

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ  
«Любешівський технічний фаховий коледж  
Луцького національного технічного університету»



## **Інженерні споруди**

### *Методичні вказівки до виконання практичних робіт*

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр  
освітньо-професійна програма Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн  
галузь знань 19 Архітектура і будівництво  
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
денної форми навчання

Любешів 2023

УДК 624(07)  
Ш 71

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

\_\_\_\_\_ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій  
коледжуБібліотекар \_\_\_\_\_ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів будівельних  
дисциплін

протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова циклової методичної комісії \_\_\_\_\_ Данилік С.М.

Укладач: \_\_\_\_\_ О.Ф. Шмаль, викладач

Рецензент: \_\_\_\_\_

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Кузьмич Т.П., методист коледжу

Інженерні споруди [Текст]: Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів  
освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і  
будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Опорядження  
будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. –  
Любешів : ВСП «Любешівського ТФК Луцького НТУ», 2023. – 52 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Інженерні споруди» з  
метою поглиблення теоретичних знань та набуття практичних навичок пов'язаних з  
розв'язуванням конкретних питань, пов'язаних з проектуванням і улаштуванням інженерних  
споруд, містить практичні завдання до тем та перелік рекомендованої літератури.

©Шмаль О.Ф., 2023

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Загальні положення .....  | 4  |
| 1. Інженерні споруди .....  | 5  |
| 1.1. Загальні відомості про інженерні споруди .....   | 5  |
| 1.2. Особливості проектування інженерних споруд. Прив'язка<br>розбивочних вісей .....           | 6  |
| 2. Розрахунково-графічна робота (Р.Г.Р.) .....  | 9  |
| 2.1. Склад і зміст графічної частини .....  | 9  |
| 2.2. Склад і зміст пояснювальної записки .....  | 10 |
| 3. Практичні заняття (П.З.) .....   | 11 |
| 3.1. П.З. № 1. Тема: Підпорні стіни, підвали, канали, тунелі .....                              | 11 |
| 3.2. П.З. № 2. Тема: Ємкісні споруди водопостачання і каналізації.<br>Циліндричні споруди ..... | 14 |
| 3.3. П.З. № 3. Тема: Прямокутні очисні споруди .....  | 18 |
| 3.4. П.З. № 4. Тема: Фундаменти під технологічне обладнання .....                               | 19 |
| 3.5. П.З. № 5. Тема: Відкриті кранові естакади .....  | 21 |
| 3.6. П.З. № 6. Тема: Розвантажувальні залізничні естакади .....                                 | 23 |
| 3.7. П.З. № 7. Тема: Бункери, засіки, силоси і силосні корпуси .....                            | 25 |
| 3.8. П.З. № 8. Тема: Водонапірні вежі. Окремо стоячі опори і<br>естакади .....                  | 32 |
| 4. Самостійна робота студентів .....  | 37 |
| Список літератури .....   | 37 |
| Додаток. Індивідуальні завдання .....   | 38 |

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою викладання дисципліни «Інженерні споруди» є набуття здобувачами знань та відпрацювання навичок проектування з комплексним урахуванням вимог і особливостей споруд.

У роботах розробляють архітектурно-будівельні креслення споруди, розрахунки пропоновані індивідуальним завданням і функціональним призначенням. Проектування інженерної споруди здійснюють на основі «Єдиної модульної системи» (ЄМС) і нормативно-довідкової літератури до даного виду споруди.

Проектування забезпечується теоретичним матеріалом (конспектом лекцій, підручниками, цим навчально-методичним виданням, нормативно-довідковими матеріалами (ДСТУ, ДБНУ, СНіП, ГОСТ), а також директивними матеріалами (див. «Список літератури»).

# 1. ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

## 1.1. Загальні відомості про інженерні споруди

Спецкурс „Інженерні споруди” призначений довести до відома здобувача освіти важливе місце предмета в організуванні професійних знань, умінь та навичок з питань проектування інженерних споруд. Інженерні споруди займають дуже важливе місце в такій системі, як екополіс (місто та його життєзабезпечення, екологію навколишнього середовища, тощо). Інженерні споруди (рис. 1.1.) також будуються на промислових площах (вежі, бункера, пішохідні та транспортні галереї, канали, тунелі, фундаменти під обладнання, естакади, підпорні стіни та інші).

Інженерні споруди класифікують:

- за призначенням;
- за розташуванням;
- за довжиною;
- за конструктивним рішенням;
- за матеріалом;
- за умовам використання.

На кожну інженерну споруду є Державні будівельні норми (ДБН), які використовуються при проектуванні та будівництві інженерних споруд.

