

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

**І. О. ЗЛОБІН, О. Д. КЛЕПШКОВ**

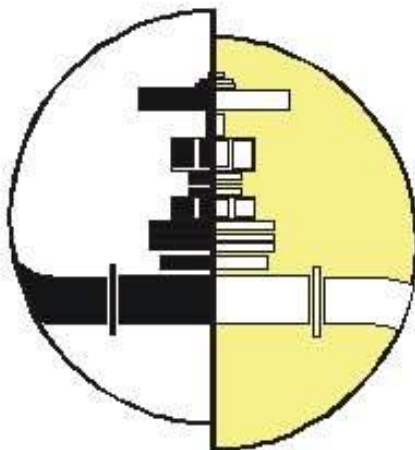
# **ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ І БУРОВА СПРАВА**

**Частина 1 Поверхневі водозабірні споруди**

**ПОСІБНИК**

до курсового та дипломного проектування

для студентів за напрямом підготовки  
6.0926 “Водні ресурси”  
всіх форм навчання



Полтава 2006

---

УДК 628.113(07)  
ББК 38.761.1я73  
З-68

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри гідравліки, водопостачання і водовідведення С. М. Срібнюк, канд. техн. наук, професор.

Затверджено і рекомендовано до друку науково-методичною радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка,  
протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 2006 р.

Рецензенти: С. М. Срібнюк, канд. техн. наук, професор;  
М. В. Григоренко, канд. техн. наук, доцент.

Злобін І. О., Клепиков О. Д.

Водозабірні споруди і бурова справа. Частина 1 Поверхневі водозабірні споруди: Посібник до курсового і дипломного проектування для студентів за напрямом підготовки 6.0926 “Водні ресурси” всіх форм навчання. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 39 с.

У посібнику викладено матеріал до курсового і дипломного проектування, наводяться основні принципи проектування поверхневих водозаборів та послідовність виконання проекту. Посібник призначений для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.0926 “Водні ресурси”.

38.04.02.01

© Злобін І. О., Клепиков О. Д., 2006

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У посібнику викладено матеріал до курсового та дипломного проектування для студентів за напрямом підготовки 6.0926 “Водні ресурси”, передбачений програмою навчання з фаху “Водопостачання і водовідведення.

Мета цього посібника – допомогти студенту самостійно виконати один зі складних курсових проектів або розділ дипломного проекту.

Написання курсового проекту дозволяє закріпити теоретичні знання, які студент здобуває на лекціях та практичних заняттях, набути навички самостійного розв’язання питань, пов’язаних із проектуванням головних водопровідних споруд, котрі є складовою частиною системи водопостачання.

У процесі роботи над курсовим проектом студент має навчитися самостійно користуватися діючими нормативами, технічною й довідковою літературою, використовувати знання, здобуті при вивченні курсів геодезії, архітектури, водопостачання, технічної механіки рідини та газу, гідравлічних і аеродинамічних машин та ін.

У результаті виконання проекту **студент повинен:**

- **знати:**

характеристику поверхневих джерел водопостачання;  
характеристику підземних джерел водопостачання;  
завдання водозабірних споруд;  
схеми компонування водозабірних споруд;  
методику розрахунку і проектування водозабірних споруд;

- **уміти:**

визначити джерело природної води для водопостачання;  
вибрати тип водозабірної споруди;  
скомпонувати план водозабірних споруд;  
застосувати сучасне обладнання для водозабірних споруд;  
визначити спосіб буріння свердловин підземного водозабору;  
вибрати буровий інструмент;  
визначити кріплення свердловин;  
застосувати інженерні рішення, що зменшують або виключають негативний вплив на навколишнє середовище;  
пояснити роботу водозабірних споруд;

- **виконувати** технологічні розрахунки та креслення водозабірних споруд;

- **оформляти:**

результати розрахунку водозабірних споруд;  
проект водозабірних споруд.

Цей посібник допоможе усвідомити студентам обсяг проекту (чи розділу дипломного проекту) та методику розрахунку й проектування

поверхневих водозабірних споруд (перша частина курсового проекту).

## **1 ОПИС ПРОЕКТУ**

### **1.1 Обсяг проекту**

#### **1.1.1 Пояснювальна записка**

Пояснювальну записку в обсязі до 25 сторінок рукописного тексту виконують на папері формату А4 (210x297 мм). Вона повинна містити всі необхідні розрахунки, графіки, схеми й обґрунтування прийнятих рішень.

Текст пояснювальної записки має складатися з п'яти розділів. Орієнтовна схема пояснювальної записки така:

**ЗМІСТ**

**ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТ**

**ПАСПОРТ ПРОЕКТУ (додаток А)**

- 1 **ПОВЕРХНЕВІ ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ** (розділ виконується згідно з першою частиною посібника)
  - 1.1 **Вибір водозабірних споруд**
    - 1.1.1 **Розрахунок продуктивності водозабору**
    - 1.1.2 **Визначення умов забору води з поверхневого джерела**
    - 1.1.3 **Вибір місця розташування водозабору**
    - 1.1.4 **Вибір водозабірних споруд**
  - 1.2 **Розрахунок поверхневих водозабірних споруд**
    - 1.2.1 **Водоприймальні отвори. Вибір ґрат**
    - 1.2.2 **Визначення необхідної глибини для водоприймання**
    - 1.2.3 **Розрахунок обігріву ґрат (пункт виконується за наявності шуги у водоймах)**
    - 1.2.4 **Водоводи (для руслових водозаборів)**
    - 1.2.5 **Промивання оголовка і трубопроводів (для руслових водозаборів)**
    - 1.2.6 **Розрахунок і вибір сіток**
    - 1.2.7 **Вибір насосів**
    - 1.2.8 **Розрахунок водоприймального ковша (для ковшових водозаборів)**
    - 1.2.9 **Установлення позначок динамічних рівнів води, позначки дна та глибини берегового колодязя**
    - 1.2.10 **Розрахунок водозабірної споруди на стійкість**
    - 1.2.11 **Кріплення берега (чи дна біля оголовка для руслових водозаборів)**
    - 1.2.12 **Зони санітарної охорони поверхневого водозабору**
  - 1.3 **Опис архітектурно-будівельної частини поверхневого водозабору**
    - 1.3.1 **Підземна частина водозабору**
    - 1.3.2 **Надземна частина водозабору**

- 1.3.3 Опис оголовка (для руслових водозаборів)
- 1.3.4 Короткі рекомендації з технології провадження будівельних робіт і експлуатації водозабірної споруди
- 1.3.5 Рибозахист
- 1.3.6 Захист від шуги
- 2 ПІДЗЕМНІ ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ (розділ виконується за другою частиною посібника)
  - 2.1 Визначення продуктивності водозабору
  - 2.2 Вибір водозабірної споруди
  - 2.3 Установлення місця розташування підземного водозабору
  - 2.4 Підбір насосів і розрахунок кількості свердловин
  - 2.5 Визначення конструкції свердловини
  - 2.6 Розрахунок фільтра свердловини
  - 2.7 Визначення зниження рівня води
  - 2.8 Радіус впливу свердловини
  - 2.9 Дебіт свердловини
  - 2.10 Зони санітарної охорони підземного водозабору
  - 2.11 Опис архітектурно-будівельної частини підземного водозабору
- ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Послідовність виконання проекту може бути прийнята відповідно до змісту пояснювальної записки.

### 1.1.2 Креслення

Проект виконується на 1,5 (або 2) аркушах формату А1 (594x841 мм). Компонування креслень зображено на рисунку 1.

На аркуші **1** мають бути розміщені:

1) ситуаційний план у масштабі 1:100000 з розташуванням об'єкта водопостачання, майданчика поверхневого водозабору, майданчика підземного водозабору, водоводів. На ситуаційному плані вказуються зони санітарної охорони;

2) схема (план і розріз) поверхневого водозабору в масштабі  $M_B$  1:100 чи 1:200;  $M_T$  1:200 або 1:500. На схемі зображується контур оголовка, водоводи в одну лінію, контур берегового колодязя, насосної станції та камери переключення. Усі рівні води повинні мати аббревіатуру назв і позначки. Для рівня високих та низьких вод мають бути зазначені відсотки забезпеченості відповідно до категорії системи водопостачання. На схемі вказуються границі планування берега, ґрунти, що його складають;

3) план і розріз берегового колодязя в масштабі 1:50 чи 1:100. На плані та розрізі берегового колодязя варто показати водоприймальні вікна і ґрати (для берегового водозабору), вхід самопливних або сифонних водоводів (для руслових водозаборів),

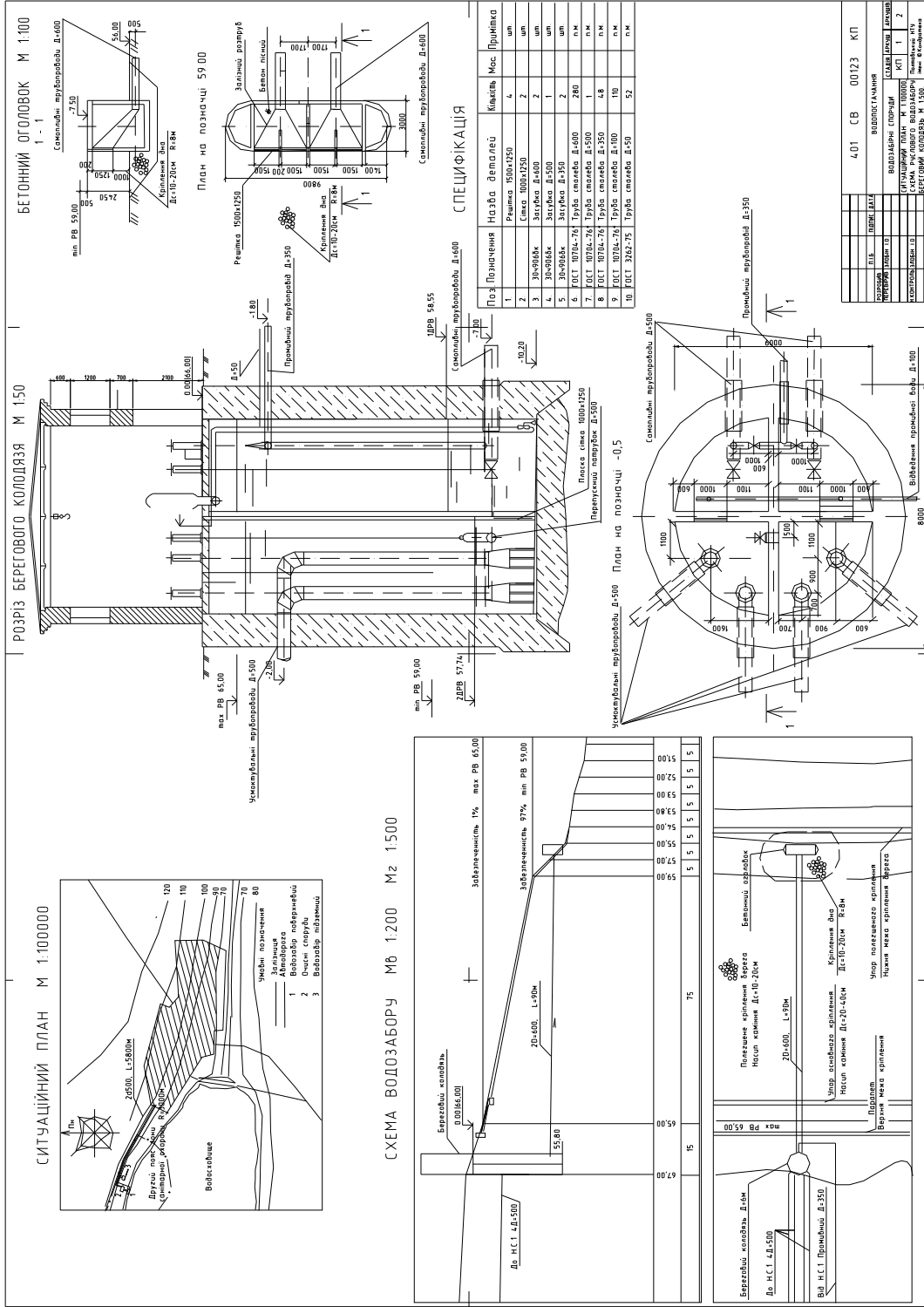


Рисунок 1 - Компонування креслення поверхневого водозабору

насоси, засувки та зворотні клапани (для сумісного компонування), сітки, сходи, пристрої видалення наносів, вантажопідйомні механізми, а також усі конструктивні й монтажні розміри, позначки розташування устаткування і берегового колодязя;

4) деталь за вказівкою керівника в масштабі 1:50 чи 1:20 (план або розрізи, аксонометрія);

5) специфікація та техніко-економічні показники.

