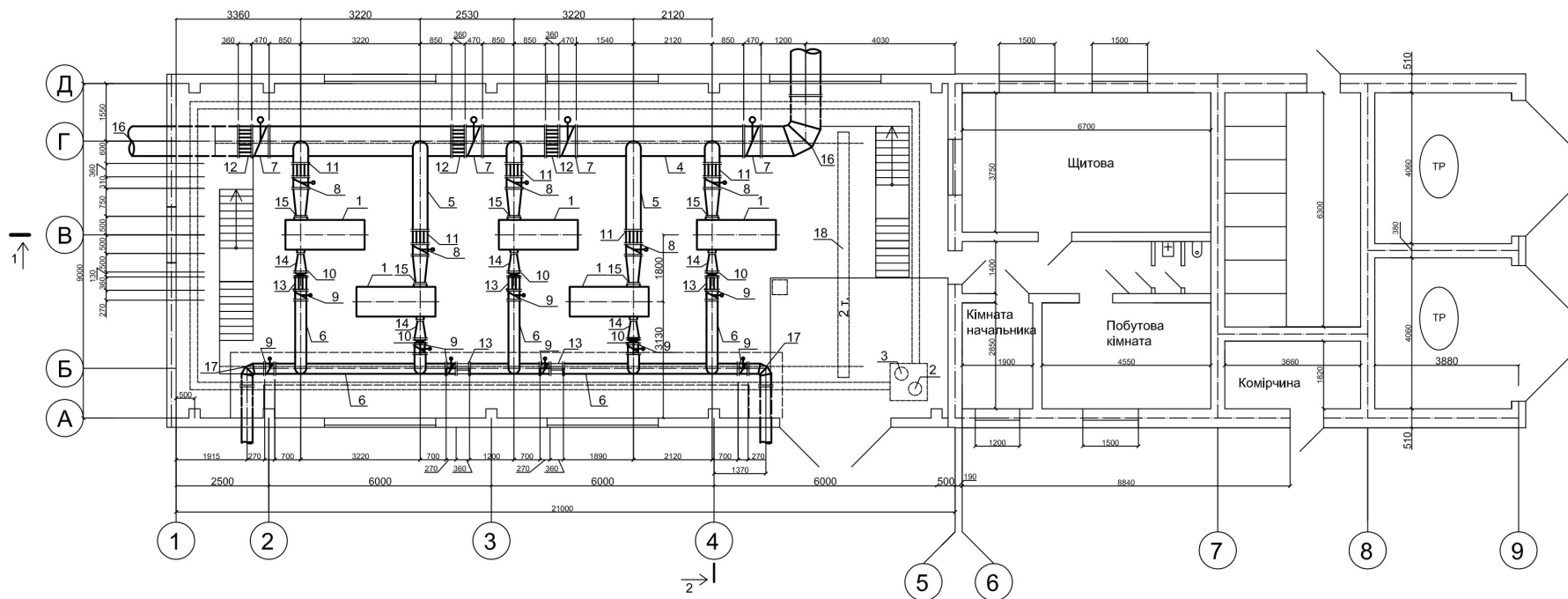
$Q, \text{л/с}$	$d=150 \text{ мм}$		$d=200$		$d=250$		$d=300$		$d=400$		$d=500$		$d=600$		$d=800$		$d=1000$	
	$V, \text{м/с}$	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$
16,0	0,82	8,3	0,47	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18,0	0,92	10,3	0,52	2,57	0,52	2,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,0	1,02	12,6	0,58	3,12	0,28	1,07	0,26	7,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25,0	1,28	19,2	0,73	4,69	0,47	1,59	0,33	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30,0	1,53	26,7	0,87	6,56	0,56	2,22	0,40	0,92	0,22	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
35,0	1,79	37,5	1,02	8,73	0,66	2,94	0,46	1,21	0,26	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-
40,0	2,04	49,0	1,17	11,2	0,75	3,75	0,53	1,55	0,30	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-
45,0	2,30	62,1	1,31	14,1	0,85	4,66	0,59	1,91	0,33	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
50,0	2,55	76,6	1,46	17,4	0,94	5,67	0,66	2,32	0,37	0,57	0,24	0,20	-	-	-	-	-	-
60,0	-	-	1,75	25,0	1,13	7,96	0,79	3,24	0,47	0,79	0,29	0,27	-	-	-	-	-	-
70,0	-	-	2,04	34,1	1,32	10,7	0,92	4,31	0,52	1,04	0,34	0,35	-	-	-	-	-	-
80,0	-	-	2,33	44,5	1,51	14,0	1,05	5,53	0,59	1,33	0,43	0,56	-	-	-	-	-	-
90,0	-	-	2,62	56,4	1,71	17,7	1,18	6,89	0,67	1,65	0,44	0,57	0,32	0,23	-	-	-	-
100,0	-	-	-	-	1,88	21,9	1,32	8,46	0,74	2,00	0,48	0,67	0,34	0,28	-	-	-	-
120,0	-	-	-	-	2,26	31,5	1,58	12,2	0,89	2,80	0,57	0,94	0,40	0,39	0,24	0,11	-	-
140,0	-	-	-	-	-	-	1,84	16,6	1,04	3,72	0,67	1,24	0,47	0,52	0,28	0,14	-	-
160,0	-	-	-	-	-	-	2,10	21,6	1,19	4,77	0,77	1,54	0,54	0,66	0,32	0,18	-	-
180,0	-	-	-	-	-	-	2,37	27,4	1,34	6,04	0,87	1,97	0,61	0,82	0,36	0,22	-	-
200,0	-	-	-	-	-	-	2,64	31,0	1,49	7,47	0,96	2,40	0,67	1,00	0,40	0,27	0,25	0,09
240,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	10,7	1,15	3,36	0,81	1,38	0,47	0,37	0,30	0,125
280,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	14,6	1,34	4,43	0,94	1,84	0,55	0,49	0,35	0,164
320,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	19,0	1,53	5,92	1,07	2,36	0,63	0,62	0,40	0,21

