

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проєкту

«ВОДОПРИЙМАЛЬНІ СПОРУДИ З ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ»

(для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітня програма «Цивільна інженерія»)

Харків

ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

2021

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту «Водоприймальні споруди з поверхневих джерел» (для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Цивільна інженерія») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Г. І. Благодарна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 40 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Г. І. Благодарна

Рецензент

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

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол №1 від 27 серпня 2020 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Рекомендації до виконання курсового проєкту.....	5
2 Завдання на курсовий проєкт.....	5
3 Вибір типу і конструкції водозабірних споруд.....	7
4 Гідравлічні та технологічні розрахунки.....	8
4.1 Визначення розрахункових витрат.....	8
4.2 Розрахунок, підбір решіток і сіток.....	9
5 Розрахунок самопливних ліній.....	11
6 Визначення відміток рівнів води у водоприймачі.....	13
7 Ув'язка всмоктувального трубопроводу насосної станції з водоприймачем.....	14
7.1 Підбір насосів і вибір схеми комунікацій насосної станції першого підйому.....	14
7.2 Розрахунок всмоктувальних ліній.....	15
7.3 Визначення позначки осі відцентрового насоса і осі всмоктувального трубопроводу.....	16
8 Визначення будівельних розмірів водоприймача.....	17
8.1 Вибір типу і місця розташування оголовка руслівних водозаборів.....	17
8.2 Визначення характерних позначок і розмірів підземної частини водоприймача.....	18
8.3 Визначення будівельних розмірів підземної частини в плані.....	25
8.4 Визначення будівельних розмірів наземної частини.....	28
9 Видалення відкладень з самопливних трубопроводів, очищення решіток і сіток, видалення осаду з водоприймача.....	29
9.1 Промивання самопливних трубопроводів.....	29
9.2 Видалення забруднень з решіток та сіток.....	30
9.3 Видалення осаду з водоприймача.....	31
10 Підбір допоміжного обладнання.....	32
10.1 Підбір вантажопідйомних пристроїв.....	32
10.2 Підбір арматури.....	33
10.3 Рибозахисні пристрої.....	33
11 Санітарна охорона майданчика водозабору.....	34
12 Будівельна частина.....	34
Список літератури.....	35
Додаток А Таблиці для підбору обладнання та розрахункових даних.....	36
Додаток Б Зразок оформлення титульного аркуша.....	39

ВСТУП

Курсовий проєкт виконується відповідно до навчальних планів різних освітніх програм для спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Цивільна інженерія». У процесі виконання курсового проєкту здобувач застосовує всі отримані знання як за спеціальним курсом «Водозабірних споруд» лекції та практичні заняття, так і за основними технічними та будівельними дисциплінами, а саме: «Інженерна геодезія», «Будівельне матеріалознавство», «Інженерна геологія», «Архітектура будівель і споруд», «Технічна механіка рідини і газу», «Виробнича санітарія систем цивільної інженерії», а також набуті практичні навички щодо розрахунків і проєктування водозабірних споруд.

Під час роботи над курсовим проєктом студент керується відповідними нормами, технічними умовами і ДБН, а також використовує довідники та посібники, рекомендовані в цих методичних рекомендаціях.

Виконання курсового проєкту має на меті навчити студентів проєктувати водозабірні споруди, використовувати набуті навички щодо вибору типу і конструкції водозабору, виробництв необхідних технологічних розрахунків і конструктивного оформлення.

У методичних рекомендаціях наведено порядок виконання курсового проєкту, надано докладні пояснення і хід виконання його окремих розділів із застосуванням необхідних формул, таблиць, посилань на літературні джерела.

Зазначені методичні рекомендації можуть бути також використані під час написання кваліфікаційної роботи здобувача.

1 РЕКОМЕНДАЦІ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Під час розроблення курсового проєкту щодо водозабірних споруд варто проєктувати такий вид, який найбільш буде відповідати завданню щодо проєктування. Розрахункова частина проєкту (роботи) складається на основі наявних норм і технічних умов проєктування водозабірних споруд. У методичних рекомендаціях наведені основні дані щодо проєктування, наведено розрахунки різних водозабірних споруд, їх технологічні і конструктивні рішення.

У завдання зі складання проєкту водозабірних споруд входять такі завдання: вибір типу і місця розташування (майданчика) водозабору; обґрунтування і вибір схеми та конструкції водозабірних споруд; виконання гідравлічних розрахунків основних елементів водозабірних споруд і їх окремих елементів; визначення кількості робочих і резервних водоприймачів і їх елементів; конструювання водозабірної споруди; вибір і компоновання зв'язаних водозабірних споруд комунікацій; встановлення необхідних для надійної експлуатації водозабору пристроїв і пристосувань; установлення меж санітарної охорони для джерела водопостачання і для водозабірної споруди.

Наведено опис зони санітарної охорони водозабірних споруд.

2 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Проектування водозабірних споруд

1. Основний споживач води	–	.
2. Геологічна будова берега	–	.
3. Добове водоспоживання	–	м ³ .
4. Відмітки:		
– дна річки	–	м;
– поверхні землі	–	м.
5. Особливі умови:		
– кількість зважених наносів, ρ	–	кг/м ³ ;
– шуга	–	бал;
– льодостав, h_n	–	м;
– крупність відкладених наносів, d	–	м;
– висота хвилі, h_x	–	м.
6. Гідрологічний режим річки:		
– найнижчий горизонт води (ННГВ)	–	м;
– відмітка нижнього горизонту льодоставу (НГЛ)	–	м;
– найвищий горизонту води (НВГВ)	–	м.
7. Напір насосів для подачі води на ОСВ	–	м.

Склад курсового проєкту

а) Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити:

- титульний аркуш (дод. Б);
- зміст;
- вступ, у який входять аналіз вихідних даних щодо проєктування та інші матеріали, що мають принципове значення для характеристики виконуваного проєкту;
- завдання (вихідні дані);
- обґрунтування вибору джерела водопостачання;
- обґрунтування вибору місця розташування водозабору;
- обґрунтування схеми водозабірної вузла, типу і конструкції водозабірної споруди;
- гідравлічний розрахунок водоприймальних і водопропускних пристроїв водозаборів з призначенням конкретних розмірів відповідних (розрахункових) конструкцій і пристосувань;
- обґрунтування кількості працюючих і резервних водозаборів і їх елементів на підставі надійності і економічності забору води з джерела;
- детальний розрахунок необхідних діаметрів труб, розмірів решіток, оголовків приймальних труб, розмірів прийомних вікон при конструкціях берегових водоприймачів, розмірів плоских або обертових сіток берегових колодязів та водоприймачів і діаметрів всмоктувальних труб насосів;
- визначення втрати напору при русі води в водозабірних спорудах і рівні води при нормальному та аварійному режимах. Аварійний режим передбачає пропуск повного розрахункової витрати води по одній самопливній лінії;
- підбір необхідного вантажопідйомного обладнання;
- обґрунтування розмірів меж зон санітарної охорони та вказівки по їх організації та утриманню;
- в необхідних випадках – визначення і опис (з відповідними розрахунками та обґрунтуваннями) заходів, пристроїв, пристосувань і конструкцій із захисту водозабірних споруд від факторів, що ускладнюють прийом води з джерела.

б) Графічний матеріал.

Графічна частина розміщується на одному аркуші формату А1, де зазначено:

1. Схему водозабірних споруд в плані та профілю в масштабі 1 : 200. На схемі вказуються позначення осей споруд, трубопроводів, діаметри останніх, землі, рівні води тощо.

2. План і розрізи в масштабі 1 : 50 – 1 : 25 основних елементів водозабору (оголовка, водоприймального колодязя) з вказівкою основних розмірів, відміток води і розмірів конструктивних елементів, діаметри трубопроводів, а також вказуються обладнання, арматури та приборів, що розміщено у підземній і наземній частинах водоприймального колодязя.

3. Специфікацію основного обладнання і труб.

3 ВИБІР ТИПУ І КОНСТРУКЦІЇ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД

При виборі типу водозабірної споруди необхідно врахувати різні фактори, серед них: нормативна категорія надійності подачі води, характеристика природних умов забору води, топографічні, гідрологічні, геологічні та гідрогеологічні умови майданчика будівництва, а також характеристики основного насосного обладнання.

Відповідно до заданих умов здобувач повинен вибрати тип водозабірних споруд та їх конструкції. Майданчик під водозабірні споруди (береговий водоприймач, береговий колодязь) і насосна станція 1-го підйому повинні мати позначку, що перевищує не менше ніж на 0,5 м рівень горизонту найвищих вод.

При виборі типу водоприймача варто керуватися даними п. 9.2.1–9.2.4, 9.2.5 і таблицею 12 [1]. Спочатку необхідно встановити ступінь складності природних умов забору води за таблицею 11 [1] і (відповідно) до цього і категорію водоприймача за таблицею 12 [1] або додатком А таблиці А.1, обрати схему водозабору. Якщо при заданій категорії можна обрати декілька типи водоприймачів, вирішальну роль відіграє форма поперечного перерізу русла. Водоприймальні ковші застосовують у складі водозаборів середньої і великої продуктивності I категорії надійності подачі води для боротьби з шугольодовими перешкодами, для забору води при недостатніх глибинах води в водному джерелі і для забезпечення водовідбору, більше ніж $0,25 Q_{\text{мін}}$ в річці. Важливо врахувати також таке: на річках і озерах можуть застосовуватися берегові, руслові або комбіновані водоприймачі.

Водозабір руслового типу переважно застосовується при пологій будові берега в разі порівняно невеликої амплітуди коливання рівня води в річці. Водоприймальні споруди складаються із затопленого оголовка, самопливної лінії, берегового колодязя і лінії, що всмоктує. Оголовок (за своєю конструкцією) повинен бути захищений від пошкодження на судноплавних і сплавних річках. При великій глибині водоймища можливе застосування пристрою незахищеного оголовка у вигляді стояка з розширеним вхідним отвором.

При широкої затоплюваної заплаві річки, коли прокладка самопливних труб на великій глибині небажана, а також при важких ґрунтових умовах (пливуні, скельні ґрунти тощо) доцільно замінити самопливні лінії сифонними трубопроводами, які прокладаються на значно меншу глибину.

Береговий водозабір роздільного типу доцільно застосовувати при високих крутих берегах, значних глибинах в місці його розташування і великих витратах води, яка забирається. До складу споруд входять: незатоплюваний береговий водоприймач, всмоктувальні трубопроводи і заглиблена насосна станція I підйому. За своєю конструкцією берегової водоприймач становить пустотілий устій з бруківці з вхідними вікнами.