На аркуші **2** повинні бути розміщені:

- 1) геолого-технічний розріз свердловини в масштабі 1:200 чи 1:500;
- 2) план і розріз камери свердловини в масштабі 1:50 або 1:100;
- 3) план та розріз оголовка свердловини в масштабі 1:10 чи 1:20;
- 4) схема розміщення свердловин без масштабу (за вказівкою викладача);
- 5) генплан майданчика свердловини в масштабі 1:500 (за вказівкою викладача).

## **1.2 Рекомендація до вибору й обґрунтування поверхневих водозабірних споруд**

### **1.2.1 Розрахунок продуктивності водозабору**

Розрахункову витрату водозабірної споруди визначають за формулою

$$Q_P = \alpha Q,$$

де  $\alpha=1,1$  – коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потреби водозабірних і очисних споруд [1, п. 6.6];  $Q$  – добове водоспоживання об'єкта (за завданням), м<sup>3</sup>.

Слід перевірити можливість водовідбору води з ріки. Коефіцієнт водовідбору обчислюється за формулою

$$\beta = Q_P / Q_M,$$

де  $Q_M$  – витрата ріки в межень (за завданням), м<sup>3</sup>/с.

При  $\beta < 0,25$  дозволяється водовідбір і будівництво водозабору, при  $\beta < 0,25 \dots 0,75$  допускається водовідбір із застосуванням ковша чи водосховища, при  $\beta > 0,75$  водовідбір заборонений.

Крім того, під час паводка в річці повинна бути збережена санітарна витрата, яка дорівнює витраті 80% забезпеченості, тобто має виконуватися

умова

$$Q_{80} \geq Q_{P \text{ МАКС}} - Q_P,$$

де  $Q_{80}$  – витрата ріки 80% забезпеченості (можна прийняти витрату ріки при низькому рівні вод), м<sup>3</sup>/с;

$Q_{P \text{ МАКС}}$  – витрата ріки під час паводка (за завданням), м<sup>3</sup>/с.

### 1.2.2 Визначення умов забору води з поверхневого джерела

Умови забору води з поверхневого джерела визначаються набором факторів, що можуть ускладнювати роботу водозабору.

Зіставляючи дані для проектування – характер руслових деформацій, каламутність води, умови льодоутворення, наявність шуги, сміття, водної рослинності, лісосплаву і судноплавства – з таблицею 12 [1], слід зробити висновок про умови забору води (легкі, середні, важкі). Короткий виклад класифікації умов забору води наведений у таблиці 2. Слід мати на увазі, що загальна характеристика умов забору води здійснюється за найбільш важким типом ускладнень.

### 1.2.3 Вибір місця розташування водозабору

Щоб правильно вибрати місце розташування водозабору і глибину прокладання трубопроводів для заданого району будівництва, з [2] слід виписати дані про глибину промерзання ґрунту та повторюваність вітру.

На ситуаційному плані проекту потрібно побудувати розу вітрів, прийнявши за північний напрямок верх креслення.

При виборі місця водозабору варто керуватися вказівками [1, пп.5.82 – 5.86].

На ситуаційному плані водозабірна споруда розташовується на 3–5 км вище (проти течії) від населеного пункту на прямих ділянках ріки, але не на перекатах. Можна розмістити водозабір у 2/3 вигину ріки (за наявності шуги у 3/4 вигину ріки) на вгнутому березі. Увігнутий берег для запобігання розмиву повинен бути укріплений.

Не рекомендується розташовувати водозабір на ділянках, що знаходяться нижче від гирл припливів, водостоків та в гирлах річок.

Виключається будівництво водозабору в зоні відкладень і жильного руху донних наносів, на ділянці можливого руйнування берега, скупчення плавця та водоростей, а також виникнення шугозаторів.

Необхідно звернути увагу на напрямок вітрів у даній місцевості й розмістити водозабір так, щоб переважний вітер не ніс пил та дим із міста на водозабір.



Майданчик під водоприймальні споруди (береговий водоприймач, береговий колодязь) і насосну станцію першого підйому повинен мати позначку, що перевищує не менше ніж на 0,5 м рівень високих вод.

Слід перевірити, чи відбувається розмив берега або дна ріки, за формулою [3]

$$U_M = 1,65 \left( \frac{d_{10}}{d} \right)^{0,25} \sqrt{1 + 3r^{2/3}} \sqrt{gd} \left( \frac{H}{d} \right)^{1/4},$$

де  $U_M$  – найбільша не розмивна швидкість річкового потоку, м/с ;  
 $d$  – середній діаметр часток відкладень на дні чи кам'яному кріпленні (для курсового проекту можна визначити за таблицею 1), м;  $d_{10}$  – найбільший діаметр часток відкладень на дні або кам'яному кріпленні, їх міститься в суміші не більше 10% (у проекті можна прийняти  $d_{10} = (1,5-2)d$ ), м;  $\rho$  – каламутність (за завданням), кг/м<sup>3</sup>;  $H$  – глибина потоку при високому рівні води (ВРВ) біля водоприймача чи в основі кріплення берега, м.

Якщо максимальна швидкість у річці більша за отриману в результаті розрахунку, то відбувається розмив, і можна зробити висновок про те, що русло не стійке та його потрібно укріплювати.

Таблиця 1 – Характеристика руслових відкладень

Завись	Гідравлічна крупність, м/с	Розмір часток, мм
Галька крупна	1,340	60–30
дрібна	0,765	30–10
Гравій крупний	0,425	10–6
дрібний	0,242	6–2
Пісок крупний	0,100	2–0,5
середній	0,050	0,5–0,25
дрібний	0,007	0,25–0,1
тонкий	0,003	0,1–0,05
пилуватий	0,001–0,0005	0,05–0,005
Глина	0,000005	<0,005

#### 1.2.4 Вибір водозабірних споруд

При виборі водозабірної споруди необхідно враховувати рельєф долини, геологічні й гідрологічні умови в створі проектованої споруди, природні умови забору води, категорію надійності системи водопостачання.

Водозабірні споруди проектуються з урахуванням перспективного розвитку водоспоживання.

Вибір водоприймального пристрою проводиться за таблицею 2 з урахуванням рельєфу долини і берега.

Таблиця 2 складена для водозаборів, що влаштовуються за такими схемами: а – секційний водозбір в одному створі; б – те ж, але при декількох водоприймачах (руслівий – русловий, русловий – береговий, русловий – інфільтраційний, береговий – інфільтраційний), оснащених засобами боротьби із шугою, наносами й іншими ускладненнями забору води; в – секційні водозабори, які знаходяться на відстані, що виключає можливість одночасного припинення забору води.

Можна підвищити категорію водовідбору із затопленими водоприймачами на одиницю в таких випадках [1, п.5.89]:

- розміщення водоприймачів у затоплюваному водоприймальному ковші, що самопромивається;
- підведення до водоприймальних отворів теплої води в кількості, не меншій ніж 20% витрати, що забирається, й застосування спеціальних наносозахисних пристроїв;
- забезпечення надійної системи зворотного промивання сміттеутримувальних ґрат, рибозагороджувальних пристроїв водоприймачів та самопливних водоводів.

Водоприймальні споруди з поверхневих джерел можуть бути русловими, береговими, комбінованими, ковшовими, роздільного чи сумісного компонування (при подачі, більшій ніж  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ , і коливанні рівнів води в джерелі більше ніж 6 м).

Водоприймач руслового типу із самопливними лініями влаштовують переважно при пологому березі, що заливається, та порівняно невеликій амплітуді коливання рівня води в річці. Руслові водоприймальні споруди складаються із затопленого оголовка, самопливних або сифонних водоводів і берегового колодязя (додатки Б, В).

Оголовок може бути розтрубний незахищений (на озерах, водоймищах і ріках із легкими умовами та зі швидкістю течії, не більшою ніж  $0,5 \text{ м/с}$ ), розтрубний захищений (при середніх і тяжких умовах), з одно- та двостороннім прийманням води, камерний (при подачі водозабору  $1\text{--}3 \text{ м}^3/\text{с}$ ), із вихровою камерою (при середній подачі водозабору), фільтрувальний (на ріках шугоносних і рибогосподарського призначення). Конструкцію оголовка можна вибрати за [3, таблиця 10].

При широкій заплаві ріки, коли прокладання самопливних труб на глибині, більшій ніж 7 м, небажане, а також при важких ґрунтових умовах (пливуни, скельні ґрунти тощо) доцільно самопливні трубопроводи замінити сифонними.

Береговий водозбір роздільного типу доцільно застосовувати при високих крутих берегах, значних глибинах у місці його розташування та продуктивності, меншій ніж  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Таблиця 2 – Класифікація умов забору води та вибір споруд [1]

Характеристика умов забору води	Умови забору води з поверхневих джерел		
	каламутність, стійкість берегів і дна	шуга і лід	інші фактори
1	2	3	4
Легкі	Каламутність $\leq 500$ мг/л, стійке ложе водоймища та водотоку	Відсутність внутріводного льодоутворення. Льодостав помірної ( $\leq 0,8$ м) потужності, стійкий	Відсутність у водному джерелі дрейсен, баянуса, мідій, водоростей, мала кількість забруднень і сміття
Середні	Каламутність $\leq 1500$ мг/л (середня за паводок). Русло (узбережжя) і берега стійкі із сезонними деформаціями $\pm 0,3$ м. Рух наносів уздовж берегів не впливає на стійкість підводного схилу постійної крутості	Наявність внутріводного льодоутворення, яке припиняється з установами льодоставу, звичайно без шугозаповнення русла та утворення шугозаторів. Льодостав стійкий потужністю $< 1,2$ м, що формується з ополонкою	Наявність сміття, водоростей, дрейсен, баянуса, мідій та забруднень у кількостях, котрі викликають перешкоди в роботі водозабору. Лісосплав розсипом й плотами. Судноплавство
Важкі	Каламутність $\leq 5000$ мг/л. Русло рухоме з переформуванням берегів і дна, яке викликає зміну відміток дна до 1-2 м. Наявність перероблення берега з переміщенням наносів уздовж берега по схилу змінної крутості	Неодноразово формується льодовий покрив із шугоходами і шугозаповненням русла при льодоставі до 60-70% перетину водотоку. Ділянки нижнього б'єфа ГЕС у зоні нестійкого льодового покриву. Шугозаповнення прибережної зони	Те ж саме, але в кількостях, які ускладнюють роботу водозабору і споруд водопроводу

Продовження таблиці 2

Водоприймальні пристрої	Категорія водозабірних споруд								
	Схеми водозаборів								
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Берегові незатоплені водо-приймальники	I	–	–	I	–	–	II	I	I
Затоплені водо-приймальники всіх типів, віддалені від берега	I	–	–	II	I	–	III	II	I

До складу водозабору входять: незатоплюваний береговий водоприймач, усмоктувальні трубопроводи і заглиблена насосна станція першого підняття. Береговий водоприймач суміщеного типу може бути скомпонований із вертикальними насосами, насосами з горизонтальною віссю або насосами занурювального типу (додаток Г).