## **1.2. Особливості проектування інженерних споруд. Прив'язка розбивочних вісей до конструкцій споруд**

Інженерні споруди проектують на основі Єдиної модульної системи (ЕМС), яка являє собою сукупність взаємного ув'язання розмірів обсягово-планувальних і конструктивних елементів будинків або споруд на основі модуля, що дорівнює 100 мм і похідні від нього.

Модульна система сприяє уніфікації розмірів конструкцій і деталей будинків та споруд і створення єдиної методики складання будівельних проектів. За допомогою вживання модульної системи як під час проектування, так у послідуючому і в будівництві, досягається можливість випуску підприємствами будівельної промисловості мінімального асортименту кожного виду будівельних виробів, а також можливість взаємозамінюємості деталей і конструкцій відповідно місцевим умовам.

В загальному випадку підземні споруди навантажені на рівні контакту подошви фундаменту з ґрунтом: вагою ґрунту, боковим тиском, реактивним тиском на подошву, а також розташованими на поверхні навантаженнями.

Довговічність інженерних споруд залежить також від гідроізоляції підземних частин інженерних споруд, відповідно ДБН.

### **ПРИВ'ЯЗКА РОЗБИВОЧНИХ ВІСЕЙ ДО КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД**

У відкритих прямокутних спорудах розбивочні вісі повинні сполучатися для зовнішніх стін з верхнім зовнішнім ребром панелей, для внутрішніх стін і колон - з їх геометричними вісями (а); в закритих прив'язі розбивочних вісей зовнішніх стін призначають в залежності від прийнятого конструктивного рішення, виходячи з того, щоб було забезпечено надійне опирання конструкцій покриття на стіни.

В циліндричних спорудах розбивочну вісь, відповідно діаметру споруди, сполучають з внутрішньою гранню стін для споруд радіусом кривизни 3 м (б) і з зовнішньою для споруд з великим радіусом кривизни (в).

# ПРОМИСЛОВІ СПОРУДИ

| Група споруди | Інженерні споруди                           | Схеми | Група споруди | Інженерні споруди | Схеми                        |  |
|---------------|---|-------|---------------|-------------------|------------------------------|--|
| I             | Отори під дію напруження                    |       | II            | Конвеєрні телефер |                              |  |
|               | Стяжки                                      |       |               | Водонапірні вежі  |                              |  |
| II            | Каньєли                                     |       | III           | Резервуари        |                              |  |
|               | Тонелі                                      |       |               | Банкери           |                              |  |
|               | Отори під дію світлопунктів, злучкаковидів. |       |               | Білоси            |                              |  |
|               | Окремі стоячі опорні підтримки              |       |               | Очистні споруди   |                              |  |
|               | Стяжки під трубопроводи                     |       |               | IV                | Димарі та вентиляційні труби |  |
|               | Відкриті кранові естакади                   |       |               |                   | Трапирні                     |  |
|               | Розв'язувальні естакади                     |       |               |                   | Підпорні стінки              |  |

Рис. 1.1.