Береговий водозабір суміщеного типу доцільно застосовувати при тих же умовах, що і роздільного типу, при відповідних ґрунтових умовах. В цьому випадку насосна станція I підйому поєднується з береговим водоприймачем, що зменшує обсяг споруд і їх вартість, а також довжину всмоктувальних ліній. При складанні берега з твердих порід фундамент насосної станції може бути розташований на більш високій позначці в порівнянні з відміткою фундаменту берегового водоприймача.

Умови застосування водозабірних споруд різних типів визначають за допомогою таблиці А.2 (дод. А).

4 ГІДРАВЛІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

При проектуванні річкових водозаборів гідравлічними розрахунками визначають площу вхідних вікон в оголовку або на передній стінці берегового колодязя, площа пропускних вікон берегового (водоприймальний-сітчастого) колодязя, перекритих плоскими сітками (або робочу площу стрічкових обертових сіток); діаметри самопливних ліній і трубопроводів для подачі промивної води в ці лінії; необхідну висоту берегового (водоприймальний-сітчастого) колодязя.

4.1 Визначення розрахункових витрат

Розміри основних елементів водозабору визначаються гідравлічними розрахунками при розрахунковій витраті води і мінімальному рівні води в джерелі, при цьому розрахунок слід виконувати на умовах нормальної і форсованої роботи елементів водоприймача.

Нормальною робота водозабору води буде при одночасній роботі всіх секцій. У форсованому режимі елементи водозабору працюватимуть при відключенні однієї секції. При цьому відповідно до вимог п. 8.4 [1] зниження

подачі води при I і II категорії надійності не повинно перевищувати 30%.

Розрахунковий витрата секції у нормальному режимі

$$Q_n = \frac{Q_{\text{макс.доб}} \cdot \alpha}{24 \cdot 3600 \cdot n_c}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{макс.доб}}$ – витрата води для доби максимального водоспоживання, м³/добу;

α – коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потреби водозабірних споруд, що дорівнює 1,0–1,3;

n_c – число секцій (з міркувань надійності кількість секцій слід приймати не менше двох).

Розрахункова витрата води однієї секції у форсованому режимі

$$Q_\phi = \frac{0,7 \cdot Q_{\text{макс.доб}} \cdot \alpha}{24 \cdot 3600 \cdot (n_c - 1)}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4.2)$$

Визначення розмірів елементів водоприймача виконують на пропуск витрат Q_n . За витратою Q_ϕ визначають втрати напору в елементах водозабору з метою розрахунку мінімального рівня води в береговому колодязі.

4.2 Розрахунок, підбір решіток і сіток

Площа водоприймальних вікон в оголовку або передній стінці берегового колодязя визначають при роботі всіх секцій водозабору (крім резервних) за формулою:

$$F_s = 1,25 \cdot \frac{Q_n}{V} \cdot K_1, \quad (4.3)$$

де 1,25 – коефіцієнт, що враховує забруднення решітки водоростями і сміттям;

V – допустима швидкість втікання води у водоприймальні отвори берегових незатоплених водоприймачів, без урахування вимог рибозахисту, не повинна перевищувати, що приймається відповідно до [1, п. 9.2.16]:

0,6 – для середніх умов забору води;

0,2 – для важких умов забору води.

Для затоплених водоприймачів:

0,3 – для середніх умов забору води;

0,1 – для важких умов забору води.

K_1 – коефіцієнт збільшення, що враховує заповнення водоприймального отвору стрижнями решітки, що визначається за формулою:

$$K_1 = \frac{a + d}{a}, \quad (4.4)$$

де d – діаметр стрижнів, приймається 6–12 мм;

a – відстанню між стрижнями у світлі, 50–100 мм.

Низькі межі вхідних швидкостей призначаються при значній кількості наносів в джерелі (понад 1 000 мг/дм³ в паводок).

За площею водоприймального вікна призначаються його розміри відповідно до типових грубими ґратами, дані яких наведені у таблиці А.3 (дод. А). Розміри решіток вибирають з таким розрахунком, щоб вони мали невелику масу і були зручні для підйому (їх висота повинна бути більше ширини). При підборі решіток слід враховувати, що в деяких типах оголовків висота вікна менше його ширини, і в одній секції може бути кілька решіток.

При значних коливаннях рівня води в джерелі вхідні вікна у берегових водозаборів розташовують в два яруси, щоб завжди можна було отримати воду кращої якості.

Сітки, через які проходить вода з приймального до всмоктувальне відділення, можуть бути плоскі (підйомні) або обертові.

Обертові сітки слід використовувати в середніх і важких умовах забрудненості джерела згідно з таблицею 11 [1], а також при продуктивності водозабору більше ніж 1 м³/с.

Площа плоских сіток F_c визначають при мінімальному рівні води в сітчастому колодязі за формулою:

$$F_c = 1,25 \cdot \frac{Q_n}{V_c} \cdot K_c, \quad (4.5)$$

де 1,25 – коефіцієнт, що враховує забруднення частини полотна сіток перед їх промиванням;

V_c – допустимі швидкості течії в сітках прийняті рівними 0,2–0,4 м/с – для плоских і 0,4–0,5 м/с – для обертових;

K_c – коефіцієнт, що враховує стиснення отвори сіткою, обчислюють за формулою:

$$K_c = \left[\frac{a+d}{a} \right]^2, \quad (4.6)$$

де a – розмір осередку сітки в світлі, см, для плоских сіток приймається від 2 до 5 мм, для обертових – від 5 до 3 мм;

d – діаметр дроту сітки, см, приймається 1,0–3 мм для плоских сіток і 3–1,2 мм для обертових сіток.

Площа обертових сіток, що занурена в воду, визначається за формулою (4.5) з урахуванням коефіцієнта K_c за формулою (4.6). При установці обертових сіток з внутрішнім і зовнішнім підведенням води величина F_c зменшується вдвічі.

Плоскі сітки підбирають за площею з таблиці А.4 (дод. А), обертові за продуктивністю – з таблиці А.5 (дод. А).

За способом підведення до сіток забрудненої води та відведення від них частин, конструкції обертових сіток можуть бути розподілені таким чином: з лобовим підведенням (по нормалі до полотна сітки); з лобового-зовнішнім підведенням води; з внутрішнім (всередину порожнини, огороженої сіткою) і з зовнішнім підведенням (в зовнішні частини решітчастої камери).

5 РОЗРАХУНОК САМОПЛИВНИХ ЛІНІЙ

Самопливні лінії прокладають в плані і вертикальній площині без різких поворотів, що викликають відкладення наносів, сміття і шуги та ускладнюють промивання і очищення водоводів.

Самопливні лінії з'єднують оголовки і берегові водоприймальні колодязі. Кількість самопливних ліній повинно бути не менше двох (зазвичай їх кількість відповідає числу секцій берегового колодязя). Самопливні лінії укладаються переважно з сталевих труб. Самопливні водоводи в річці повинні бути захищені від підмиву річковим потоком і пошкодження якорями судів. З цією метою їх слід заглиблювати нижче дна не менше ніж на 0,5 м або виробляти обсіпання ґрунтом зі зміцненням його від розмиву (п. 9.2.28 [1]).

Розрахунок самопливних ліній виконують для нормальних і аварійних умов роботи водозабору.

Діаметр самопливної лінії D_c визначають за формулою

$$D_c = \sqrt{\frac{4Q_n}{\pi V_c}}, \text{ м/с}, \quad (5.1)$$

де Q_n – розрахункова витрата водозабору в нормальному режимі, м³/с;

V_c – розрахункова швидкість, м/с; при цьому швидкість руху води в самопливному трубопроводі приймається за п. 9.2.23 і таблицею 13 [1] або таблицею А.6 (дод. А).

Великі значення слід приймати для крупних водозаборів при великому вмісті суспензії і малій довжині ліній. Підвищення швидкості викликає збільшення втрати напору і глибини берегового колодязя.

Втрати напору в самопливних лініях визначаються як для нормального, так і для аварійного режимів роботи водозабору. У цьому разі самопливні лінії, ті що залишилися в роботі (одна відімкнена), повинні забезпечувати пропуск 70 % розрахункової витрати для водозабірних споруд II і III категорії і 100 % для I.

Втрати напору в самопливних і сифонних лініях розраховуються як сума втрат напору по довжині трубопроводу, втрат напору в решітках для затримання сміття, втрат напору на місцеві опори:

$$h_{c.l.} = h_l + h_p + h_m, \text{ м}, \quad (5.2)$$

де h_l – втрати напору на одиницю довжини

$$h_l = i \cdot l, \text{ м}, \quad (5.3)$$

де i – за таблицями Ф.Н. Шевелева [2], в залежності від швидкості і діаметра трубопроводу;

l – довжина самопливної лінії трубопроводу, м.

Довжина самопливної лінії визначається відстанню на поперечному профілі річки між оголовком, який встановлюється в місці, де забезпечується необхідна мінімальна глибина H , і водоприймальних сітчастим колодязем, який встановлюється на незатопленому березі. Довжина ліній не повинна бути більше 100 м. При більшій довжині оголовки наближають до берега, заглиблений дно, або водоприймальних-сітчастий колодязь наближають до оголовка, забезпечуючи одночасно підсипку і вирівнюючи берег;

h_i – місцеві втрати, що складаються з втрати при вході в решітку оголовка, при звуженні труби, в коліні і т.д.

Місцеві втрати напору розраховують за формулою

$$h_m = \sum \zeta \frac{V^2}{2g}. \quad (5.3)$$

де $\sum \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів в фасонних частинах і арматурі;

V – швидкість руху води, м/с;

g – прискорення сили тяжіння, рівне 9,81 м / с².

Значення коефіцієнтів місцевих опорів приймаються такі:

Вхід в трубу без розширення	0,5
Плавно окреслений вхід в трубу	0,1
Приймальна сітка без клапана	2-3
Приймальний клапан з сіткою	5-10
Зворотній клапан.....	1,7
Коліно з кутом 90°	0,5–0,76
Коліно з кутом 45°	0,25–0,30
Для зварних колін коефіцієнт опору слід збільшити на 50 %;	
Перехід звужується	0,1
Перехід розширюється	0,25
Трійник в прямому напрямку	0,1

Трійник в напрямку відгалуження	2,0
Трійник при поділі потоку.....	1,5
Вихід з труби в резервуар.....	1,0
Зварне коліно	1,5
Зварений відведення з кутом 45°	0,45
Засувка (в залежності від ступеня відкриття)	0,15–0,2.

Втрати напору підраховуються як для нормального режиму, так і для аварійного (виключення однієї самопливної лінії на ремонт).

В результаті підрахунку втрат напору визначають самий низький горизонт води в приймальній частині берегового колодязя і відмітка днища колодязя.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ВІДМІТОК РІВНІВ ВОДИ У ВОДОПРИЙМАЧІ

Визначення відміток розрахункових рівнів в береговому водоприймальному колодязі слід проводити при мінімальному рівні в водного джерела за умови відключення однієї секції або відключення однієї самопливної (сифонної) лінії. Відмітки рівнів води визначають з урахуванням втрат напору в решітках, сітках і соматичних трубопроводах.