На скельних основах береговий водозабір виконується з полегшеною підземною частиною (підлога насосного відділення, вища від підлоги водоприймального відділення). До складу суміщеного берегового водозабору входить насосна станція першого підняття, що зменшує сумарний об'єм споруд, їх вартість і дозволяє встановити насоси під залив.

Комбінований водозабір збільшує надійність руслового водозабору, якщо два руслових водоприймачі розміщені на різній глибині (один під низький рівень води, інший під високий рівень води) чи відбір води ведеться з руслового водоприймача під час приймання води при низькому рівні води і вікон берегового колодезя під час приймання води при високому рівні води (додатки Д, Е).

Ковшовий водозабір варто застосовувати при продуктивності водозабору, більшій ніж  $3 \text{ м}^3/\text{с}$ ; для захисту водозабору від шуги у важких природних умовах; зменшення кількості завислих речовин у воді, що забирається з водойми за важких природних умов; при недостатній глибині води у водоймі; при співвідношенні  $\beta = Q_P / Q_M = 0,25 \dots 0,6$ . Ківш може бути з низовим входом води (на ріках із значною каламутністю води), із входом під кутом  $135^\circ$ , висунутий у русло (при стисненні перетину русла не більше ніж на 10%) або повністю захований у берег. Для полегшення

експлуатації ківш бажано конструювати таким, що сам промивається.

Конструкцію ковша можна вибрати за [3, таблиця 12].

У пояснювальній записці необхідно вказати тип вибраного водозабору й обґрунтувати вибір.

### 1.3 Рекомендації до розрахунків поверхневих водозабірних споруд

#### 1.3.1 Розрахунок водоприймальних отворів. Вибір ґрат

Площа водоприймальних отворів визначається за формулою

$$F = 1,25 Q_p K / V,$$

де 1,25 – коефіцієнт засмічення ґрат [1];  $Q_p$  – розрахункова витрата водозабору, м<sup>3</sup>/с;  $K = (a+d)/a$  – коефіцієнт стиснення потоку стрижнями ґрат,  $a=50...100$  мм – відстань між стрижнями ґрат;  $d = 8...12$  мм – діаметр чи товщина стрижнів ґрат. Для фільтрувальних оголовок  $K = 1/p$ , де  $p=0,3...0,5$  – пористість щебеневого або гравійного фільтра;  $V$  – швидкість втікання води в ґрати, приймається без урахування вимог рибозахисту для руслових водозаборів 0,1...0,3 м/с, для берегових 0,2...0,6 м/с. Зважаючи на вимоги рибозахисту, швидкість приймають до 0,25 м/с при течії, більшій ніж 0,4 м/с, та до 0,1 м/с при меншій швидкості течії у водоймі.

На шугоносних ріках швидкість знижується до 0,06 м/с (варто вибирати менші значення з урахуванням збільшення швидкості в перспективі).

Кількість водоприймальних вікон слід приймати залежно від подачі: для берегових водозаборів 1–4 на секцію, для руслових, – пов'язуючи з конструкцією оголовка. Кількість секцій для водозабірних споруд I і II категорій надійності повинна бути не меншою ніж дві.

Необхідна площа одних ґрат, м<sup>2</sup>,

$$F_1 = F / (N n),$$

де  $N$  – кількість секцій водозабору;  $n$  – кількість ґрат в одній секції водозабору.

За обчисленою площею вибирають типові ґрати за таблицею 3. Вибрані ґрати повинні мати площу, рівну чи більшу від необхідної.

Якщо у водозаборі руслового типу застосовується фільтрувальний оголовок, то його площа фільтрації, обчислена з урахуванням геометрії оголовка, має бути не меншою за необхідну. Оголовок також повинен бути секційним, або проектується не менше ніж два окремих оголовки.

Таблиця 3 – Параметри ґрат [3]

Розміри (ширина, висота), мм	400x600	600x800	800x1000	1000x1250	1250x1500	1500x1750	1750x2000	2000x2500	2500x3000
Маса ґрат, кг	20	33	52	94	135	205	420	582	693

### 1.3.2 Визначення необхідної глибини для водоприймання

Необхідна глибина води для водоприймання, м:  
улітку

$$H_{\text{л}} = 0,3 + h_{\text{ХВ}} + H_{\text{Г}} + h_{\text{П}} + h_{\text{К}};$$

узимку

$$H_{\text{з}} = 0,2 + h_{\text{Л}} + H_{\text{Г}} + h_{\text{П}} + h_{\text{К}},$$

де  $0,3$  – підтоплення ґрат улітку, м;  $h_{\text{ХВ}}$  – висота хвилі (за завданням), м;  $H_{\text{Г}}$  – висота водоприймального вікна (ґрат), м;  $h_{\text{П}} \geq 0,5$  – відстань від низу водоприймального вікна до дна водойми;  $h_{\text{К}}$  – товщина перекриття оголовка (для деяких конструкцій оголовків), для берегових водозаборів  $h_{\text{К}} = 0$  м;  $0,2$  – мінімальна відстань від верха водоприймального вікна (для руслових водозаборів від верха оголовка) до льоду, м;  $h_{\text{Л}}$  – товщина льоду (за завданням), м.

За двома параметрами  $H_{\text{л}}$ ,  $H_{\text{з}}$  можна визначити максимальну позначку біля оголовка чи водоприймальної стінки берегового водозабору. За таку позначку приймається менша з двох, м:

улітку

$$Z_{\text{л}} = \text{НРВЛ} - H_{\text{л}};$$

узимку

$$Z_{\text{з}} = \text{НРВЗ} - H_{\text{з}},$$

де  $Z_{\text{л}}$ ,  $Z_{\text{з}}$  – максимальна позначка дна водойми біля водоприймальника відповідно влітку й узимку, м;  $\text{НРВЛ}$ ,  $\text{НРВЗ}$  – рівень низьких вод відповідно влітку та взимку, м.

На схемі водозабірної споруди (креслення) потрібно вказати цю позначку дна на профілі берега. Оголовок руслового водозабору можна

ставити на даній позначці або нижче.

Водоприймальну стінку берегового водозабору доцільно ставити на цій позначці чи заглибити її в берег за лінію високого рівня льодоходу (ВРЛ) для зменшення руйнівного впливу льоду, що рухається на береговий колодезь. В останньому випадку для забору води проектується підвідний канал шириною біля дна, не меншою, ніж ширина водоприймальної стінки колодезя, і глибиною, достатньою для прийому води влітку й узимку.

### 1.3.3 Розрахунок обігріву ґрат (пункт виконується за наявності шуги)

Ґрати можуть обігріватися електричним струмом, гарячою водою, паром. Найчастіше застосовується електрообігрівання, при якому ґрати мають особливу конструкцію, що дозволяє розігрівати їх стрижні за рахунок електричного опору.

Необхідна для електрообігрівання ґрат потужність [3], кВт,

$$N_o = \frac{1,5a(t_r - t_B)F_c}{860},$$

де  $a$  – коефіцієнт теплопередачі, визначається за таблицею 4 або [3, рисунок 18], кДж/(м<sup>2</sup>°С);  $t_r$  – температура поверхні стрижнів ґрат, яка необхідна для вільного транспортування шуги, приймається +0,5°С;  $t_B$  – температура річкової води під час шугоходу, можна прийняти –0,5°С;  $F_c$  – площа поверхні стрижнів ґрат, м<sup>2</sup>,

$$F_c = 3,14 d A [B / (a + d) - 1],$$

де  $d$  – діаметр чи товщина стрижнів, м;  $A$  – висота ґрат, м;  $B$  – ширина ґрат, м;  $a$  – відстань між стрижнями ґрат, м.

Таблиця 4 – Коефіцієнт теплопередачі

Швидкість води в річці в створі ґрат, м/с	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
Коефіцієнт теплопередачі $\alpha$ , кДж/(м <sup>2</sup> °С)	1500	2800	3850	4900	5950	6900

Обігрів ґрат гарячою водою або паром можна розрахувати за [3].

### 1.3.4 Водоводи

(Пункт виконується для руслових водозаборів)

Діаметр самопливних чи сифонних водопроводів, м,

$$D = \sqrt{\frac{4Q_P}{\pi NV}},$$

де  $Q_P$  – витрата води водозабору, м<sup>3</sup>/с;  $N$  – кількість самопливних або сифонних водоводів, рівна кількості секцій водозабору;  $\pi=3,14$ ;  $V$  – швидкість руху води у водоводі, може бути прийнята залежно від категорії системи водопостачання за таблицею 5 [1, табл. 14].

Таблиця 5 – Швидкість руху води в самопливних чи сифонних трубопроводах

Діаметр водоводів, мм	Швидкість руху води в самопливних або сифонних трубопроводах у водозаборах категорії, м/с	
	I	II
300...500	0,7...1	1...1,5
500...800	1...1,4	1,5...1,9
Більше ніж 800	До 1,5	До 2

Варто врахувати, що при аварії (тобто при відключенні одного водоводу) водозабір повинен видати  $Q_P$  для системи водопостачання I категорії та  $0,7Q_P$  для системи II категорії надійності.

Тому на розрахунковий період краще приймати менші значення швидкості.

За розрахованим діаметром слід підібрати трубопровід із сортаменту сталевих чи залізобетонних труб.

На схемі водозабірної споруди (креслення) показати на розрізі й плані самопливний або сифонний водовід. Глибина прокладання трубопроводу повинна бути визначена з урахуванням глибини промерзання ґрунту.

Для захисту від стирання донними наносами чи підмиву течією ріки водоводи мають бути заглиблені не менше ніж на 0,5 м у дно водойми.

Висота підняття сифонних водоводів над НРВ, м, може бути визначена за формулою

$$h_c = (6...7) - \Delta h_w - \frac{V^2}{2g},$$



де (6...7) – допустимий вакуум у найвищій точці водоводу, м;  $\Delta h_w$  – утрати напору в сифонному водоводі, м;  $V$  – швидкість руху води в сифонному трубопроводі, м/с;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Утрати напору приймаються максимальні, визначені при розрахунковій і аварійній витратах.

Утрати напору у водоводі, м, можна обчислити за формулою

$$\Delta h_w = 1,1(1000i)L,$$

де  $1000i$  – втрати напору на 1 км водоводу, визначені за [4] залежно від  $Q_{ав}$ ,  $V_{ав}$ ,  $D_c$ ;  $Q_{ав}$  – витрата водоводу при аварії (для водозабору I категорії  $Q_{ав} = Q_p$ , II категорії –  $Q_{ав} = 0,7Q_p$  [1, п.5.93];  $V_{ав}$  – швидкість руху води у водоводі прийнятого сортаменту  $D_c$ , м/с;  $L$  – довжина самопливного або сифонного водоводу (визначається на схемі креслення), км.