360,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,67	24,1	1,72	7,49	1,21	2,93	0,71	0,77	0,46	0,26
400,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	9,253	1,34	3,55	0,79	0,94	0,51	0,31
450,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	11,7	1,51	4,58	0,89	1,17	0,57	0,39
500,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	14,9	1,68	5,65	0,98	1,42	0,63	0,47
550,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,63	17,4	1,85	6,84	1,08	1,69	0,70	0,56
600,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	8,14	1,18	1,99	0,76	0,65
700,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	11,1	1,38	2,70	0,88	0,87
800,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,68	14,5	1,58	3,53	1,01	1,12

План на позначці 0.000 М 1:100

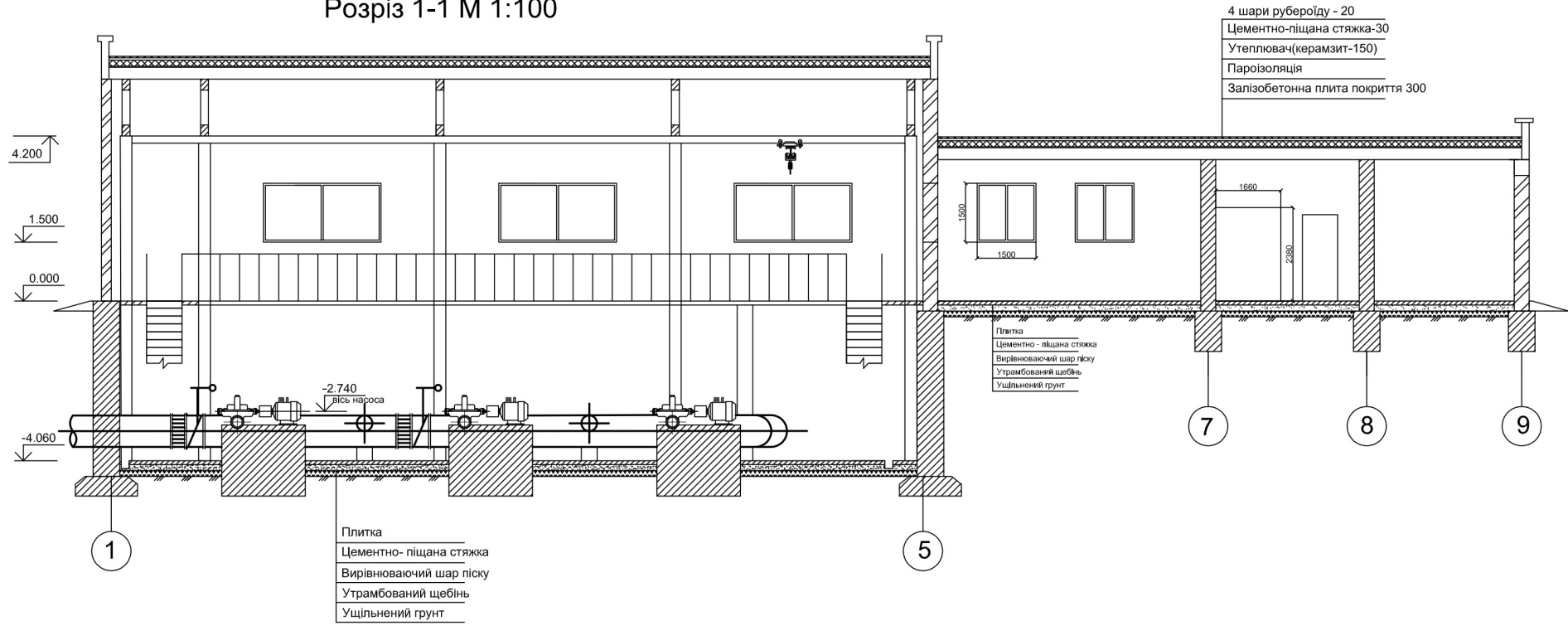


39

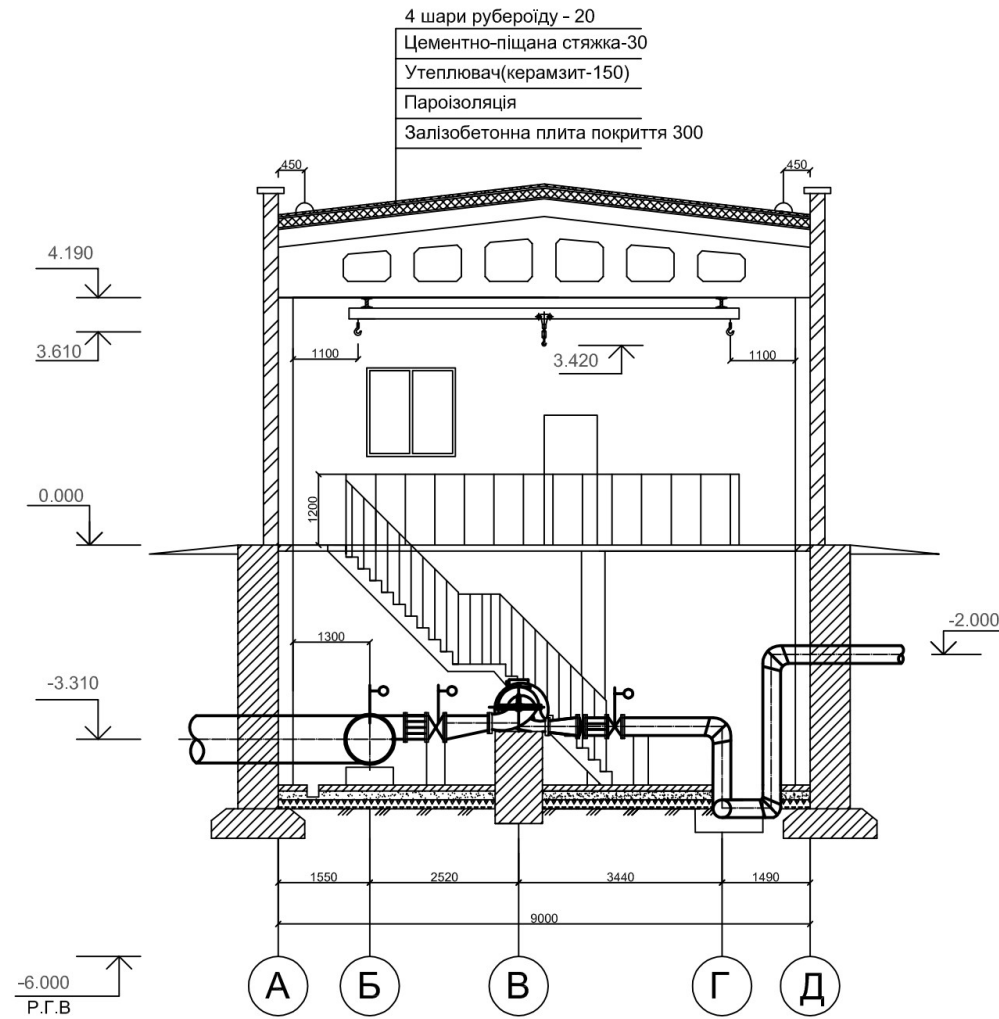


Розріз 1-1 М 1:100

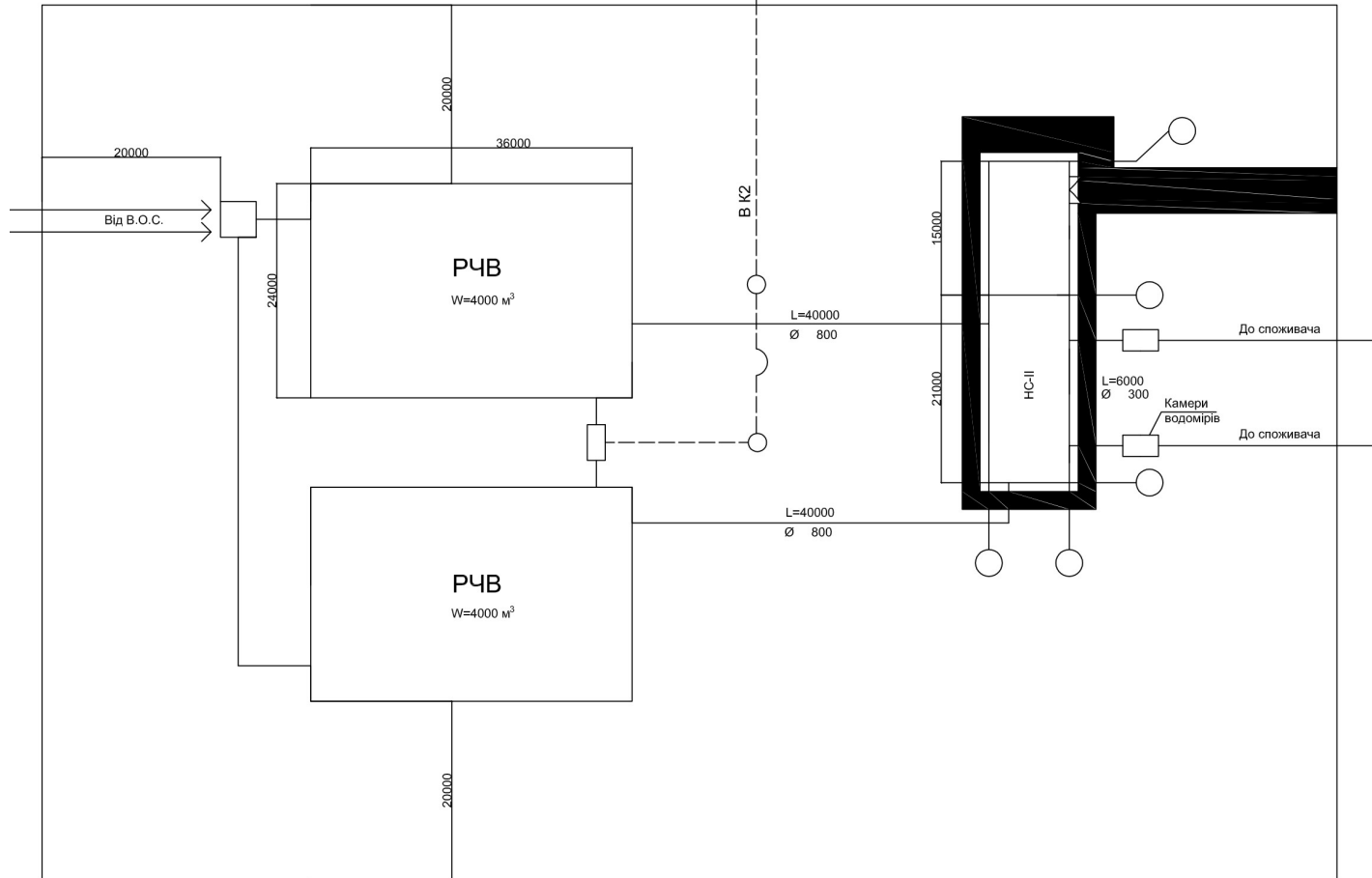
40



Розріз 2-2 М 1:100



Ситуаційний план М 1:500



Навчально-методичне видання

ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ МАШИНИ. НАСОСНІ І ПОВІТРОДУВНІ СТАНЦІЇ

Методичні вказівки
до виконання курсового проєкту та контрольної роботи для
студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньої програми «Водопостачання та водовідведення»

Укладачі: КРАВЧУК Андрій Михайлович
КРАВЧУК Олександр Андрійович

Комп'ютерне верстання

Підписано до друку 2023. Формат 60x84^{1/16}

Ум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .

Тираж 100 прим. Вид. № . Зам. №

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.