Відмітка розрахункового рівня води в приймальному відділенні руслового водозабору

$$Z_{\text{ПР}} = Z_{\text{НННГ}} - h_{\text{с.л.}}, \text{ м}, \quad (6.1)$$

де $Z_{\text{НННГ}}$ – відмітка найнижчого горизонту води в джерелі водопостачання, м;

$h_{\text{с.л.}}$ – втрати напору в самопливних лініях, м, які визначені розрахунком раніше.

Відмітка розрахункового рівня води в приймальному відділенні берегового водозабору

$$Z_{\text{ПР}} = Z_{\text{НННГ}} - h_p, \text{ м}, \quad (6.2)$$

де $Z_{\text{НННГ}}$ – відмітка найнижчого горизонту води в джерелі водопостачання, м;

h_p – втрати напору в решітці, можна прийняти рівним 0,05–0,1 м.

Позначку розрахункового рівня у всмоктуючому відділенні для руслового і берегового водозабору розраховують однаково:

$$Z_{\text{ВС}} = Z_{\text{ПР}} - h_c, \text{ м}, \quad (6.3)$$

де h_c – втрати напору в сітці приймається в плоских сітках – 0,1–0,15 м, в обертових сітках – 0,1–0,3 м.

7 УВ'ЯЗКА ВСМОКТУЮЧОГО ТРУБОПРОВОДУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ З ВОДОПРИЙМАЧЕМ

7.1 Підбір насосів і вибір схеми комунікацій насосної станції першого підйому

Вихідними даними для підбору насосів є продуктивність насосної станції і розрахунковий напір (наведений в завданні). Продуктивність станції першого підйому визначається продуктивністю водозабору, яка повинна забезпечувати максимальний добовий витрата води, витрата води на власні потреби водопроводу, поповнення пожежного запасу води в терміни, що встановлюються [1], враховувати можливість перспективи зростання потреби води.

$$Q_{НС-І} = \frac{Q_{max.доб.} \cdot \alpha}{24}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (7.1)$$

де α – коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потреби водозабірних споруд та інші витрати, що дорівнює 1,0–1,3.

Кількість насосних агрегатів приймають за таблицею 33 [1]. Загальна кількість насосів в насосній станції повинна бути не менше трьох.

Схема комунікацій залежить від категорії надійності, кількості насосів і кількості секцій водоприймача. Якщо всмоктуючих ліній дві, а насосів три і більше, то ці трубопроводи об'єднують колектором (наприклад, див. рис. 7.1); при цьому арматура розставляється таким чином, щоб при виході з ладу будь-якого виду обладнання або арматури була забезпечена подача повної (100 %) розрахункової витрати для водозаборів І і ІІ категорій надійності і 70 % – для водозаборів ІІІ категорії надійності [1, п. 7.5].

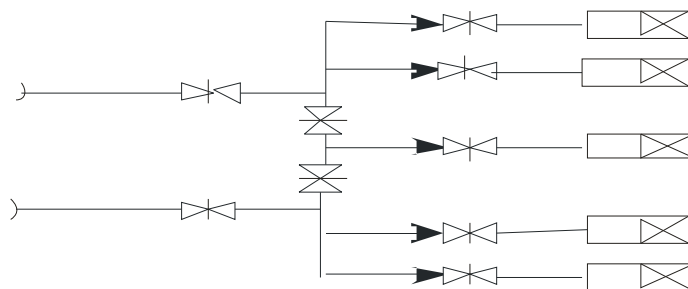


Рисунок 7.1 – Схема розташування комунікацій насосної станції
Розрахункову продуктивність насоса визначають за формулою

$$Q_{нр} = \frac{Q_{НС-І}}{n}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (7.2)$$

де $n_{раб}$ – кількість робочих насосів.

За значеннями $Q_{нр}$ і $H_{нр}$ (див. технічні характеристики насосів) підбираються тип і кількість насосних агрегатів, а також знаходять значення $H_{ВАК}^{дон}$ – допустимої вакуумметричної висоти або $\Delta h_{дон}$ – допустимого кавітаційного запасу.

7.2 Розрахунок всмоктувальних ліній

Розрахунок полягає у визначенні діаметра і втрат напору. Кількість всмоктувальних ліній повинно бути не менше двох. При виключенні однієї лінії друга повинна бути розрахована на пропуск повного розрахункової витрати для I і II категорій надійності і на 70 % розрахункової витрати для III категорії надійності. Якщо кожен насос має самостійну всмоктувальну лінію, її розраховують за розрахунковою продуктивності насоса.

Діаметр всмоктувальних ліній поза насосної станції

$$D_{вс.тр.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{нр}}{\pi \cdot V_{вс.тр.}}}, \quad (7.3)$$

де $Q_{нр}$ – продуктивність насоса, м³/с;

$V_{вс.тр.}$ – розрахункова швидкість у всмоктуючому трубопроводі, м/с.

Діаметр всмоктувальних ліній поза насосної станції визначається при швидкості руху води 1,2–2 м/с, всередині станції 0,8–1,5 м/с ($d = 250$ – 800 мм), 1,2–2,0 м/с (d понад 800 мм). Втрати напору визначаються так само, як і для самопливних ліній, тобто за формулою:

$$h_{вс.тр.} = h_l + h_M, \text{ м.} \quad (7.4)$$

При цьому для розрахунку вибирається найбільш довгий шлях руху води від всмоктуючого відділення до самого віддаленого насоса.

Довжиною всмоктуючої лінії задаємося: для водозаборів роздільного типу приймається: для берегового типу – 15–30 м, для руслового типу – 30–45 м; для суміщеного типу – 8–15 м.

На кінці всмоктувального трубопроводу передбачається патрубок діаметр, якого

$$D_{вс.л.} = (1,3 \div 1,5) \cdot D_{вс.тр.} \quad (7.5)$$

Довжину конічної частини лійки приймаємо:

$$L_{лійки} = (3,5 \div 7) (D_{вс.л.} - D_{вс.тр.}), \text{ м.} \quad (7.6)$$

7.3 Визначення позначки осі відцентрового насоса і осі всмоктувального трубопроводу

Позначку осі відцентрового насоса визначають за формулою

$$Z_{O.H} = Z_{BC} + H_{Г.ВС}, \quad (7.7)$$

де Z_{BC} – мінімальна розрахункова відмітка рівня води у всмоктувальній камері;

$H_{Г.ВС}$ – геометрична висота всмоктування

$$H_{Г.ВС} = H_{ВАК}^{\text{дон}} - h_{\text{вс.мп.}} - \frac{V_{ВС.П}^2}{2g}, \quad (7.8)$$

де $H_{ВАК}^{\text{дон}}$ – допустима вакуумметрична висота всмоктування;

$h_{\text{вс.мп.}}$ – втрати напору у всмоктуючому трубопроводі;

$V_{ВС.П}$ – швидкість руху води у всмоктуючому патрубку насоса

$$V_{ВС.П} = \frac{4 \cdot Q_{\text{рн}}}{\pi D_{ВС.П}^2}, \quad (7.9)$$

де $Q_{\text{рн}}$ – розрахункова продуктивність наносів, м³/с.

Якщо в каталозі наводиться значення допустимого кавітаційного запасу $\Delta h_{\text{дон}}$ замість $H_{ВАК}^{\text{дон}}$, геометричну висоту всмоктування визначають за формулою

$$H_{Г.ВС} = H_A - H_t - h_{\text{вс.мп.}} - \Delta h_{\text{дон}}, \text{ м}, \quad (7.10)$$

де H_A – напір, відповідний атмосферному тиску в районі, де встановлений насос, залежить від висоти установки насоса над рівнем моря (для висоти 300 м $H_A = 10$ м);

H_t – напір, відповідний тиску пароутворення рідини, залежить від температури (для $t^0 = 20$ °С, $H_t = 0,24$ м);

$\Delta h_{\text{дон}}$ – кавітаційний запас, м. вод. ст.

Відмітка осі всмоктувального трубопроводу в точці перетину з віссю стіни водоприймача визнається за формулою

$$z_{\text{перес}} = z_{O.H} - R - \frac{D_{\text{вс.мп.}} - D_{ВС.П}}{2} - i \cdot l_{ВС}, \text{ м}, \quad (7.11)$$

де R – відстань від осі насоса до осі всмоктувального патрубка насоса, м, залежить від марки насоса (див. характеристики насоса [2] стор. 236–239);

$i \geq 0,005$ – ухил всмоктуючого трубопроводу;

$D_{\text{вс.мп.}}$ і $D_{ВС.П}$ – діаметри всмоктуючої труби і патрубка насоса, м;

$l_{ВС}$ – довжина всмоктувального трубопроводу від насоса до водоприймача, м.

8 ВИЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗМІРІВ ВОДОПРИЙМАЧА

Висота розташування вхідних вікон берегового водоприймача над дном водойми і низу оголовок самопливних ліній залежить від кількості наносів, глибини водойми та інших факторів і не повинна бути менше 0,5 м для річок з природним режимом і 1,0 м для водосховищ. Верх нижніх вікон в береговому водоприймачі і вхідних вікон в річкових оголовках, щоб уникнути їх обмерзання, поміщають не менше ніж на 0,2 м нижче нижньої кромки льоду при найнижчому горизонті льодоставу і не менше ніж на 0,3 м нижче горизонту найнижчих вод річки¹.

8.1. Вибір типу і місця розташування оголовка руслових водозаборів

Типи оголовок визначаються умовами забору води та характером водойми. Розміри оголовок залежать від розмірів і кількості решіток і діаметра самопливних ліній. Підбір оголовок може бути проведений за таблицею 10 [3] залежно від продуктивності водозабору, природних умов забору води, мінімальної глибини води в річці.

Розміри решітки, що затримує сміття обов'язково прив'язуємо до розмірів стандартного оголовка (рис. 8.1)

$$h_o = H - h_{nl} - h_n, \text{ м}, \quad (8.1)$$

де H – висота оголовка над поверхнею землі, м (залежить від конструкції оголовка);

h_{nl} – відстань від верху водоприймача до водоприймального отвори (товщина плити); $h_{nl} = 0,2 \div 0,3$ м (залежить від конструкції оголовка);

h_n – відстань від дна до низу водоприймального отвори (поріг водоприймальних отворів) – не менше 0,5 м. З урахуванням можливого відкладення наносів у водоприймача і для зменшення надходження води з природних шарів, що мають велику каламутність, зазвичай призначають $h_n = 0,7 \div 1,5$.