Водоводи варто розраховувати, беручи до уваги подачу водозабору в перспективі. Якщо при пропуску  $Q_n$  швидкість у водоводах буде більшою від припустимої  $V_{дон}$  (таблиця 5), то в перспективі передбачається додавання оголовків і водоводів, тобто

$$V_n = 4Q_n / \rho D_c^2 \leq V_{дон}.$$

### 1.3.5 Промивання оголовка і трубопроводів (Виконується для руслових водозаборів)

Розраховані самопливні чи сифонні водоводи необхідно перевірити на замулення. Трубопровід не замулюватиметься, якщо виконується умова [3]

$$r \leq 0,11 \left( 1 - \frac{d}{u} \right)^{4,3} \frac{V^3}{gdD_c},$$

де  $\rho$  – каламутність річкової води (за завданням),  $\text{кг/м}^3$ ;  $d$  – середньозважена гідравлічна крупність зависі (за завданням), м/с;  $u$  – швидкість випадання часток зависі, м/с,

$$u = \frac{\sqrt{g}}{C} v,$$

де  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $C$  – коефіцієнт Шезі, визначається за формулою  $C = \frac{1}{n} R^y$ ;

$n=0,012$  – коефіцієнт шорсткості металевих труб;  $R = \frac{D_c}{4}$  – гідравлічний

радіус трубопроводу;  $y=1,3\sqrt{n}$ ;  $V$  – швидкість руху води в трубопроводі діаметром  $D_c$  (м) при розрахунковій витраті, м/с.

Для видалення відкладень із трубопроводу приймається пряме чи зворотне промивання (від насосів станції першого підняття).

Швидкість руху води при промиванні водоводів, м/с,

$$V_{np} \geq A(dD_c)^{0,25},$$

де  $A$  – приймається в межах  $7,5...10$ ;  $d$  – діаметр часток відкладень (визначається за таблицею 1), м;  $D_c$  – прийнятий діаметр самопливного або сифонного водоводу, м.

Витрата води, необхідна для промивання оголовка (грат), може бути прийнята:

для фільтраційних оголовків

$$Q_{np} = (1,5...2) Q_{ав} / N;$$

при прийомі води горизонтально розміщеними гратами

$$Q_{np} = 0,5Q_{ав}/N;$$

при прийомі води вертикально розташованими гратами

$$Q_{np} = 0,75Q_{ав}/N;$$

для рибозагороджувальних касет

$$Q_{np} = Q_{ав} / N.$$

У формулах  $N$  – кількість водоводів.

Якщо потрібної витрати для промивання при роботі робочих насосів досягти не можна, тобто  $Q_P < Q_{np}$  для водозабору I категорії та  $0,7Q_P < Q_{np}$  для водозабору II категорії, слід проектувати водоповітряне чи імпульсне зворотне промивання [3].

### 1.3.6 Розрахунок і вибір сіток

Необхідна площа сіток, м<sup>2</sup>,

$$F_c = 1,25 \frac{Q_P}{V} K^2,$$

де  $1,25$  – коефіцієнт, що враховує засмічення сіток;  $Q_P$  – витрата водозабору на перспективу, м<sup>3</sup>/с;  $V$  – швидкість води в отворах сітки, приймається не більшою ніж 1 м/с [1, п.5.106];  $K=(a+d)/a$  – коефіцієнт стиснення перетину сітки прутками;  $a$  – розмір вічка сітки (2 мм),  $d$  – діаметр прутка сітки (1...2 мм).

Потрібна площа однієї сітки,  $\text{м}^2$ ,

$$f_c = \frac{F_c}{N},$$

де  $N$  – кількість сіток (для водозаборів продуктивністю, більшою ніж  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ , – одна обертова сітка на секцію).

Прийнята за таблицею 6 або [3] плоска сітка повинна мати площу, не меншу від необхідної. Обертову сітку можна вибрати за таблицею 7 чи [3].

Розрахункова висота обертової сітки (висота ділянки полотна, через яке фільтрується вода),  $\text{м}$ ,

$$H_c = f_c / B,$$

де  $B$  – ширина сітки (вибирається за таблицею 7),  $\text{м}$ .

### 1.3.7 Вибір насосів

Кількість робочих насосів звичайно приймається рівною кількості секцій водозабору.

Робочих заглибних насосів може бути 1-3 на секцію водозабору, а резервних при кількості робочих агрегатів однієї групи до 6: 2 – для насосних станцій I категорії; 1 – для насосних станцій II категорії [1, п.7.3].

Варто підібрати насоси на розрахунковий термін і на перспективу. На плані (креслення) та розрізі берегового колодязя (суміщеного типу) показують насос, підібраний на розрахунковий період, а фундамент варто проектувати під насос, підібраний на перспективу.

Для водозабірних споруд роздільного чи суміщеного компонування з полегшеною підземною частиною необхідно визначити позначку осі насоса,  $\text{м}$ ,

$$Z = 2ДР + h_{\text{вак.дон}} - \Delta h - \frac{V^2}{2g},$$

де  $2ДР$  – динамічний рівень води в усмоктувальній камері берегового колодязя при рівні низьких вод у водоймі (дивись п.1.3.9),  $\text{м}$ ;  $h_{\text{вак.дон}}$  – допустима вакуумметрична висота для вибраного насоса (за каталогом),  $\text{м}$ ;  $\Delta h = 1,3(1000i)l$  – утрати напору в усмоктувальному трубопроводі,  $\text{м}$ ;  $1000i$  – втрати напору на 1 км водоводу;  $l$  – довжина всмоктувального трубопроводу;  $V$  – швидкість руху води в усмоктувальному трубопроводі,  $\text{м/с}$ ;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Діаметри всмоктувального та напірного трубопроводу,  $\text{м}$ ,

$$D = \sqrt{\frac{4Q_p}{pNV}},$$

де  $Q_p$  – розрахункова витрата водозабору, м<sup>3</sup>/добу;  $N$  – кількість робочих насосів;  $V$  – швидкість руху води, приймається за таблицею 8, м/с.

Таблиця 6 – Плоскі сітки

Розмір отвору, що перекривається, мм		Маса сітки, кг	Розмір отвору, що перекривається, мм		Маса сітки, кг
ширина	висота $H_c$		ширина	висота $H_c$	
800	1000	53,5	1500	2000	127,5
	1250	61		2500	170,3
	1500	68,7		3000	204
1000	1250	68	1750	2000	159
	1500	88,8		2500	185
	2000	107,3		3000	225
	2500	119,5			
1250	1500	90	200	2500	216
	2000	119		3000	260
	2500	143			

Таблиця 7 – Обертові сітки

Марка сітки	Пропускна здатність, м <sup>3</sup> /с	Ширина полотна, м	Поріг, м	Потужність електро-двигуна, кВт	Примітки
ТЛ-2000 ТЛ-3000	2...6	2	1	1	З лобовим підводом води каркасного типу. Маса до 15 т
		3	1	1	
СВБ-2350	3...5	2	1,25	3	Те ж без-каркасного типу. Маса до 7,7 т
ТН-1500	1...5	1,5	1,15	4	Із внутрішнім підводом каркасного типу. Маса 1,1 т на 1 м відстані між зірочками
ТН-2000	1,5...7	2	1,2	4	
ТН-2500	2...8	2,5	1,7	4	
ТН-3000	2...10	3	1,9	4	

За розрахованими діаметрами підібрати всмоктувальний і напірний трубопроводи із сортаменту сталевих труб, а також засувки та зворотні клапани.

Таблиця 8 – Швидкість руху води в трубопроводах насосних станцій [1]

Діаметр труб, мм	Швидкість руху води в трубопроводах насосних станцій, м/с	
	усмоктувальних	напірних
До 250	0,6...1	0,8...2
Більше 250 до 800	0,8...1,5	1...3
Більше 800	1,2...2	1,5...4

### 1.3.8 Розрахунок водоприймального ковша (для ковшових водозаборів)

Ширина ковша по дну, м, визначається за формулою

$$B_o = \frac{Q_p}{h_{\text{жс}} V_k} - m(2h_m - h_{\text{жс}}),$$

де  $Q_p$  – витрата водозабору на перспективу, м<sup>3</sup>/с;  $h_{\text{жс}}$  – глибина, необхідна для прийому води, встановлюється за п.1.3.2, м;  $V_k=(0,05...0,15)$  м/с – середня швидкість руху води в ковші;  $m$  – коефіцієнт закладення укосів ковша, приймається 1...0,5;  $h_n$  – висота шару наносів, що відклалися, може бути прийнята 0,5 м.

Наноси з ковша видаляються землеснарядом. За умовою його роботи ширина ковша по дну приймається не меншою ніж 5 м.

Повна довжина ковша при низькому рівні води узимку (НРВУ)

$$L = L_1 + L_2 + L_3,$$

де  $L_1$  – довжина вхідної частини водоприймального ковша,  $L_1=(1...1,5)B_{\text{вх}}$ ,  $B_{\text{вх}}$  – ширина входу ковша, на відмітці НРВУ;  $L_2$  – довжина ділянки спливання шуги, може бути прийнята:

- для ковша з низовим входом, висунутим у русло ріки, 5...10 м;
- для ковша, заглибленого в берег, 15...20 м;
- для ковша з верховим входом [3] 20...35 м.

При заборі з ріки більше ніж 50% її витрати при НРВУ необхідно приведені значення збільшити в 1,25–1,5 разу [3].

Довжина частини ковша, в якій відбувається повне звільнення води від шуги,  $m$ , визначається за формулою

$$L_3 = 28,7 \left( \sqrt{b_m^2 + \frac{0,105}{u} Q_P} - b_n \right)$$

де  $u = 0,015 \dots 0,02$  м/с – гідравлічна крупність шуги;  $b_n$  – початкова ширина транзитного струменя в ковші,  $b_n = Q_P / H V_e$ ,  $H$  – глибина на вході в ківш при середніх рівнях води в річці в період шугоходу (можна використати НРВУ), м;  $V_e$  – швидкість входу води в ківш, м/с,  $V_e = (0,4 \dots 0,6) V_P$  – при режимі водообміну,  $V_P = (0,6 \dots 0,9) V_P$  – при режимі розподілу,  $V_P$  – швидкість течії води в річці, м/с.

Режим водообміну характерний для ковшів, що забирають незначну кількість води з ріки. При режимі розподілу відбір води з ріки відносно великий.

Критерієм для визначення режиму водовідбору може бути відношення  $m = V_k / V_e$ . Для ковшів із кутом відведення води  $135^\circ$  при  $\mu \leq 0,04$  буде режим водообміну, при  $\mu \geq 0,132$  – режим розподілу.

При конструюванні ковша варто передбачити кріплення укосів ковша кам'яним насипом чи бетонними плитами, покладеними на щелеву підготовку.

На 1 м вище за НРВУ необхідна берма шириною 2 м. Ширина гребеня дамб ковшів приймається 5 м.

### 1.3.9 Установлення позначок динамічних рівнів води, позначки дна і глибини берегового колодязя

Позначка динамічного рівня води в приймальній камері може бути визначена за формулою (рисунки 2, 3), м,

$$1ДР = НРВ - \Delta h_P - \Delta h_B,$$

де  $\Delta h_P = 0,05$  м – утрати напору в ґратах;  $\Delta h_B$  – максимальні втрати напору в самопливному чи сифонному водоводі (дивись п.1.3.4), м, для берегових водозаборів  $\Delta h_B = 0$ .

Позначка динамічного рівня води в усмоктувальній камері, м,

$$2ДР = 1ДР - \Delta h_C - V^2 / (2g),$$

де  $\Delta h_C = (0,15 \dots 0,3)$  м – утрати напору в сітці;  $V$  – швидкість течії води в усмоктувальному трубопроводі (дивись п.1.3.7), м/с.

Динамічні рівні **1ДР** і **2ДР** необхідно показати на розрізі берегового



де  $A \geq 0,5$  м – глибина затоплення водоводу під 1ДР;  $D_c$  – діаметр самопливного водоводу (для сифонних трубопроводів із вертикальним опусканням  $D_c = 0$ ), м;  $B \geq 0,7$  м – приямок під водоводом.