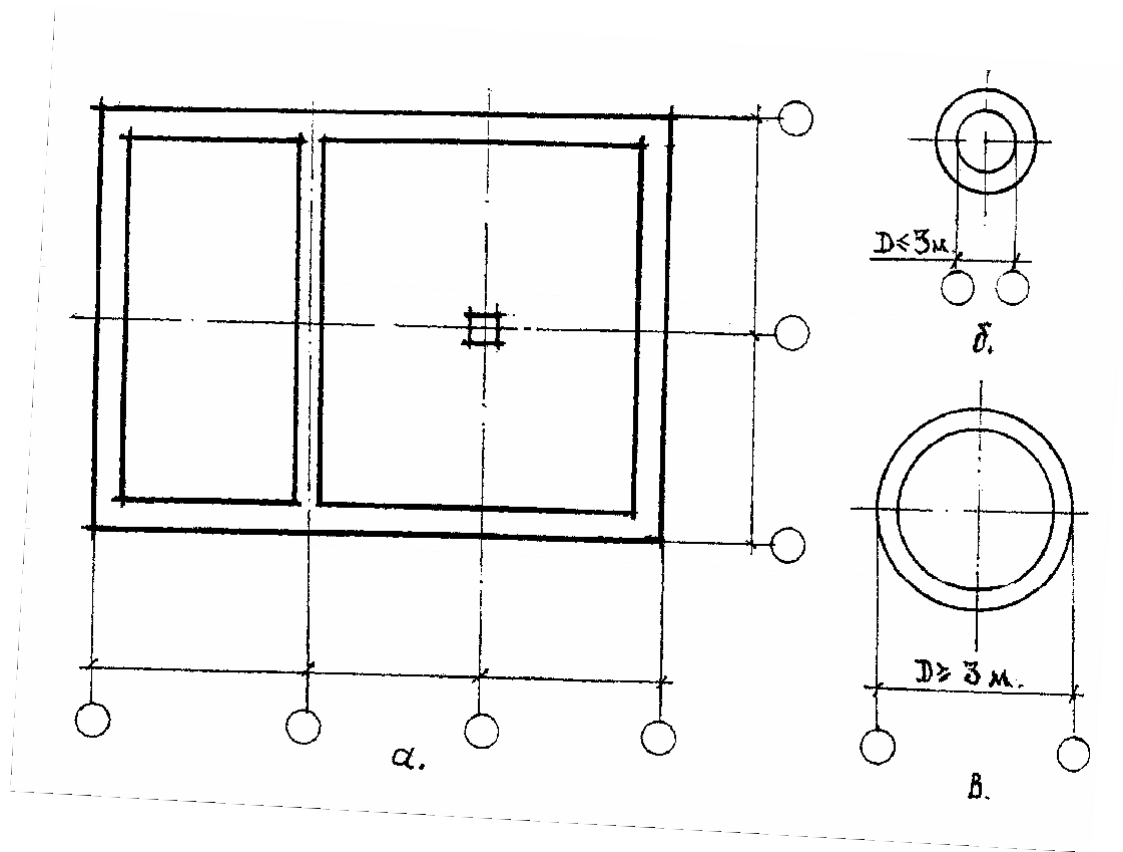


Рис. 1.2 – Прив'язка розбивочних осей до конструкцій споруд:  
 а – прямокутних; б, в – циліндричних відповідно  $d \leq 3\text{ м}$  і  $d > 3\text{ м}$ .

## 2. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА (Р.Г.Р.)

Розрахунково-графічна робота складається з графічної частини і текстової частини.

### 2.1. Склад і зміст графічної частини

У розрахунково-графічній роботі необхідно розробити наступні креслення інженерної споруди:

- чільний фасад – М1:200(100);
- те саме бічний – М1:200(100);
- плани на різних висотах – М1:200(100);
- поперечний розріз – М1:200(100);
- поздовжній розріз – М1:200(100);
- план фундаментів – М1:200(100);
- 2-3 характерних конструктивних вузли сполучення несучих та огорожуючих конструкцій – М1:20 або М1:50;

Креслення виконують олівцем на аркуші формату А-1; аркуш забезпечують рамкою та штампом. Вони повинні чітко читатися і мати виразний вигляд. Це досягається раціональним компануванням креслення на аркуші, чітким нанесенням ліній необхідної товщини, доречним розташуванням розмірних ліній, пояснювальних текстів і розмірів, доцільним розміром шрифту та ін.

За заданою планувальною схемою приймають доцільне рішення споруди, тобто на плані виявляють несучі елементи кістяка споруди (зовнішні й внутрішні стіни, колони чи стовпи, передбачувані балки чи ферми покриття, ригелі перекриття, елементи сходових кліток) та перегородки. На підставі такого аналізу виявляється передбачувана схема плану кістяка споруди в цілому. Таким чином забезпечується дотримання однозначності об'ємно-планувальної схеми та конструктивного рішення споруди, що є принципом архітектурно-будівельного проектування будівель та споруд.

Усі розміри в кресленнях повинні відповідати правилам модульної координації розмірів у будівництві (МКРБ), згідно з якими розміри об'ємно-планувальних елементів будівлі повинні бути кратні укрупненим модулям 3М, 6М, 12М і т.д. (основний геометричний модуль М=100 мм. Модульні розміри споруди, будівлі визначають відповідні розміри збірних конструкцій. При неможливості застосування необхідного типорозміру збірної конструкції чи іншого виробу через його відсутність в типових каталогах використовують монолітні залізобетонні конструкції.

Усі несучі конструкції кістяка споруди (зовнішні й внутрішні стіни, колони чи стовпи, елементи сходових кліток) мусять мати прив'язку до модульних координаційних осей.

## **2.2. Склад і зміст пояснювальної записки**

Пояснювальну записку виконують на папері формату А-4.

Перший аркуш – титульний, на ньому наводять наступні дані (зверху вниз): найменування міністерства; найменування академії, найменування факультету і кафедри; назва будівлі чи споруди і нижче (в дужках) укрупнений склад документації, що подається; дані студента; прізвище, ім'я та по батькові (ініціали), місце для підпису; місто, навчальний заклад (аббревіатурою), рік.

На другому аркуші наводять зміст і основний напис (основний штамп).

На третьому аркуші вказують завдання на проектування.

Наступні аркуші містять текстову частину, що викладається в послідовності відповідно до її змісту.

На останньому аркуші наводять список літератури.

Текстова частина пояснювальної записки (за змістом) повинна мати наступні розділи: вступ, опис функціонального процесу, об'ємно-планувальне рішення будівлі, протипожежні заходи, техніко-економічні показники будівлі, висновки, список літератури.