Мінімальну позначку дна річки в створі водоприймальних вікон в оголовку за умовами можемо знайти розміщення під НГЛ:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{НУЛ}} - 0,9 \cdot h_l - a - h_o - h_n - h_{nl}, \quad (8.2)$$

де $Z_{\text{НУЛ}}$ – відмітка рівня води льодоставу, м;

h_l – товщина льоду, м;

¹ Для захисту від стирання донними наносами або підмиву течією річки самопливні труби повинні бути заглиблені нижче рівня дна водойми.

a – мінімальна глибина від верху водоприймача до нижньої поверхні льоду – не менше 0,2 м (за умовами розміщення під НГЛ) або до улоговини хвилі (при відсутності хвилювання – до рівня води) – не менше 0,3 м (за умовами розміщення під ННГВ).

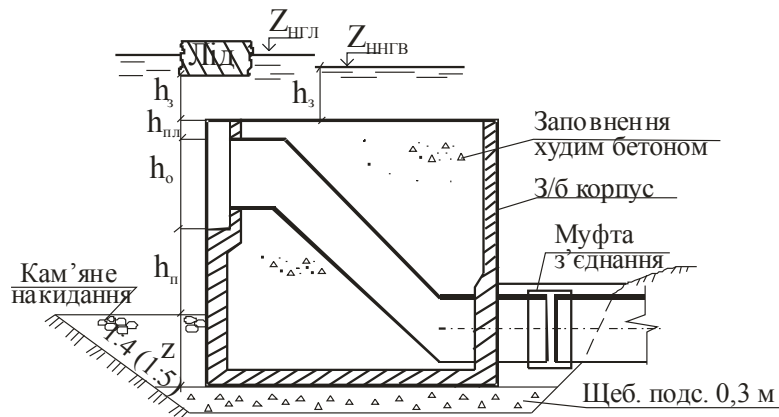


Рисунок 8.1 – Затоплений водоприймач (розріз)

При утворенні хвилювання відстань від рівня води в спокійному стані до найнижчої точки улоговини хвилі орієнтовно може бути прийнято рівною $\frac{1}{2}$ висоти хвилі.

Мінімальна відмітка дна річки в створі водоприймальних вікон в оголовку за умовами розміщення під ННГВ

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{ННГВ}} - 0,5 \cdot h_{\text{в}} - a - h_{\text{o}} - h_{\text{n}} - h_{\text{пл}}, \quad (8.3)$$

де $Z_{\text{ННГВ}}$ – відмітка найнижчого горизонту води, м;

$h_{\text{в}}$ – висота хвилі, м.

8.2 Визначення характерних позначок і розмірів підземної частини водоприймача

А) русловий водоприймач з плоскими сітками (рис. 8.2)

Мінімальну позначку незатопленого берега в місці встановлення водоприймально-сітчастого колодезя знаходимо за формулою

$$Z_{\text{Б}} = Z_{\text{НВГВ}} + h_{\text{в}} + 0,5, \quad (8.4)$$

де $Z_{\text{НВГВ}}$ – найвищий горизонт води, м;

$h_{\text{в}}$ – висота хвилі, м.

Позначка підлоги службового павільйону

$$Z_{\text{n}} = Z_{\text{Б}} + 0,15, \quad (8.5)$$

Позначку верху самопливної лінії в колодезі знаходимо так:

$$Z_{\text{СЛ}} = Z_{\text{ПР}} - 0,5, \quad (8.6)$$

де $Z_{\text{ПР}}$ – рівень води в приймальному відділенні, м.

Відмітка низу всмоктуючого патрубку

$$Z_{н.вс.п.} = Z_{BC} - 2 \cdot D_{BC.П.}, \text{ м}, \quad (8.7)$$

де Z_{BC} – рівень води у всмоктуючому відділенні, м.

Відмітка дна в приймальному відділенні колодязя залежить від того оснащення, яке встановлюється в ньому. Вона визначається двічі: для приємного і всмоктуючого відділень. Для того щоб забезпечити пропуск води через прийняті сітки відмітка дна приймального відділення

$$Z_{дн.пр.} = Z_{сл} - D_c - 0,7, \text{ м}, \quad (8.8)$$

де D_c – діаметр самопливної лінії, м.

Відмітка дна у всмоктуючому відділенні

$$Z_{дн.вс.} = Z_{BC} - 0,2 - H_c - 0,7, \text{ м}. \quad (8.9)$$

або

$$Z_{дн.вс.} = Z_{н.вс.п.} - 0,8 \cdot D_{BC.П.}, \text{ м}. \quad (8.10)$$

де H_c – висота плоскою сітки, м;

$D_{BC.П.}$ – діаметр всмоктуючого патрубку, м.

Завданням пошуку береться менша відмітка з трьох значень і позначається $Z_{дн.к.}$. З метою створення приямка для випадають з води опадів дно берегового колодязя заглиблюється під низом самопливних труб не менше ніж на $0,5 \div 1$ м.

Відмітка низу приямку

$$Z_H = Z_{дн.к.} - 0,5, \text{ м}. \quad (8.11)$$

Глибину колодязя знаходимо

$$H_k = Z_n - Z_H, \text{ м}. \quad (8.12)$$

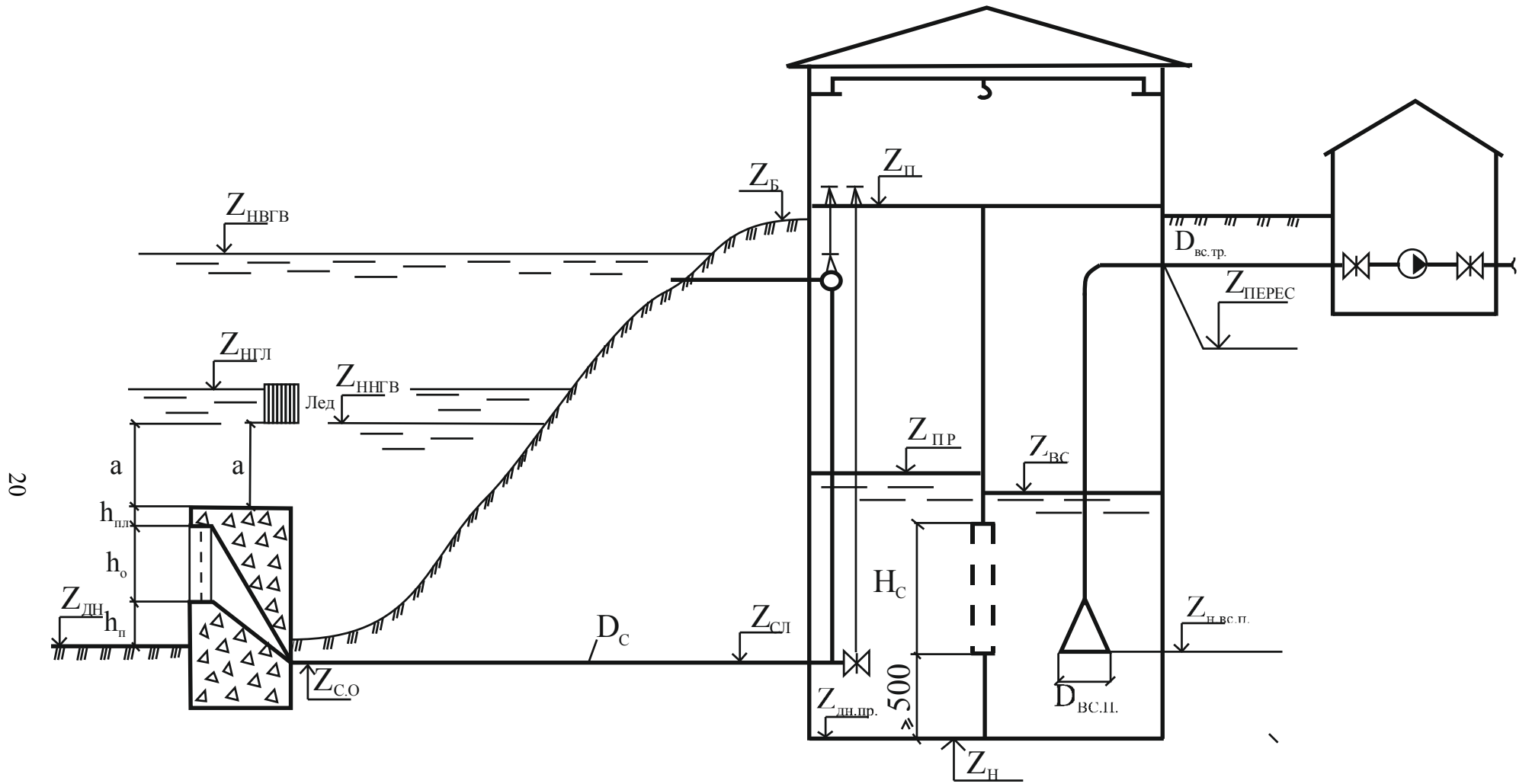


Рисунок 8.2 – Поперечний розріз річки в створі водозабору

Б) Береговий водоприймач з обертовими сітками (рис. 8.3)

За отриманою загальною площею водоприймальних вікон приймають розміри одного вікна H_1 і B_1 , маючи на увазі поділ водоприймача на самостійні секції, причому число секцій має бути не менше двох. Кожна секції ділиться перегородкою на дві частини: приймальну і всмоктувальну.