2. Установка ґрат (для берегового водозабору):  
улітку

$$Z_1 = HPBL - h_{XB} - 0,3 - H_G - B;$$

узимку

$$Z_1 = HPBY - h_L - 0,2 - H_G - B,$$

де  $h_{XB}$  – висота хвилі (за завданням), м; 0,3 – мінімальне затоплення ґрат улітку, м;  $h_L$  – товщина льоду (за завданням), м; 0,2 – мінімальна відстань від верха водоприймального вікна до нижньої крайки льоду, м;  $H_G$  – висота ґрат (дивись п. 1.3.1), м.

3. Установка сітки

$$Z_1 = 2DP - h_3 - H_c - h_c,$$

де  $h_3 = 0,3$  м – затоплення сітки (для обертової сітки  $h_3 = 0$ );  $H_c$  – висота сітки (дивись п. 1.3.6), м;  $h_c$  – поріг обертової сітки (таблиця 7), м, для плоскої сітки  $h_c = 0$ .

4. Робота насосів:

- при вертикальній осі всмоктувального трубопроводу

$$Z_1 = 2DP - 2,8D;$$

- при горизонтальній осі всмоктувального трубопроводу

$$Z_1 = 2DU - 3,8D,$$

де  $D = (1,3 \dots 1,5) D_{vc}$  – діаметр розтруба на початку всмоктувального трубопроводу діаметром  $D_{vc}$  (дивись п. 1.3.7). Для суміщених берегових колодязів, у яких усмоктувальні трубопроводи дуже короткі, можна прийняти  $D = D_{vc}$ ;

- при застосуванні заглибних насосів  $Z_1 = 2DP - 3_H - H_H$ ,

де  $3_H \geq 1$  м – заглиблення насосного агрегату під динамічний рівень води в камері;  $H_H$  – висота насосного агрегату, м.

За розрахункову позначку дна приймається найменша визначена за перерахованих умов.

Для берегових колодязів суміщеного типу, в яких установлені заглибні насоси, можна прийняти позначку дна без урахування умови 4. Але для установки насоса в дно берегового колодязя на потрібну для його роботи глибину влаштовується трубчастий колодязь.

Необхідна глибина колодязя, м,



$$M = Z_3 - Z_1,$$

де  $Z_3 = BPB+1$  – позначка підлоги ( $\pm 0,00$ ) берегового колодязя;  $BPB$  – високий рівень води.

У проекті приймається глибина колодязя, скоректована з урахуванням будівельного модуля 0,6 м.

Усі прийняті й розраховані параметри слід показати на плані та розрізі берегового колодязя (кресленнях).

### 1.3.10 Розрахунок водозабірної споруди на стійкість

У курсовому проекті водозабірна споруда повинна бути перевірена на стійкість за однією з трьох умов:

- 1) стійкість проти перекидання (для перевірки оголовка)

$$K_{\Pi} = \sum M / (P_d b + P_c a) \geq 1,1,$$

де  $\sum M$  – сума моментів вертикальних утримувальних сил (сил ваги) без обліку тимчасових навантажень (грат, трубопроводів, люків, насосів);

$P_d = C \gamma F V_P^2 / (2g)$  – гідродинамічний тиск води;  $C$  – коефіцієнт лобового опору споруди (для ромбічної форми – 0,3, краплеподібної – 0,07, прямокутної – 0,6);

$\gamma = 1 \text{ т/м}^3$ ;  $F$  – площа проекції споруди, нормальної до напрямку потоку ріки, що має швидкість  $V_P$ ,  $\text{м}^2$ ;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $a$  – плече відповідно гідродинамічного і статичного тиску відносно ребра, навколо якого може відбутися перекидання, м;  $P_c = K \gamma H$  – статичний тиск води на підшву споруди;  $K$  – коефіцієнт протитиску (якщо основою споруди є пісок – 0,8, глина – 0,7, супісок – 0,85, скеля – 0,35);  $H$  – глибина води біля споруди, що перевіряється, м;

- 2) стійкість на зрушення (для перевірки оголовків)

$$K_{зр} = (G - P_c) f / P_g \geq 1,1,$$

де  $K_{зр}$  – коефіцієнт стійкості споруди силам, які зрушують її;  $G$  – маса споруди без урахування тимчасових навантажень, т;  $f$  – коефіцієнт тертя підшви споруди об ґрунт (бетон по бетону – 0,5; бетон по кам'яному насипу – 0,6; дерев'яний зруб по піску – 0,4);

- 3) стійкість на спливання (для перевірки стійкості берегових колодязів і дерев'яних оголовків руслових водозаборів)

$$K_{спл} = (G + 0,5T) / (\gamma H_1 F_D) \geq 1,1,$$

де  $G$  – маса споруди без урахування тимчасових навантажень, т;

$T = U (H - 1,5) f_o$  – повна сила тертя стін споруди об ґрунт (для оголовків  $T = 0$ ), т;  $U$  – зовнішній периметр підземної частини, м;  $H$  – глибина підземної частини споруди, м ;

$$f_o = \frac{f_1 h_1 + f_2 h_2 + f_i h_i}{h_1 + h_2 + \dots + h_i} \text{ – питома сила тертя, т/м}^2;$$

$h_i$  – глибина шару ґрунту, м;  $f_i$  – сила тертя бетону об мокрий ґрунт (бетон-пісок 2,4 т/м<sup>2</sup> чи суглинок (глина) 2 т/м<sup>2</sup>);  $H_1$  – глибина занурення споруди під рівень ґрунтових вод або вод у водоймі, м;  $F_d$  – площа дна споруди, м<sup>2</sup>.

### 1.3.11 Розрахунок кріплення берега (чи дна біля оголовка для руслових водозаборів)

Берег зміцнюють із метою:

- 1) захисту берегових споруджень від підмиву чи плину при хвилюванні;
- 2) збереження сприятливих форм русла або ріки узбережжя водоймища;
- 3) захисту дна ріки в оголовку від розмиву плином;
- 4) захисту берега, дна від руйнівної сили льодоходу.

Перевірка розмивання русла чи кріплення берега кам'яним насипом може бути проведена за формулою, наведеною в п.1.2.3.

До складу кріплення, застосовуваного для захисту земляного укосу, входить п'ять конструктивних частин (рисунок 4): 1 – основне покриття, яке захищає від дії хвиль, льоду, швидкої течії; 2 – перехідна частина у вигляді підготовки чи зворотного фільтра; 3 – полегшене кріплення з відповідною підготовкою на укосі та дні; 4 – упор унизу основного кріплення, що запобігає сповзанню; 5 – парапет, котрий дозволяє знизити позначку верхньої границі кріплення.

Основне покриття може бути з монолітного залізобетону з ущільненими швами, зі збірним омоноличуванням, з'єднаним зв'язками з арматури та ущільненням швів, і збірним із відкритими швами, які з'єднуються шарнірними зв'язками з арматури, що додає конструкції гнучкість. Основне покриття може бути виконане з кам'яного насипу (рисунок 5) із використанням несортованого або сортованого матеріалу, причому останній вимагає спеціального технічно-економічного обґрунтування для його застосування.

Перехідна частина кріплення – одношарова з різнозернистого матеріалу чи шарувата з двох-трьох шарів різного за крупністю матеріалу, підібраного за типом зворотного фільтра.

Полегшене кріплення підводного укосу і покриття дна або захисне

навантаження біля оголовка застосовують там, де інтенсивність впливу хвиль, льоду й інших факторів незначна та не потрібне більш капітальне кріплення. Полегшене покриття звичайно виконують з одного шару різнозернистого щебеню, гравію, галечнику чи накидання дрібного каменю, рідше з залізобетонних плит. Полегшене кріплення закінчується зубом і сполучається з упором основного кріплення.

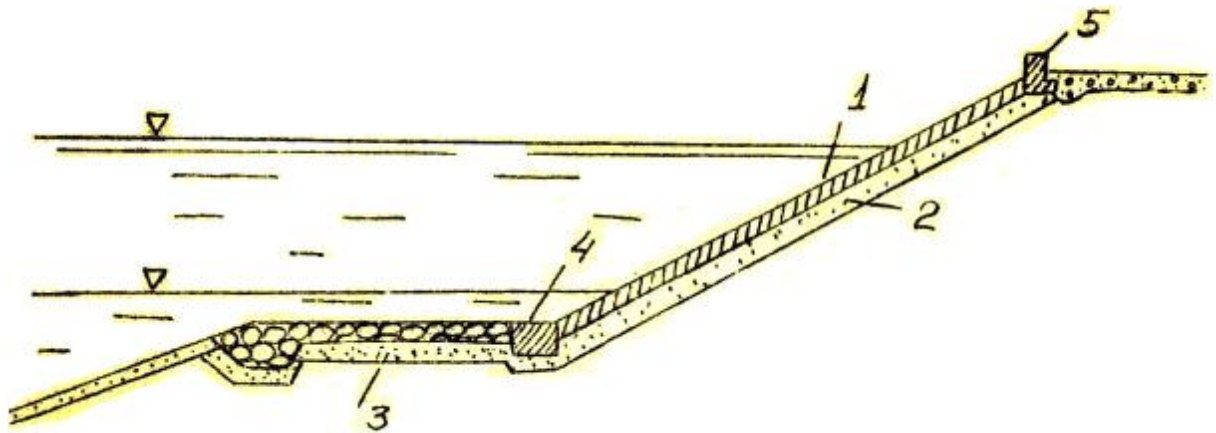


Рисунок 4 – Схема конструкції укісного кріплення з монолітного або збірної залізобетону з підготовкою основи

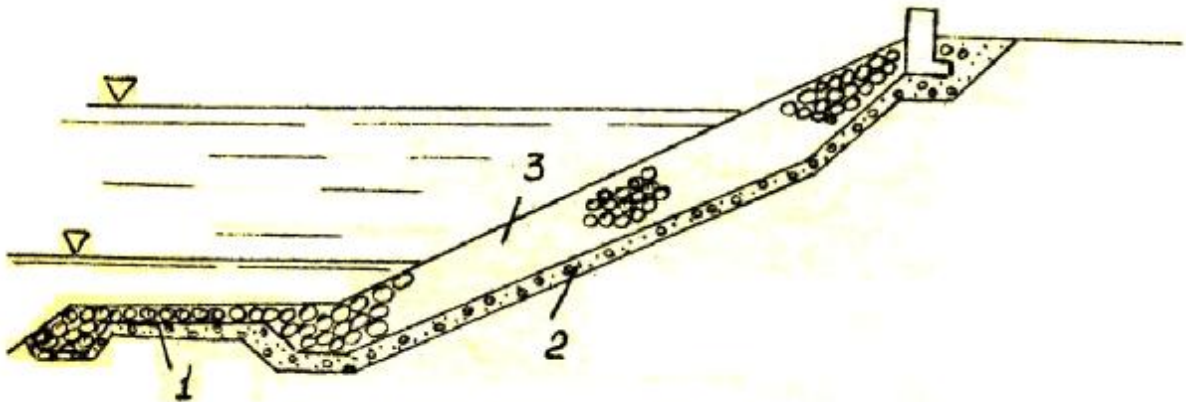


Рисунок 5 – Схема конструкції кріплення укосу з кам'яного насипу: 1 – полегшене кріплення; 2 – підготовка одношарова; 3 – основне покриття з каменю

Упори кріплень при залізобетонних покриттях виконують у вигляді заглиблених у ґрунт залізобетонних плит або залізобетонних блоків, а іноді – кам'яних призм чи ряду паль. Висота упора повинна бути не меншою,

ніж сумарна товщина кріплення і підготовки.