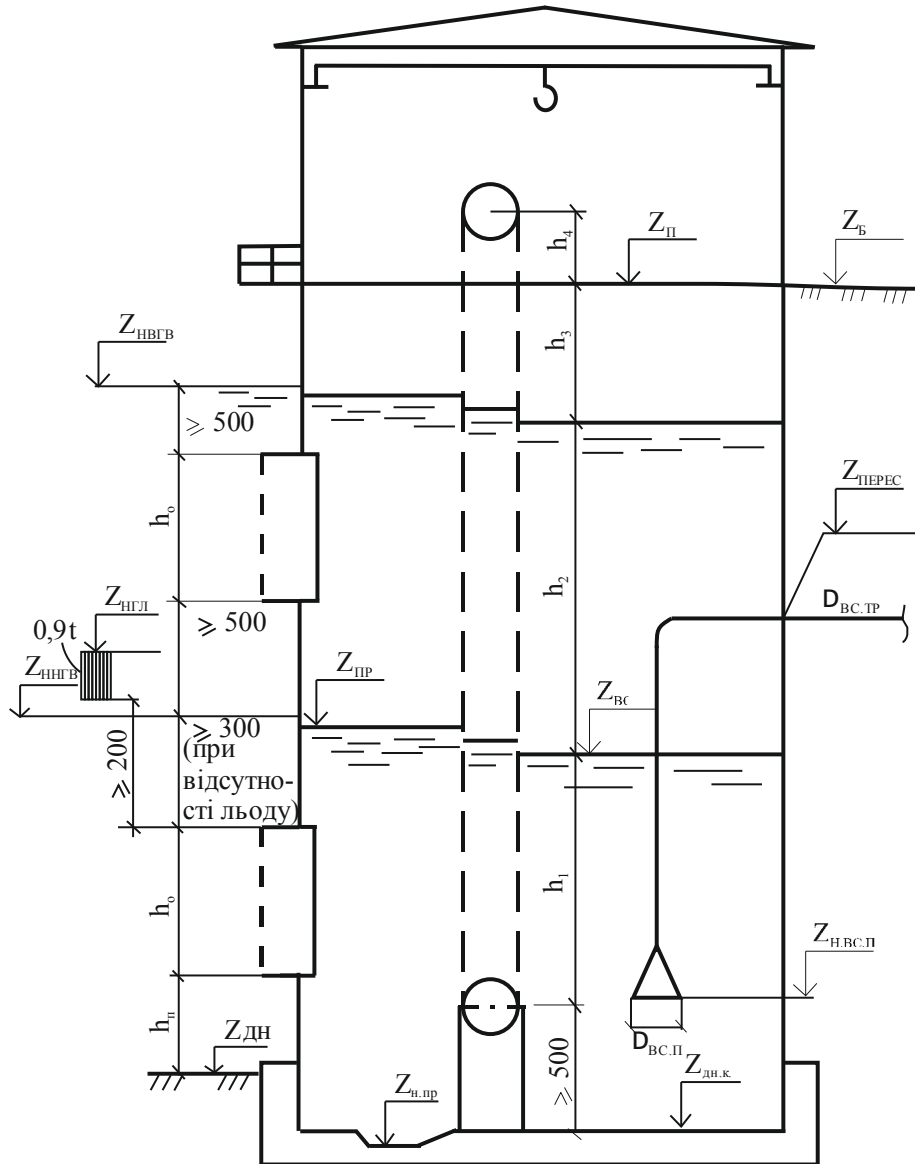


Рисунок 8.3 – Поперечний розріз річки в створі берегового водозабору роздільного типу

Таким чином, мінімальна глибина для розташування чолового боку водоприймача повинна бути

– при найнижчому розрахунковому рівні

$$h_{2л.} = h_n + h_o + a, \quad (8.13)$$

де h_n – відстань від дна до водоприймального вікна, м, що дорівнює ≥ 500 мм;

h_o – висота водоприймального вікна (отвору), м, (визначали раніше);

a – відстань від водоприймального вікна до розрахункового найнижчого горизонту води (ННГВ), м, що дорівнює ≥ 300 мм.

– при найнижчому розрахунковому рівні води під час льодоставу

$$h_{2л} = h_n + h_o + a, \quad (8.14)$$

де a – відстань від нижнього краю льоду до водоприймального вікна, м, що дорівнює ≥ 200 мм.

Отже, позначку дна річки в створі водозабору з умов розміщення водоприймальних вікон нижнього ярусу під ННГВ знаходимо

$$Z_{\partialн} = Z_{ННГВ} - h_{2л}, \quad (8.15)$$

де $h_{2л}$ – мінімальна глибина для розташування лицьової сторони водоприймача при найнижчому розрахунковому рівні, м.

Відповідно позначку дна річки в створі водозабору з умов розміщення водоприймальних вікон нижнього ярусу під НГЛ знаходимо

$$Z_{\partialн} = Z_{НГЛ} - 0,9 \cdot h_l - h_{2л}, \quad (8.16)$$

де $h_{2л}$ – мінімальна глибина для розташування лицьової сторони водоприймача при найнижчому розрахунковому рівні води під час льодоставу, м;

h_l – товщина льоду, м.

Остаточно приймаємо менше значення $Z_{\partialн}$.

Мінімальну позначку незатопленого берега в місці встановлення водоприймально-сітчастого колодязя визначають за формулою (8.4).

Позначку підлоги службового павільйону визначають за формулою (8.5).

Розмір споруди із застосуванням обертових сіток завжди буде більше, ніж з використанням плоских (знімних) сіток, за рахунок влаштування додаткових сіткових камер.

Глибина занурення під розрахунковий рівень h_1 , м, буде становити для сіток:

– із зовнішнім (і внутрішнім) двостороннім підведенням води

$$h_1 = \frac{F_c - \pi BR}{2B}, \quad (8.17)$$

де B – ширина полотна сітки, м;

R – радіус заокруглення сітки, м;

h_1 – глибина занурення сітки під розрахунковий рівень, зазвичай в межах 1,5–7 м.

F_c – площа полотна обертової сітки, м².

– із чоловим підведенням води

$$h_1 = \frac{F_c}{B}, \text{ м.} \quad (8.18)$$

Розраховувавши глибину занурення сітки під розрахунковий рівень h_1 , а також маючи величину заданого для цього джерела коливання рівня h_2 , визначаємо загальну висоту H – відстань між центрами зірочок полотна сітки:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м}, \quad (8.19)$$

де h_2 – коливання рівня води в заданому джерелі, м;

h_3 – запас над максимальним розрахунковим горизонтом води у водоймі (берегової водозабір) або рівнем ґрунтових вод (руслової водозабір), $h_3 = 1 \div 1,5$ м;

h_4 – висота агрегату сітки (відстань від осі верхньої зірочки до статі, на якому встановлюється механізму сітки), м, (з таблиці А.5 (дод. А)).

Відмітка дна в приймальному відділенні колодязя залежить від того оснащення, яке встановлюється в ньому. Вона визначається двічі: для приємного і всмоктувального відділень. Для того щоб забезпечити пропуск води через прийняті сітки відмітка дна приймального відділення повинна бути:

– при використанні плоских сіток

$$Z_{\text{дн.пр.}} = Z_{\text{ПР}} - H_c - (\geq 0,5), \quad (8.20)$$

де $Z_{\text{ПР}}$ – рівень води в приймальному відділенні, м;

H_c – висота плоскої сітки, м;

($\geq 0,5$) – відстань від дна колодязя до початку сітки, м.

– при використанні обертових сіток

$$Z_{\text{дн.пр.}} = Z_{\text{ПР}} - h_1 - h_c - 0,1, \quad (8.21)$$

де h_1 – глибина занурення сітки під розрахунковий рівень (висота робочої частини сітки), залежить від прийнятого типу підведення води (див. (8.17), (8.18)), м;

h_c – відстань від осі нижньої зірочки до дна колодязя, м (з таблиці А.5 (дод. А)).

Відмітка дна у всмоктувальному відділенні при вертикальних всмоктуючих трубопроводах

$$Z_{\text{дн.вс.}} = Z_{\text{ВС}} - 2,8 \cdot D_{\text{ВС.П.}}, \text{ м}. \quad (8.22)$$

або

$$Z_{\text{дн.вс.}} = Z_{\text{н.вс.п.}} - 0,8 \cdot D_{\text{ВС.П.}}, \text{ м}, \quad (8.23)$$

де $D_{\text{ВС.П.}}$ – діаметр всмоктуючого патрубку знаходимо по (7.4), м.

$Z_{\text{н.вс.п.}}$ – відмітка низу всмоктуючого патрубку, м, знаходимо

$$Z_{\text{н.вс.п.}} = Z_{\text{ВС}} - 2 \cdot D_{\text{ВС.П.}}, \text{ м}. \quad (8.24)$$

За розрахункову оцінку дна колодязя $Z_{\text{дн.к.}}$ приймають меншу з відміток $Z_{\text{дн.пр.}}$ і $Z_{\text{дн.вс.}}$, але не менше 0,5 м.

З метою створення приямка для осадів, що випадають з води, дно

або

$$Z_{\text{дн.вс.}} = Z_{\text{вс.}} - 5,7 \cdot D_{\text{вс.тр.}}, \text{ м}, \quad (8.28)$$

де $D_{\text{вс.тр.}}$ – діаметр всмоктуючого трубопроводу, м;

$D_{\text{вс.п.}}$ – діаметр всмоктуючого патрубка, м.

Позначку осі напірного трубопроводу в точці перетину з віссю стіни водоприймача приймаємо нижче глибини промерзання.

8.3 Визначення будівельних розмірів підземної частини в плані

Розміри берегових водоприймачів і берегових колодязів визначаються в основному в залежності від діаметрів соматичних і всмоктуючих труб і іншого технологічного устаткування. Берегові водоприймачі і берегові колодязі повинні складатися не менше ніж з двох самостійних половин.

Підземна частина водоприймачів в плані може мати круглу, квадратну або прямокутну форму. Розміри водоприймача повинні бути такими, щоб були забезпечені можливість монтажу та демонтажу обладнання, зручність і безпеку експлуатації.

А) Русловий водоприймач з плоскими сітками і імпульсним промиванням самопливних ліній (рис. 8.5)

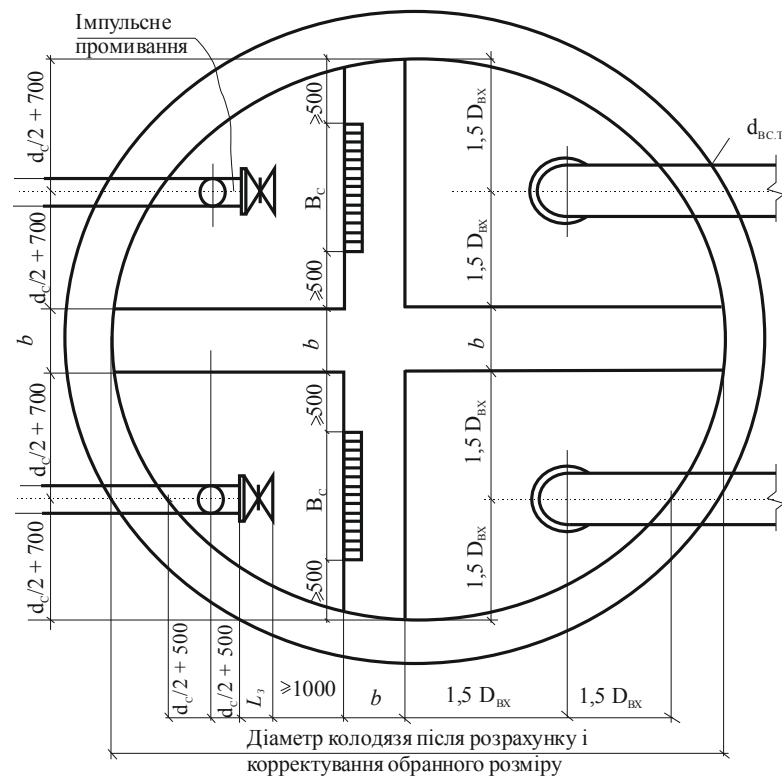


Рисунок 8.5 – План розміщення обладнання в колодязі

На рисунку 8.5 прийняті такі позначення:

D_c – діаметр самопливного трубопроводу, мм;

l_3 – довжина засувки (затвора), мм (слід застосовувати засувки на $P_y=2,5 \text{ кгс/см}^2$) (див. [2]);

H_∂ – ширина сітки, мм;

$D_{BC.П.}$ – діаметр всмоктуючого патрубку, мм;

b – товщина стінки, що не менше 500 мм.