Монолітні суцільні залізобетонні покриття застосовують при висоті розрахункової хвилі, більшій ніж 2 м. Збірні залізобетонні покриття з омонолічуваних плит використовують за необхідності комплексної механізації робіт, скорочення термінів будівництва. Збірні залізобетонні покриття з плит із відкритими швами застосовують при нерівномірності спаду укосу, різких змінах рівнів води, виході на укіс фільтраційних вод. Мінімальна товщина покриття дорівнює 10 см, максимальна – 40 і більше.

Накидання каменю улаштовують при значній агресивності води, підвищених вимогах до довговічності укосу, необхідності зміцнення підводних укосів, провадженні робіт у зимовий час.

Товщина покриття з несортваного каменю приймається за формулою

$$T = (2...2,1)D_{50},$$

де  $D_{50}$  – розмір каменю, якого у несортваному матеріалі для насипу міститься не менше 50%.

Товщина одношарової підготовки під покриття з плит із відкритими швами або отворами повинна бути не меншою ніж 35 см, під кам'яним насипом – не меншою ніж 20 см, під монолітним бетонним кріпленням шар підготовки повинен бути не меншим ніж 15 см. Товщину окремих шарів двох- чи тришарових підготовок приймають не меншою ніж 20 см для ґрунтів із великих брил і щебеню та не меншою за 15 см для крупного піску. З метою економії можливе застосування стрічкової підготовки під швами.

При зміцненні укосів зі зв'язних ґрунтів або ґрунтів, які можуть випинатися в умовах низьких температур, під підготовку варто укласти шар, що утеплює, з різнозернистого піску з урахуванням глибини промерзання.

Параметри і межі кріплення слід показати на плані та розрізі берега.

### 1.3.12 Розрахунок зон санітарної охорони

У проекті необхідно визначити границі поясів зони санітарної охорони джерела водопостачання й описати санітарний режим у зонах [1, п. 10.4].

Границі **першого поясу** зони поверхневого джерела водопостачання, в тому числі водопровідного каналу, повинні встановлюватися на відстанях від водозабору [1, п.10.8]:

для водотоків (ріки, канали):

вверх за течією – не менше ніж 200 м;

униз за течією – не менше ніж 100 м;

по прилеглому до водозабору берегу – не менше ніж 100 м від урізу води при літньо-осінній межені;

у напрямку до протилежного берега: при ширині водотоку, меншій ніж 100 м, – уся акваторія та протилежний берег шириною 50 м від урізу води при літньо-осінній межені й при ширині водотоку, більшій ніж 100 м, – смуга акваторії шириною, не меншою ніж 100 м;

на водозаборах ковшового типу в границю першого поясу включається вся акваторія ковша і територія довкола нього смугою, не меншою ніж 100 м;

для водойм (водоймище, озеро):

по акваторії в усіх напрямках – не менше ніж 100 м;

по прилеглому до водозабору берегу – не менше ніж 100 м від урізу води при нормальному підпірному рівні у водоймищі та літньо-осінній межені в озері.

Границі **другого поясу** водотоку слід установлювати [1, п.10.9]:

вверх за течією, включаючи притоки, – виходячи зі швидкості течії води, усередненої по ширині і довжині водотоку, та часу протікання води від границі поясу до водозабору при середньомісячній витраті води літньо-осінньої межені 95% забезпеченості не менше ніж 5...3 доби, тобто  $L_2 = 86,4 V_{\min p} T$ , де  $L_2$  – відстань від водозабору вверх за течією до границі другого поясу зони, км;  $V_{\min p}$  – мінімальна швидкість течії води в ріці (за завданням), м/с;  $T$  – час протікання води від границі поясу до водозабору (для південних районів не менше ніж 5 діб);

униз за течією – не менше ніж 250 м;

бічні границі встановлюються на відстані від урізу води при літньо-осінній межені – при рівнинному рельєфі – 500 м, при гористому рельєфі місцевості – до вершини першого схилу, зверненого в бік водотоку, але не більше ніж 750 м при пологістому схилі та 100 м при крутому.

Границі **третього поясу** зони поверхневого джерела водопостачання повинні бути вверх і вниз за течією водотоку чи в усі сторони по акваторії водойми такими ж, як для другого поясу; бічні границі по вододілу, але не більше ніж 3...5 км від водотоку або водойми [1, п.10.11].

Для всіх поясів зони санітарної охорони варто передбачати заходи, викладені в [1, п. 10.21–10.30]. На ситуаційному плані креслення слід обов'язково показати всі зони санітарної охорони водозабору.

#### 1.4 Опис архітектурно-будівельної частини поверхневого водозабору

Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення водозабірної споруди слід приймати згідно з [1, п.14.7].

### 1.4.1 Підземна частина водозабору

Підземна частина водозабору виконується з монолітного залізобетону. Будівництво передбачається опускним методом.

Форма в плані підземної частини, як правило, кругла, а за необхідності (за умовами розміщення сіток, ґрат чи насосів) – прямокутна з округленими кутами.

Розміри берегового колодязя визначаються в основному залежно від діаметрів самопливних (для руслових водозаборів), усмоктувальних і напірних труб, розміру насосів (для сумісного компонування), а також іншого технологічного устаткування.

Береговий колодязь повинен мати не менше ніж дві секції, з'єднані під нижнім динамічним рівнем води в усмоктувальній камері пропускним патрубком із засувкою. Діаметр патрубка приймається рівним діаметру всмоктувального трубопроводу. Орієнтовно можна прийняти для водозабірних споруджень при продуктивності:

- до  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$  – круглий у плані береговий колодязь діаметром 4,5 м (внутрішній розмір) і окремо розташовану насосну станцію першого підйому розміром  $6 \times 9$  м;
- $0,2 \dots 1 \text{ м}^3/\text{с}$  – береговий колодязь діаметром 6 м та окремо розміщену насосну станцію першого підйому розміром  $6 \times 24$  м;
- $1 \dots 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$  – суміщений береговий колодязь діаметром 15 м;
- $1,5 \dots 3 \text{ м}^3/\text{с}$  – суміщений береговий колодязь діаметром 18 або 21 м;
- більше ніж  $3 \text{ м}^3/\text{с}$  – суміщений береговий колодязь діаметром 21 чи 24 м.

Розміри прямокутних і діаметри круглих у плані берегових колодязів приймаються кратними 3 м, а по висоті – 0,6 м. При довжині, стороні або діаметрі споруди до 9 м допускається приймати розміри прямокутних споруд кратними 1,5 м, круглих – 1 м [1, п. 14.11].

Товщина внутрішніх перегородок приймається 200...400 мм, зовнішніх стін – 0,6...1,5 м.

Сходи для виходу із заглиблених приміщень приймаються шириною не менше ніж 0,9 м із кутом нахилу, не більшим ніж  $60^\circ$ .

Спуск у прийомні й усмоктувальні відділення берегових колодязів на глибину до 10 м допускається влаштовувати вертикальним по ходових скобах чи драбинках. При цьому на драбинах висотою більше ніж 4 м передбачаються захисні огороження.

При розміщенні арматури, устаткування і трубопроводів ширину проходів між насосами та електродвигунами варто приймати не меншою ніж 1 м; між нерухомими виступаючими частинами устаткування – 0,7 м; між насосами й електродвигунами і стіною – 0,7 м [1, п. 12.2].

Для експлуатації технологічного обладнання, арматури та трубопроводів повинне передбачатися підйомно-транспортне

устаткування, при цьому, як правило, варто приймати: при масі вантажу до 5 т – таль ручну або кран-балку підвісну ручну; при вантажі більше ніж 5 т – кран мостовий ручний; при підйомі вантажу на висоту, більшу ніж 6 м, чи довжині підкранової колії більше ніж 18 м – електричне кранове устаткування [1, п. 12.3].

Для видалення осаду з прийомних і всмоктувальних відділень берегового колодязя передбачуються водострумні насоси (або дренажні насоси при суміщеному компонуванні) з підведенням до приямків напірного трубопроводу діаметром 50 мм від робочих насосів для змулення осаду.

#### **1.4.2 Надземна частина водозабору**

Надземна частина берегового колодязя проектується із цегли чи збірного залізобетону, прямокутна в плані. Розміри її визначаються конструктивними і монтажними розмірами обладнання (пристрої промивання плоских сіток, сітки, що обертаються, контрольно-вимірні прилади (КВП) і щити управління насосами). У водозаборах берегового типу передбачається місце для підйому й очищення решіток усередині будівлі або на технічному балконі.

Висота надземної частини 3,6...9,6 м з інтервалом 1,2 м, відстань між стінами в осях кратна 3м (6, 9, 12, 18), перекриття плоске однохиле з похилом 1,5...12%.

#### **1.4.3 Опис оголовка (для руслових водозаборів)**

Необхідно описати форму (тип) оголовка, матеріал (дерево, бетон, залізобетон), із якого виготовлено його тіло, розміщення водоприймальних отворів, кількість і розміри решіток, конструкцію фільтра (для фільтрувальних оголовків), сполучення оголовка із самопливними трубопроводами.

#### **1.4.4 Короткі рекомендації з технології провадження робіт і експлуатації водозабірної споруди**

Потрібно описати спосіб зведення берегового колодязя (з осушення ґрунту, в котловані, опускним способом), оголовка, його доставку до місця встановлення, прокладення самопливних або сифонних трубопроводів.

Необхідно дати рекомендації із застосування рибо- та шугозахисних споруд і заходів щодо боротьби з наносами.

### 1.4.5 Рибозахист

Перш за все необхідно з'ясувати, чи потрібні в проєкті спеціальні рибозахисні споруди або заходи.

Рибозагороджувачі можна не передбачати, якщо швидкість втікання води в решітку в 3 рази менша за мінімальну швидкість течії в річці або забір води ведеться фільтрувальним оголовком.

У проєкті можуть бути застосовані такі види рибозагороджувачів [2]:

- механічні – сітки плоскі, що встановлюються замість решіток у межах на малих водозаборах (подачею до 0,2 м<sup>3</sup>/с під час скочування молоді риб; сіткові каркаси, які розташовуються впоперек підвідних каналів або ковшів чи закривають вхідні вікна берегових водозаборів; фільтрувальні касети, заводи;
- гідравлічні – зависі з повітряних бульбашок або струменів води;
- фізіологічні – пристрої, що створюють електричне поле навколо оголовків чи на вході в береговий водозабір.

### 1.4.6 Захист від шуги

За наявності великої кількості шуги і при прийомі води за складних природних умов водозабором середньої продуктивності (3...6 м<sup>3</sup>/с) найбільш ефективним є розміщення водозабору в ковші.