Діаметр колодязя визначається за чотирма ланцюжках:

1) з умови розміщення самопливних трубопроводів

$$D_{кол} = \frac{D_c}{2} + 700 + \frac{D_c}{2} + 700 + b + \frac{D_c}{2} + 700 + \frac{D_c}{2} + 700, \text{ мм}; \quad (8.29)$$

2) з умови розміщення сіток:

$$D_{кол} = 500 + B_c + 500 + b + 500 + B_c + 500, \text{ мм}; \quad (8.30)$$

3) з умови розміщення всмоктуючих трубопроводів:

$$D_{кол} = 1,5D_{BC.П.} \cdot 4 + b, \text{ мм}; \quad (8.31)$$

4) з умови розміщення арматури сіток всмоктуючих трубопроводів в напрямку руху води:

$$D_{кол} = \left(\frac{D_c}{2} + 500\right) \cdot 2 + L_3 + \geq 1000 + b + 1,5 \cdot D_{BC.П.} \cdot 2, \text{ мм}. \quad (8.32)$$

З чотирьох значень діаметрів в проєкті приймаємо найбільше з відповідним коригуванням інших розмірів.

Б) Береговий водоприймач з обертовими сітками роздільного типу (рис. 8.6)

Ширина водоприймача визначається з умов розміщення решіток В1, сіток В2 і всмоктуючих трубопроводів В3.

На рисунку 8.6 прийняті такі позначення:

b_p – ширина решітки, мм;

H_∂ – ширина сітки, мм;

$D_{BC.П.}$ – діаметр всмоктуючого патрубку, мм;

b – товщина стінки, що не менше 500 мм;

R – радіус нижньої зірочки сітки, що обертається, мм.

1) з умови розміщення самопливних трубопроводів або решіток:

$$B_1 \geq 300 + B_p + \geq 300 + b + \geq 300 + B_p + \geq 300, \text{ мм}; \quad (8.33)$$

2) з умови розміщення сіток:

$$B_2 \geq 500 + B_c + \geq 500 + b + \geq 500 + B_c + \geq 500, \text{ мм}; \quad (8.34)$$

3) з умови розміщення всмоктуючих трубопроводів:

$$B_3 = 1,5D_{BC.П.} + 1,5D_{BC.П.} + 500 + 1,5D_{BC.П.} + 1,5D_{BC.П.} \text{ мм}. \quad (8.35)$$

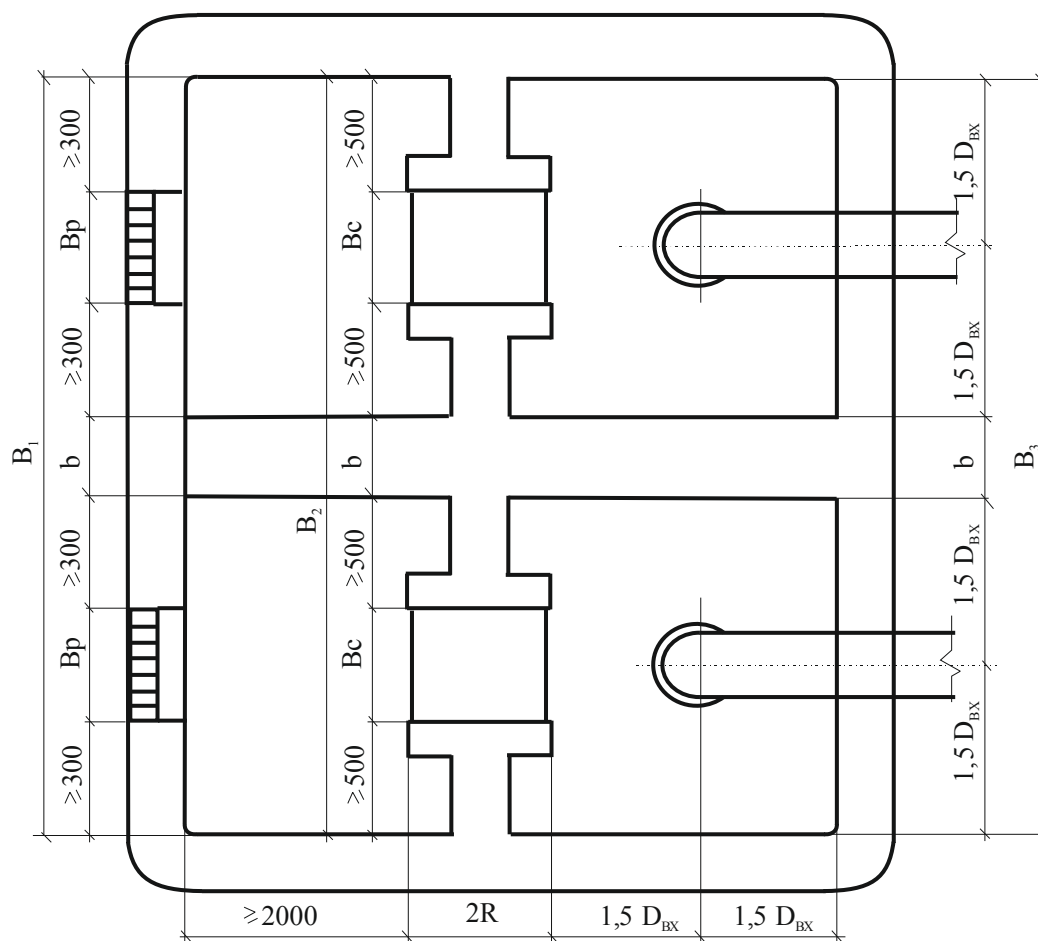


Рисунок 8.6 – План розміщення обладнання у колодязі

З трьох отриманих значень ширини в проєкті (роботі) приймаємо найбільше значення з відповідним коригуванням інших розмірів і визначення довжини. Враховуючи скореговані розміри колодязя можна його прийняти прямокутним або квадратним.

В) Береговий водоприймач з обертовими сітками суміщеного типу (рис. 8.7)

Підземна частина водоприймачів в плані може мати круглу, квадратну або прямокутну форму. Розміри водоприймача повинні бути такими, щоб були забезпечені можливість монтажу та демонтажу обладнання, зручність і безпеку експлуатації.

При суміщеному водозаборі мінімальний внутрішній діаметр колодязя залежить від схеми розміщення насосних агрегатів, трубопроводів, арматури та іншого обладнання і може бути розрахований за формулою (для варіанта розміщення насосів, наведеного на рис. 8.7)

$$D_{\min}^{\text{вн}} = 3 \cdot (l_{\text{н.а.}} + c), \text{ м}, \quad (8.36)$$

де $l_{\text{н.а.}}$ – довжина насосного агрегату, м;

c – монтажні проміжок, $c = 0,7 - 1$ м.

Рекомендовані діаметри колодязів складають 3–6 м для сіткових колодязів і 18–24 м для водоприймачів, суміщених з насосною станцією першого підйому. Розмір колодязя повинен бути пов'язаний з розміром наземного павільйону.

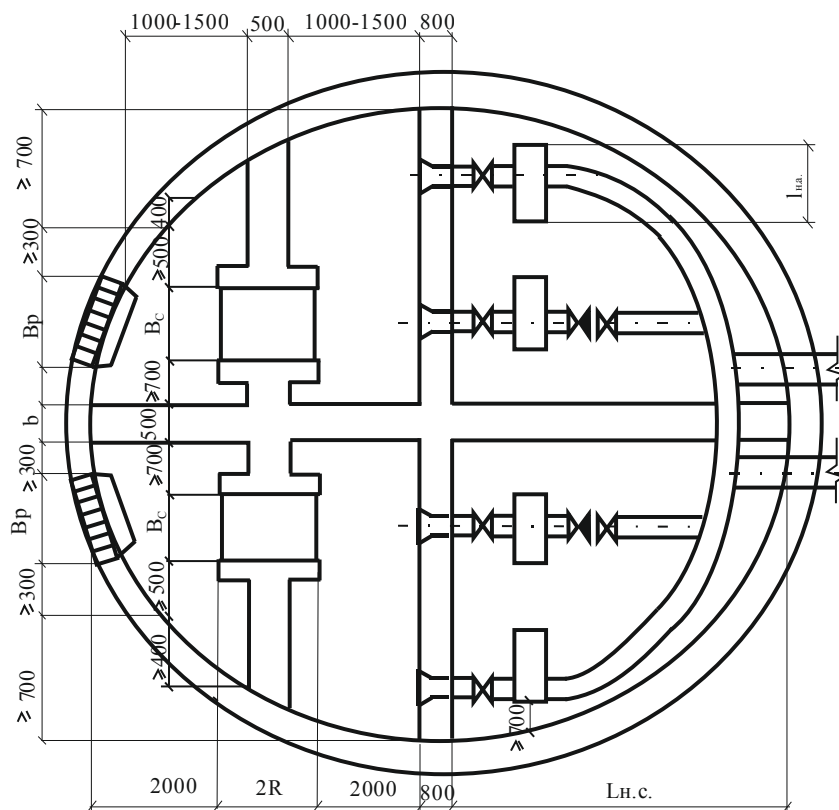


Рисунок 8.7 – План розміщення обладнання в колодязі суміщеного типу

8.4 Визначення будівельних розмірів наземної частини

У павільйоні розміщується обладнання для промивання сіток і чищення решіток, в тому числі екрани для перехоплення струменів промивної води і її скидання в каналізацію. Отже, величина наземної частини знаходиться з умови забезпечення навантаження і вивантаження обладнання та арматури з транспортного засобу або можливості пронесення розвантажувати (завантажене) обладнання над обладнанням, розташованим в службовому павільйоні.

Висота службового павільйону над береговим колодязем, яке обладнане мостовим краном, повинно мати висоту

$$H \geq h_{н.р.} + h_{кр} + h_{стр} + h_{зр.} + h_{об} + 0,5 + 0,1, \text{ м}, \quad (8.37)$$

де $h_{н.р.}$ – висота крана над головою підкранової рейки, м [2, с. 408–420];

$h_{кр}$ – мінімальна висота від зівга гака до головки рейки, м, знаходиться за [2, с. 408–420];

$h_{стр}$ – висота стропування вантажу, приймається рівною 0,5–1 м;

$h_{зр.}$ – висота вантажу, м;

$h_{об}$ – висота обладнання, що знаходиться над підлогою павільйону, м;

0,5 – висота від вантажу до підлоги або до встановленого обладнання, м;

0,1 – висота від низу перекриття до верху конструкції крана, м.

Висота службового павільйону над береговим колодязем, яке обладнане ночінною кран-балкою

$$H \geq h_{к.б.} + h_{кр} + h_{стр} + h_{зр.} + 0,5, \text{ м}, \quad (8.38)$$

де $h_{к.б.}$ – висота монорельсу кран-балки з урахуванням конструкції підвіски його до перекриття, м;

$h_{кр}$ – мінімальна висота від низу монорельса до зіву крюка, м, знаходиться за [2, с. 408–420].

Висота наземної частини повинна бути кратна 1 200 мм.

Розміри наземної частини в плані повинні забезпечувати зручності і безпеку обслуговування встановленого обладнання і арматури і повинні бути кратними 3 000 мм (ширина) і 6 000 мм (довжина); при цьому вони можуть відрізнятися від розмірів підземної частини як в один, так і в інший бік.

9 ВИДАЛЕННЯ ВІДКЛАДЕНЬ З САМОПЛИВНИХ ТРУБОПРОВОДІВ, ОЧИЩЕННЯ РЕШТОК І СІТОК, ВИДАЛЕННЯ ОСАДУ З ВОДОПРИЙМАЧА

9.1 Промивання самопливних трубопроводів

При відносно малих швидкостях руху води в соматичних лініях в них осідають частково зважені речовини. Необхідна періодична промивка.

Найбільшого поширення набула промивання прямим або зворотним струмом води з збільшеними швидкостями. При діаметрі самопливної лінії 600 мм і вище можливо виробляти промивку прямим струмом води, підвищуючи швидкість шляхом відключенням з роботи однієї самопливної лінії і подачею повного або збільшеного витрати в береговий колодязь по лініях, які залишилися в роботі. Очищення самопливних труб діаметром до 500 мм включно рекомендується проводити шляхом зворотного промивання насосами I-го підйому. Для цієї мети повинна бути запроєктована спеціальна промивна лінія від напірних водоводів I-го підйому з відповідним приєднанням до самопливним трубах в береговому колодязі.

Промивний трубопровід приєднується до самопливним лініях в водоприймальній камері перед засувками (тарілчастими клапанами).

Промивна швидкість може бути визначена за формулою:

$$V_{np} \geq A(d \cdot D_c)^{0,25}, \text{ м/с}, \quad (9.1)$$

де A – параметр, що дорівнює $7,5 \div 10$;

d – крупність відквалися наносів, м;

D_c – діаметр самопливного трубопроводу, м.

Діаметр промивного трубопроводу в межах водоприймально-сітчастого колодязя знаходимо за формулою або приймаємо рівним $0,5-0,6D_c$

$$D_{np} = \sqrt{\frac{\omega \cdot 4}{\pi}}, \text{ м}, \quad (9.2)$$

де ω – площа живого перерізу трубопроводу, знаходимо за формулою

$$\omega = \frac{Q_{np}}{v}, \text{ м}^2, \quad (9.3)$$

де v – швидкість руху води промивної води в підвідному трубопроводі приймається $2-3$ м/с.

Q_{np} – витрата промивної води може бути визначена за формулою:

$$Q_{np} = \frac{D_c^2 \pi \cdot V_{np}}{4}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (9.4)$$

9.2 Видалення забруднень з решіток та сіток

При промиванні самопливних трубопроводів зворотним струмом води одночасно видаляються забруднення і з решіток. Для видалення забруднень з решіток застосовується також імпульсна промивка решіток.

Видалення забруднень з решіток берегових водоприймачів здійснюється з балкона механічним шляхом. Видалення забруднень з решіток на оголовках також проводиться механічним шляхом з човнів, при цьому слід мати на увазі, що в період повеней і паводків решітки недоступні для обслуговування.

Розрахункові витрати Q_n для промивання решіток фільтруючих водоприймачів приймають:

а) для ряжевого фільтруючого водоприймача

$$Q_n = (1,5 - 2,0)Q_s; \quad (9.5)$$

б) для отворів, розташованих у вертикальній площині і обладнаних сміттєзатримуючих решіток

$$Q_n = 0,75Q_H, \quad (9.6)$$

де Q_H – витрата води, що забирається одним водоприймальним отвором, л/с.

Частка плоских сіток здійснюється гідравлічним шляхом струменем води. Для цього в службовий павільйон підводиться від напірних водоводів трубопроводів з встановленим на ньому поливальним краном $d = 20 - 50$ мм, до якого приєднується шланг або пожежний рукав з брандспойтом. Для прийому промивної води над підлогою передбачається лоток з трубопроводом, що відводить воду.

Видалення забруднень з обертових сіток проводиться за допомогою промивного трубопроводу $d = 100$ мм, що подає воду з напірних водоводів насосної станції першого підйому. Він розташовується над підлогою службового павільйону всередині сітки і забезпечується гідравлічними насадками або отворами, спрямованими в бік промивають полотнища. Для збору промивної забрудненої води нижче підлоги влаштовується приймальний лоток шириною 400–500 мм, на 100–200 мм більше ширини сітки. Відведення промивної води проводиться з каналізаційного трубопроводу діаметром 200–300 мм.

9.3 Видалення осаду з водоприймача

Для видалення осаду передбачають установку гідроелеваторів або піскові насосів.

Продуктивність гідроелеватора для видалення осаду

$$Q_{EL} = \frac{W_{oc}}{t}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (9.7)$$

де W_{oc} – обсяг осаду, який приймається рівним обсягу однієї секції водоприймальної частини берегового сітчастого колодязя при висоті осаду $h = 0,75 - 1$ м, м^3 ,

t – час видалення осаду, 1 200–1 800 с.

Обсяг осаду

– для круглого колодязя:

$$W_{oc} = \frac{\pi D_k^2 \cdot h}{4 \cdot 4}, \text{ м}^3, \quad (9.8)$$

де D_k – діаметр водозабірної колодязя, м;

– для прямокутного:

$$W_{oc} = \frac{B \cdot L \cdot h}{4}, \text{ м}^3. \quad (9.9)$$

Діаметр трубопроводів, по яких в гідроелеватор подається робоча вода і відводиться від нього пульпа, визначається згідно з витратою води і витратою

пульпи при прийнятих швидкостях (1,5–2 м/с). Необхідна витрата води, який підводиться до гідроелеватор

$$Q_B = \frac{Q_{ЕЛ} \cdot h}{\eta(H - h)}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (9.10)$$

де h – висота підняття води гідроелеватором, м, висота колодязя;

H – напір води, який підводиться до гідроелеватор, м, [2, с. 49];

η – к.к.д. гідроелеватора (0,1–0,25).

10 ПІДБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Підбір решіток і сіток для затримання сміття проведений раніше.

Необхідно також підібрати запірне обладнання (колонок управління засувками і затворами), обладнання для видалення наносів, насоси, підйомно-транспортне обладнання (далі ПТО) і встановлення рибозахисних пристроїв.

Для видалення наносів з берегових колодязів рекомендуються:

при поєднаній компонованні:

– грязьові насоси (при митних джерелах);

– взмучування осаду струменями води з подальшим видаленням його через всмоктувальні лінії насосів (при малокаломутних джерелах);

при роздільному компонованні – гідроелеватори. Технічна характеристика стаціонарних гідроелеваторів приведена в [2, с. 49].

10.1 Підбір вантажопідйомних пристроїв

Вантажопідйомні пристрої використовуються на водозаборах для заміни або очищення решіток, плоских сіток, для монтажу і ремонту обертових сіток, трубопроводів, трубопровідної арматури.

Тип і привід підйомно-транспортного обладнання приймається в залежності від найбільш важкого вантажу, який піднімається (або зусилля для підняття решітки, сітки, плоского затвора, які знаходяться в контакті з водою), висоти підйому і довжини підкранової колії. При масі вантажу до 5 т (або зусиллі до 50 кН) слід приймати таль ручну або кран балку ручну; при масі вантажу більше 5 т – кран мостовий ручний (табл. 8, додаток 1 або [2]). При підйомі вантажу на висоту більше 6 м або при довжині підкранової колії більше 18 м слід приймати електричне кранове обладнання.

Розрахункове зусилля для підйому ґрат, сіток, плоских затворів, які перебувають у контакті з водою,

$$G = (P + q \cdot f \cdot F) \cdot g \cdot K, \text{ кг}, \quad (10.1)$$

де P – маса решітки, сітки, затвора, кг;

q – тиск води на 1 м^2 майданчика решітки при допустимому перепаді $0,5 \text{ м}$, що дорівнює $0,5 \text{ тс/м}^2$ або 500 кг/м^2 , а для сіток при допустимому перепаді рівнем $0,15 \text{ м}$ – $0,15 \text{ т/м}^2$ або 150 кг/м^2 ;

f – коефіцієнт тертя металу по змоченій металу, (для решіток і сіток – $0,44$; для дискових затворів – $0,3$; для поворотних затворів – $0,1$);

F – площа поверхні решітки, сітки, затвора, м^2 ;

g – прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}$;

K – коефіцієнт запасу, який дорівнює $1,5$.

10.2 Підбір арматури

Для відключення самопливних ліній рекомендуються дискові затвори і тарілчасті клапани; засувки застосовуються тільки при заборі води з чистих водойм. Це обладнання підбирається за таблицею VI.19[2, з 327–329].

Арматура підбирається по діаметру і тиску. Засувки слід застосовувати по можливості на тиск $0,25 \text{ МПа}$ ($2,5 \text{ кгс/м}^2$). Управління засувками здійснюється з підлоги службового павільйону за допомогою колонок управління [2, с. 40]. При діаметрі засувок більше ніж 400 мм привід електричний.

Для промивки плоских сіток в службовому павільйоні слід передбачати установку поливального крана $d = 20\text{--}50 \text{ мм}$ зі шлангом довжиною $5\text{--}10 \text{ м}$.

Для перекривання вхідних вікон берегових водоприймачів застосовують щитові затвори, що підбираються за таблицями 11.23, 11.24 [2, С.34–38], такі самі затвори можуть встановлюватися і на перепускних отворах між секціями.

10.3 Рибозахисні пристрої

При проектуванні водозаборів на джерелах, які мають рибогосподарське значення, захист риби від потрапляння її в водоприймач може здійснюватися як з пристроєм спеціальних рибозахисних пристроїв (далі РПУ), так і без них.