При невеликій кількості шуги необхідно передбачити декілька з перерахованих далі споруд і заходів:

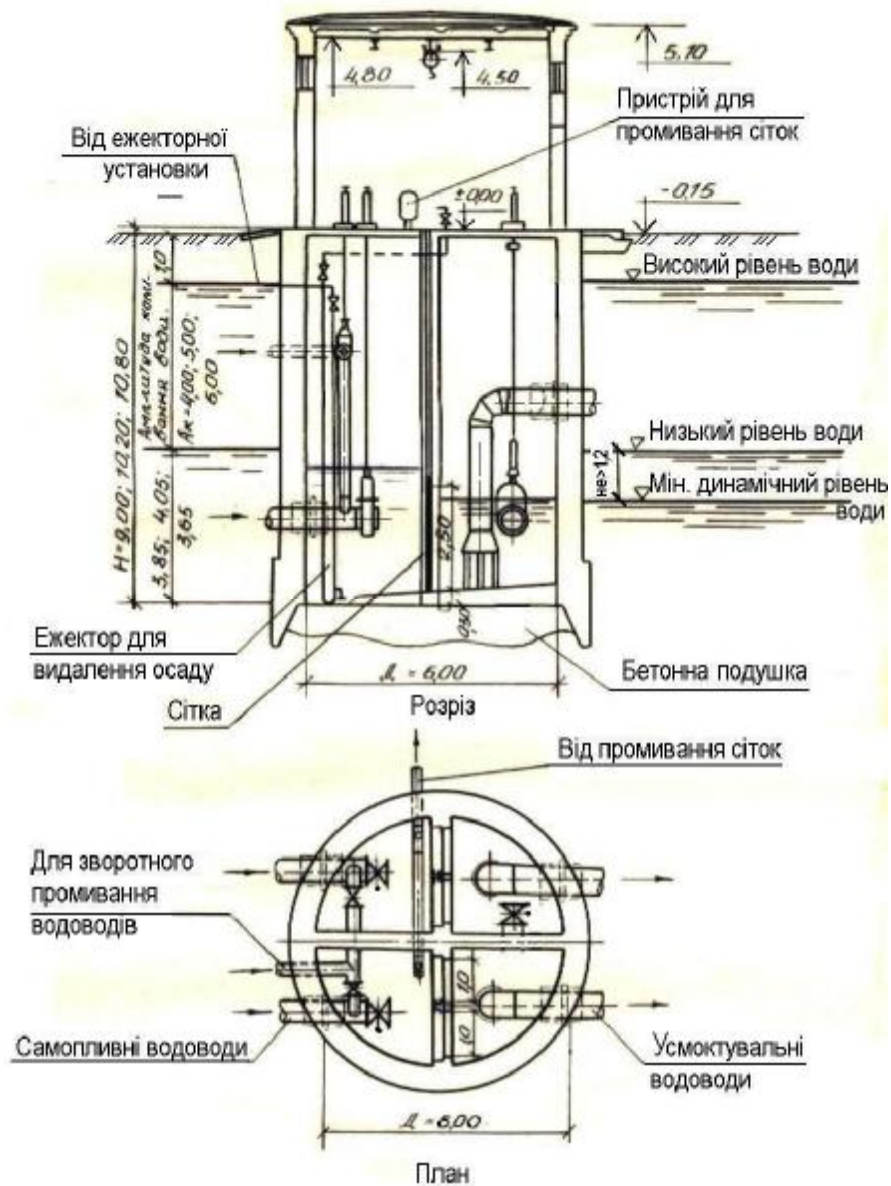
- вибір місця водозабору з мінімальним нагромадженням шуги;
- використання фільтрувального оголовка;
- застосування біля водозабору струмененапрямних споруд (дамби, заводи);
- гідрофобізація стрижнів решітки (покриття бітумними фарбами, ебонітом, поліетиленом);
- електрообігрів решіток;
- підведення до водоприймальних отворів теплої води, пари або стисненого повітря;
- зворотне імпульсне чи водоповітряне промивання водоводів і оголовків.



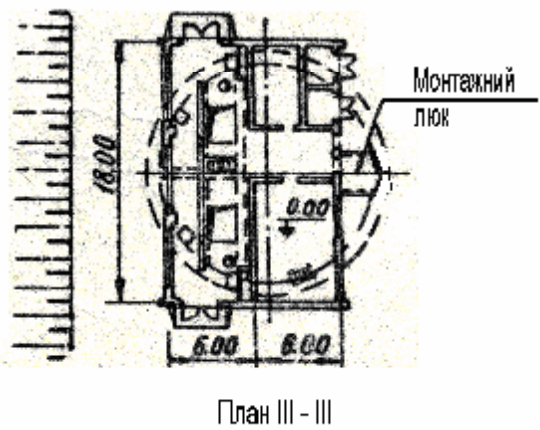
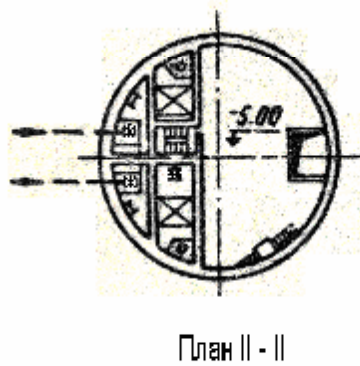
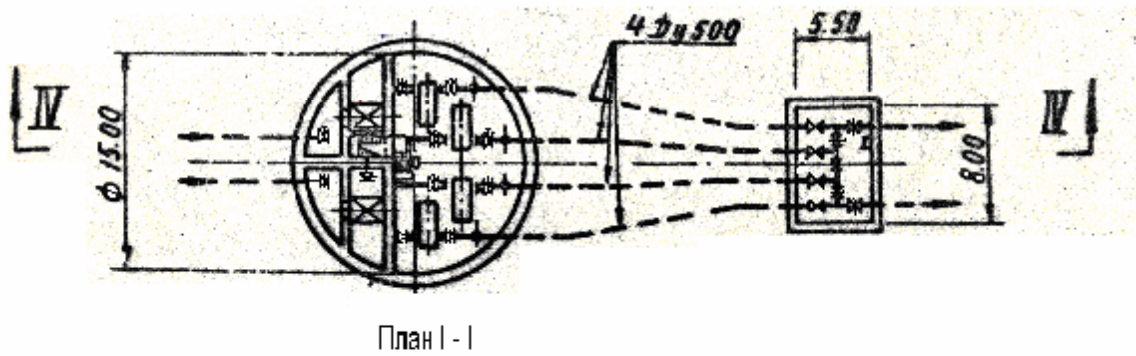
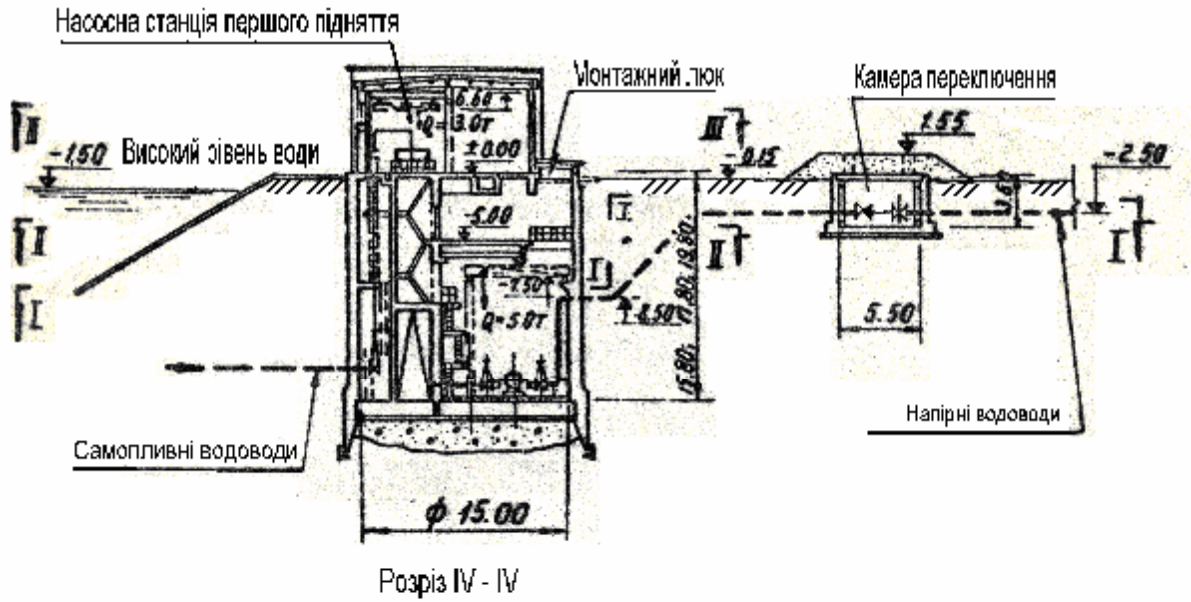
Додаток А  
Паспорт проекту (приклад)

- 1 Продуктивність водозабору,  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$
- 2 Джерело водопостачання – річка
- 3 Тип водозабору – русловий водозабір суміщеного типу
- 4 Оголовок бетонний розтрубний із двостороннім прийманням води
- 5 Довжина самопливних водоводів 75 м, діаметр 0,6 м
- 6 Береговий колодязь діаметром 15 м, глибиною 17,80 м

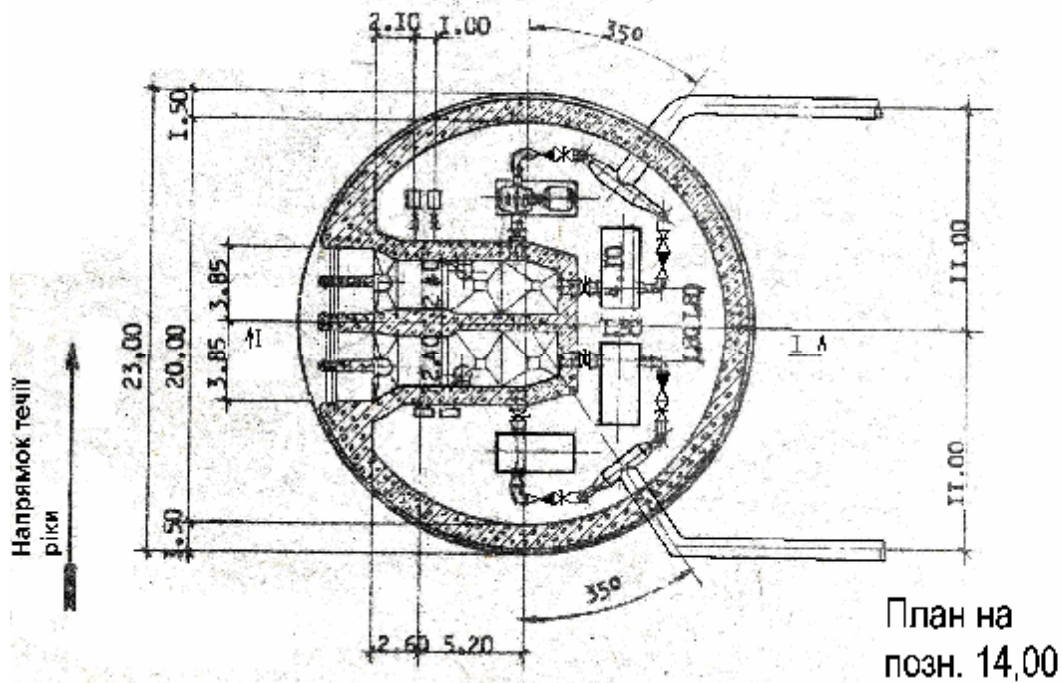
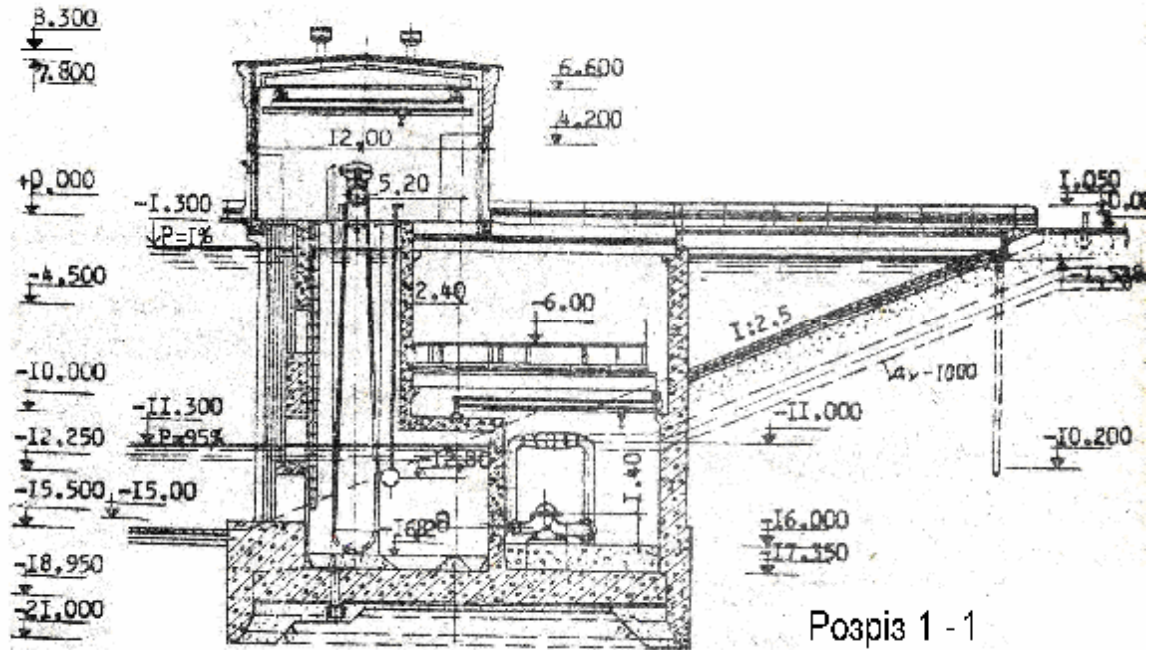
Додаток Б  
Береговий колодязь руслового водозабору  
роздільного типу продуктивністю до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$