Рибозахисні пристрої повинні розглядатися як невід'ємні елементи водозаборів, так як при експлуатації водозаборів риба, особливо молодь, зтягується потоком води в водоприймальні отвори і у внутрішні комунікації, де травмується і гине. У проєкті можуть бути застосовані такі види рибозагороджувачів: плоскі сітки, барабанні сітки, з осередками, відповідними довжині тіла захищаються риб, а також у вигляді фільтруючих елементів водоприймача: фільтри з кам'яної начерки, фільтруючі касети, запані, завіси з повітряних бульбашок або струменів води, електричне поле. При виборі

рибозахисних пристроїв слід користуватися схемами установки ряду рибозагороджувачів приведення в [3, с. 76] або [12, с. 24–30].

11 САНІТАРНА ОХОРОНА МАЙДАНЧИКА ВОДОЗАБОРУ

Для водозаборів систем господарсько-питного водопостачання обов'язково передбачати зони санітарної охорони (далі ЗСО).

Зону санітарної охорони водного джерела влаштовують для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності водного джерела в місці забору з нього води.

Навколо водозабору повинна бути передбачена зона суворого санітарного режиму, де не допускається будівництво, яке не належить до водопроводу, тимчасове або постійне проживання людей, водопій коней і випас худоби, купання, випуск стоків, ловля риби, застосування для рослин отрутохімкатів. При проектуванні зон санітарної охорони рекомендується користуватися [1], п. 15.2.2.1–12.2.2.4.

12 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Водозабірні споруди складається з підземної і наземної частин. Підземна частина всіх водоприймачів влаштовується з монолітного або збірного залізобетону круглої або прямокутної форми в плані, наземна частина – із цегли або зі збірних залізобетонних елементів прямокутної форми в плані.

Вид фундаменту підземної частини визначається способом зведення споруди, який залежить головним чином від геологічних і гідрогеологічних умов будівництва.

Розміри сторін підземної частини прямокутних споруд повинні бути кратні 1 500 мм, що дозволяє використовувати для покриттів типові плити 1,5 × 6 м; конструктивна висота збірних стінових панелей приймається кратною 300 м. При влаштуванні з монолітного залізобетону стін і покриття розміри підземної частини не уніфіковані.

Опускні колодязі круглої форми влаштовуються діаметром 6, 7, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60 м. Глибини колодязів приймаються з кроком 1 м. Осі циліндричного споруди можуть бути суміщені з внутрішньою поверхнею стін при тому, що спирається плит покриття на консолі стінових панелей. Товщина панелей в підземній частині, що влаштовується зі збірних елементів, приймається 300–800 мм, а товщина стін з монолітного залізобетону – 1,5 м.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-74:2013 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2013. – 295 с.
2. Труби, фасонні деталі, арматура та обладнання систем зовнішнього водопостачання і каналізації : Довідковий посібник / М. І. Колотило, І. В. Корінько, І. Л. Копелевич, О. Г. Друшляк, А. М. Колотило, Ю. В. Ярошенко ; Під ред. М. І. Колотило. – Харків : ХТУБА, 2004. – 476 с.
3. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, водопроводных труб / Ф. А. Шевелев. – Режим доступу : читальний зал технічної літератури ХНУМГ ім. О.М. Бекетова [628.1 Ш-37].
4. Тугай А. М. Водопостачання: Водозабірні споруди / А. М. Тугай. – Київ : Вища школа, 1984. – 196 с.
5. Довідник проектувальника: Водопостачання населених місць і промислових підприємств / За ред. І.А. Назарова. – М. : Стройиздат, 1977. – 288 с.
6. Тугай А. М. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання : навч. посібник / А. М. Тугай, В. О. Терновцев, Я. А. Тугай. – Київ : КНУБА, 2001. – 303 с.
7. Водопостачання / А. Я. Найманов та ін. – Донецьк : Норд-пресс, 2004. – 649 с.
8. Тугай А. М. Джерела и водозабірні споруди / А. М. Тугай, Я. А. Тугай. – Київ : УФІ М і Б, 1998. – 192 с.
9. Орлов В. О. Проектування водорозбірних споруд : навч. посібник / В. О. Орлов, С. М. Назаров, В. О. Шадура. – Рівне : УДУВГП, 2002. – 128 с.
10. Центр дистанційного навчання ХНУМГ ім. О. М. Бекетова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cdo.kname.edu.ua>.

ДОДАТОК А

Таблиці для підбору обладнання та розрахункових даних

Таблиця А.1 – Вибір типу водоприймального пристрою

Типи водоприймальних пристроїв	Категорія водозабірних споруд								
	Природні умови забору води								
	легкі			середні			важкі		
	схеми водозаборів								
	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Берегові, незатоплювані водоприймачі з водоприймальними отворами, завжди доступними для обслуговування, з необхідними огорожувальними і допоміжними спорудами і пристроями	І	–	–	І	–	–	ІІ	І	І
Затоплені водоприймачі усіх типів, які віддалені від берега, практично недоступні в окремі періоди року	І	–	–	ІІ	І	–	ІІІ	ІІ	І
Нестационарні водоприймальні пристрої: – плавучі – фунікулерних	ІІ ІІІ	І ІІ	– –	ІІІ –	ІІІ –	ІІ –	– –	– –	– –
<p>Примітка. Таблиця складена для влаштування водозаборів за трьома схемами: схема а – в одному створі; схема б – те саме, але при декількох водоприймачах, обладнаних засобами боротьби із шугою, наносами та іншими перешкодами забору води; схема в – у двох створах, віддалених на відстань, що виключає можливість одночасної перерви забору води.</p>									

Таблиця А.2 – Умови застосування водозабірних споруд різних типів

Тип водозабірної споруди	Область і умови застосування
<p><i>З русловим водоприймачем:</i></p> <p>– роздільного типу;</p> <p>– роздільного типу з сифонними водоводами;</p> <p>– суміщеного типу</p>	<p>Пологий берег; наявність заплавної тераси; відсутність достатніх глибин біля берега; нескельний ґрунт.</p> <p>Амплітуда коливання рівнів води в річці до 6-8 м; допустима висота всмоктування насосів – більше 3-4 м; продуктивність водозабору Q_n до $1 \text{ м}^3/\text{с}$.</p> <p>Велике заглиблення самопливних водоводів на великій довжині; несприятливі геологічні та гідрологічні умови для укладання самопливних водоводів.</p> <p>Амплітуда коливання рівнів води більше 6 м при продуктивності водозабору до $1 \text{ м}^3/\text{с}$; при продуктивності 1-6 $\text{м}^3/\text{с}$ – амплітуда будь-яка</p>
<p><i>З береговим водоприймачем:</i></p> <p>– роздільного типу;</p> <p>– суміщеного типу;</p> <p>– суміщеного типу з додатковим руслових водоприймачем</p>	<p>Наявність достатніх глибин в руслі біля берега; крутий берег; незабруднена води біля берега.</p> <p>Амплітуда коливання рівнів води в річці до 6-8 м; допустима висота всмоктування насосів – понад 3-4 м; продуктивність водозабору Q_n до $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$.</p> <p>Амплітуда коливання рівнів води – будь-яка; продуктивність водозабору – будь-яка; необхідність встановлення насосів під затоку.</p> <p>Забрудненість води (в тому числі бактеріальна) біля берега в межень і відносно невелика забрудненість в паводок; пологий берег; амплітуда коливання рівнів води – будь-яка; продуктивність водозабору понад $1 \text{ м}^3/\text{с}$</p>

Таблиця А.3 – Розміри сміттеутримуючих решіток

Прохідний отвір, мм	400 × 600	600 × 800	800 × 1 000	1 000 × 1 250	1 250 × 1 500	1 500 × 2 000	1 750 × 2 500	2 000 × 2 500	2 500 × 3 000
Маса, кг	20	33	52	94	135	205	420	582	693
Площа вікна, м^2	0,24	0,48	0,8	1,08	1,62	2,58	3,2	4,16	6,24

Таблиця А.4 – Розміри, мм, і маса, кг, сіток знімних плоских

Розміри перекривається отвори, мм		Зовнішні розміри сітки, мм		Маса сітки, кг, при діаметрі дроту 1,2 мм і розмірі осередків 2x2 мм
ширина	висота	ширина	висота	
800	1 000	930	1 130	53,5
	1 250		1 380	61
	1 500		1 630	68,7
1 000	1 250	1 130	1 380	68
	1 500		1 630	88,8
	2 000		2 130	107,3
	2 500		2 630	119,5
1 250	1 500	1 380	1 630	90
	2 000		2 130	119
	2 500		2 630	143
1 500	2 000	1 630	2 130	127,5
	2 500		2 630	170,3
	3 000		3 130	204
1 750	2 000	1 880	2 130	159
	2 500		2 630	185
	3 000		3 130	225
2 000	2 500	2 130	1 630	216
	3 000		3 130	260

Таблиця А.5 – Основні технічні дані обертових сіток

Марка сітки	Пропускної здатності, м ³ /с	Розміри, мм							Маса, т
		H	B	b	h _c	h ₄	h _{об}	R	
ТН-1500	1–5	5 000–20 000	1 500	1 680	1 150	1 200	2 695	730	1,1–1,4 на 1 м відстані між зірочками
ТН-2000	1,5–7		2 000	2 180	1 200	1 150	3 100	730	
ТН-2500	2–8		2 500	2 680	1 700	1 280	2 775	1 075	
ТН-3000	2–10		3 000	3 180	1 900	1 300	2 800	1 425	
ТЛ-3100	2-6	9 000–18 000	3 100	3 420	1 000	2 000	3100	1 000	15
СВБ-2350	3; 5	16 460, 17 680	2 230	2 400	1 250	890	2615	985	7,44; 7,74

Примітка. При продуктивності сіток і відстань між зірочками Н визначаються місцевими умовами в залежності від висоти водозабору і глибини занурення сітки під розрахунковий рівень.

Таблиця А.6 – Швидкості руху води у самопливних трубопроводах

Діаметр водоводів, мм	Швидкість руху води, м/с, в водозаборах категорії	
	I	II і III
300–500	0,7–1	1–1,5
500–800	1–1,4	1,5–1,9
більше 800	1,5	2

ДОДАТОК Б
Зразок оформлення титульного аркуша

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Кафедра водопостачання, водовідведення і очищення вод

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ
з дисципліни
«ВЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД»

Здобувач ___ курсу
групи ЦІ 20___
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія
освітня програма «Цивільна інженерія»
ПІБ

Керівник: доц. Г. І. Благодарна

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Члени комісії _____

м. Харків – 202_ рік

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації

до виконання курсового проєкту

«ВОДОПРИЙМАЛЬНІ СПОРУДИ З ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ»

(для здобувачів вищої освіти всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Цивільна інженерія»)

Укладач **БЛАГОДАРНА** Галина Іванівна

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Г. І. Благодарна*

План 2020, поз. 80М

Підп. до друку 07.12.2021. Формат 60 × 84/16

Електронне видання. Ум. друк. арк. 3,8

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.