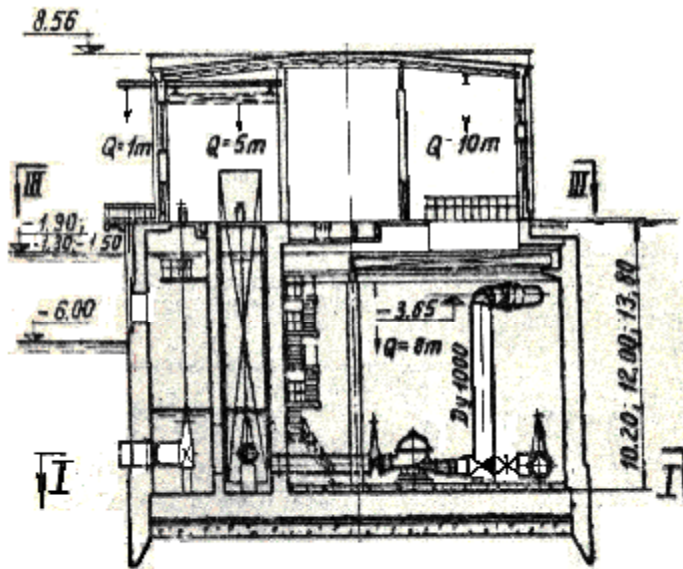
Додаток В  
 Береговий колодязь руслового водозабору  
 роздільного типу продуктивністю до  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$



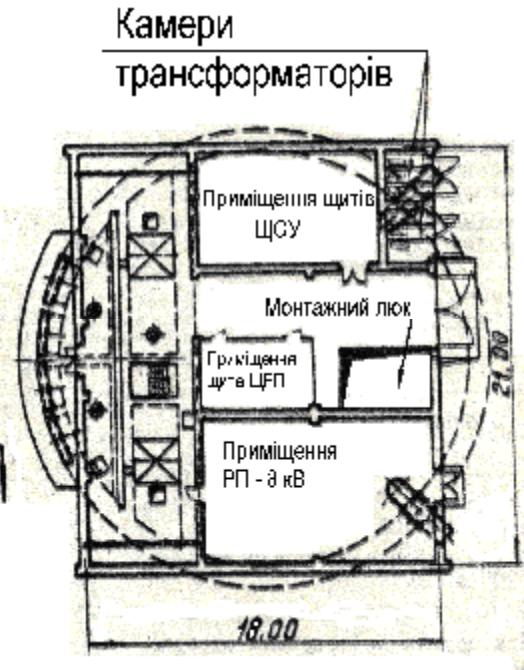
Додаток Г  
Береговий водозабір  
суміщеного типу продуктивністю 3 м<sup>3</sup>/с



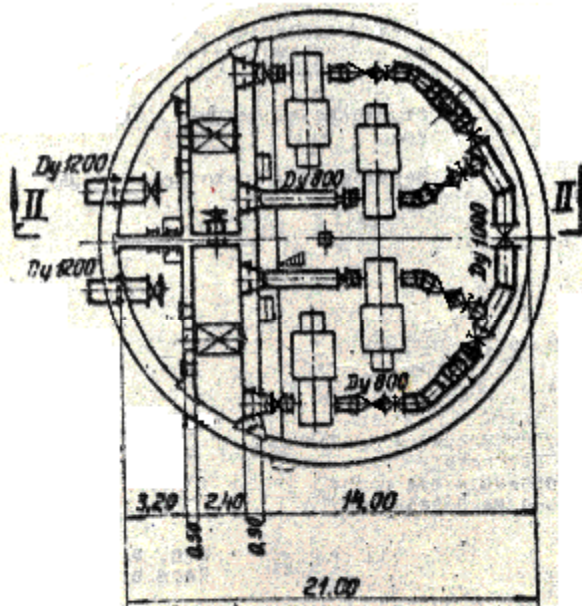
Додаток Д  
 Береговий колодязь комбінованого водозабору  
 суміщеного типу продуктивністю 3-4,5 м<sup>3</sup>/с



Розріз II - II

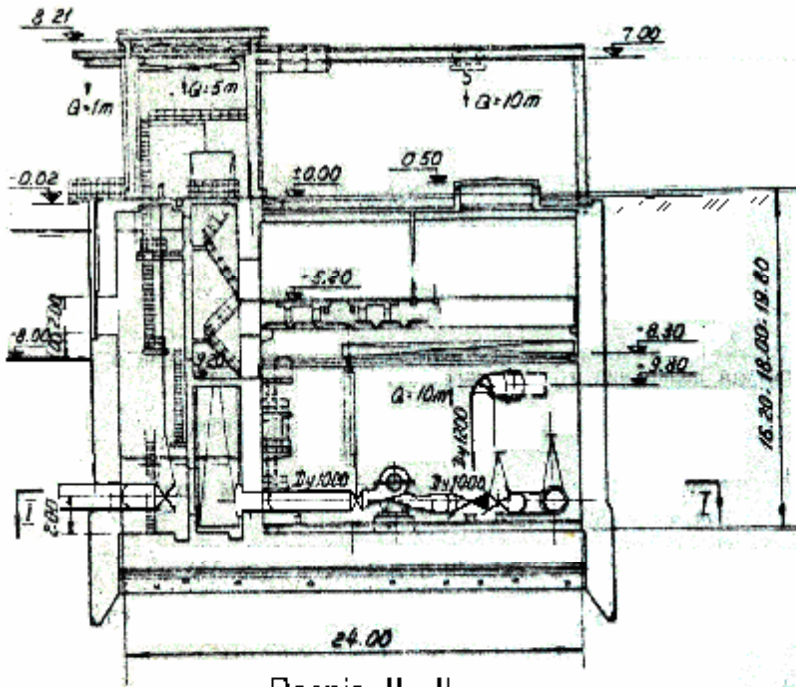


План III - III

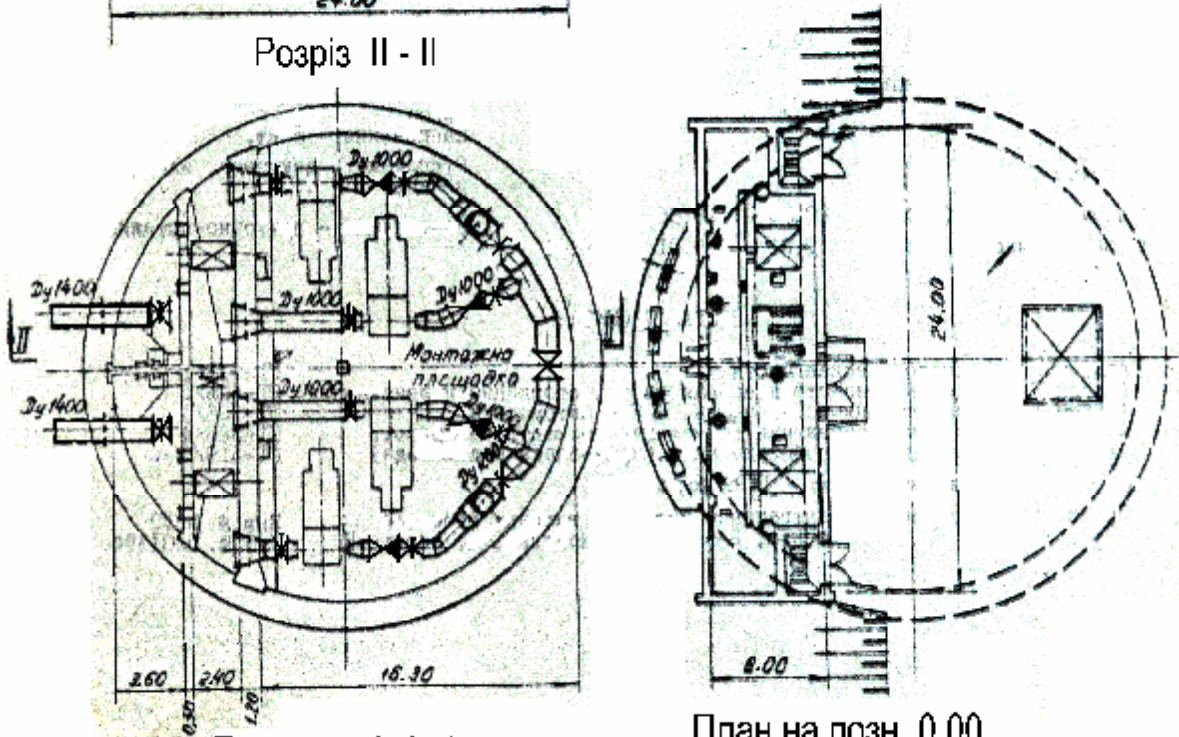


План I - I

Додаток Е  
 Береговий колодязь комбінованого водозабору  
 суміщеного типу продуктивністю 4,5-6 м<sup>3</sup>/с



Розріз II - II



План-розріз I - I

План на позн. 0,00

## ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 131 с.
2. СНиП 2.01.01 – 82. Строительная климатология и геофизика/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 136 с.
3. Тугай А. М. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. – К.: Вища школа, 1984. – 200 с.
4. Проектирование сооружений для забора поверхностных вод: Справочное пособие к СНиП 2.04.02 – 84. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.
5. Хорунжий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 230 с.

## З М І С Т

	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
1	ОПИС ПРОЕКТУ	4
1.1	Обсяг проекту	4
1.2	Рекомендації до вибору й обґрунтування поверхневих водозабірних споруд	7
1.3	Рекомендації до розрахунків поверхневих водозабірних споруд	13
1.4	Опис архітектурно-будівельної частини поверхневого водозабору	29
	ДОДАТКИ	33
	ЛІТЕРАТУРА	38

Водозабірні споруди і бурова справа. Частина 1 Поверхневі водозабірні споруди: Посібник до курсового та дипломного проектування для студентів за напрямом підготовки 6.0926 “Водні ресурси” всіх форм навчання.

І. О. Злобін  
О. Д. Клепіков

---

Комп’ютерна верстка Д. М. Толкачов  
Редактор Я. В. Новічкова  
Коректор Н. О. Янкевич

---

Друк RISO  
Обл.-вид. арк. 2,85

---

Редакційно-видавничий відділ  
Полтавського національного технічного університету  
імені Юрія Кондратюка  
36601, Полтава, пр. Першотравневий, 24  
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції  
Серія ДК, № 932 від 27.02.2002 р.

---

Віддруковано з оригінал-макету РВВ ПолтНТУ