### 3. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ (П.З.)

#### 3.1.

#### П.З. № 1. Тема: Підпорні стіни, підвали, канали, тунелі

*Підпорні стіни* (див. індивідуальні завдання 1-7) використовують в промисловому, цивільному і сільськогосподарському будівництві для огороження:

- відкосів насипів та виїмок внутрішньоплощадочних і під'їзних залізнодорожних і автомобільних шляхів, при неможливості виконання відкосів з потрібними відкосами;
- терас, розташованих за генеральним планом в різних рівнях;
- окремих, піднятих або заглиблених за вимогами технології ділянок, розташованих, всередині й зовні будинків;
- спеціальних споруд – рамп, складів інертних та інших насипних матеріалів, бункерних естакад і рудних подвір металургійних заводів та ін.;
- котлованів у процесі будівництва, при неможливості їх виконання з потрібними відкосами.

Габаритні схеми підпорних стін характеризуються одним параметром – висотою підпору ґрунту  $h_1$ , мінімальне значення якої 1200 мм (для рамп).

За конструктивним рішенням підпорні стіни розподіляють на гравітаційні (жорсткі) й гнучкі. Гравітаційні стіни бувають масивні й тонкостінні.

Масивні підпорні стіни зводять з цегли, буту, бутобетону, монолітного бетону, збірних бетонних блоків.

Тонкостінні підпорні стіни використовують кутового типу, склад яких дві плити – фасадна і фундаментна, жорсткість пов'язані між собою. Їх виготовляють із збірного залізобетону.

**Підвали** (див. інд. завдання 8-10) – споруди, заглиблені нижче рівня підлоги або поверхні пласировки ґрунту і розташовані під будинками (вбудованими) або зовні (окремо стоячі).

Підвали використовують:

- для розташування і обслуговування обладнання, яке за технологічними вимогами повинно бути розташовано нижче рівня підлоги будинку або відмітки землі (наприклад, підвали машинних залів, електростанцій);
- для розташування і обслуговування ємкостей, в яких рідина повинна поступати самостійно (наприклад, масло емульсійне, підвали в прокатних цехах);
- для розташування насосних станцій і станцій перекачки стоків, вентиляційних камер і машинних залів кондиціонерів, складів, виробництв, що вимагають стабільного температурного й вологісного режиму, відсутності пилу та ін., електрообладнання і кабелів (кабельні підвали).

Підвали проектують одноповерховими. В однопрольотних підвалах довжина прольоту 6, дозволяється 7,5 м, якщо це обумовлене технологічними вимогами.

Багатопрольотні підвали проектують зі стінками колон 6х6, 6х9 м і висотою від підлоги до стелі, кратною 0,6, але не менше як 3 м. Висоту (в чистоті) проходів у підвалах треба призначати не менше як 2 м. Сходи проектують шириною не менше як 0,7 м з уклоном не більше 1:1; тамбури у сходів і сходи в підвалі огороджують неспалимими перегородками з межею вогнестійкості не менше 0,75 г.

За конструктивним рішенням підвали підрозділяються на каркасні (з повним і неповним каркасом) і безкаркасні.

За каркасною схемою влаштовують дво- і багатопрольотні підвали. При повному каркасі передбачають несучі колони по зовнішніх стінах і внутрішніх осях підвалу.

Схема з неповним каркасом передбачає влаштування по зовнішніх осях самонесучих стін, передаючих горизонтальний тиск на стрічкові фундаменти і на перекриття над підвалом, а по внутрішніх – колон.

Безкаркасну схему використовують головним чином для однопрольотних підвалів з самонесучими стінами, на які спираються конструкції перекриття. Самонесучі стіни можуть бути масивні або гнучкі.

Перекриття підвалів виконують зі збірних ребристих плит 1500 і 750 мм., використовуваних для перекриттів промислових будинків або підсилених армуванням чи влаштуванням по верху полиці монолітної залізобетонної армованої плити, розташованої в товщі підлоги. Плити опираються на полиці збірних ригелів.

Канали (див. інд. завдання 11-13) – підземні закриті горизонтальні а бо наклонні протянуті непрохідні споруди, призначені для розташування комунікацій. У каналах прокладають зовнішні й внутрішньоцехові інженерні мережі, а також трубопроводи різного призначення, електрокабелі й електрошини; їх використовують також як повітропроводи, лотки для стоку рідин та ін. Висота каналів – не більше 1700 мм. В одному каналі пропонується прокладати мережі різного призначення, якщо це сполучення не суперечить нормам і правилам техніки безпеки.

Тунель (див. інд. завдання 14-16) – така ж споруда висотою 1800 мм. і більше, призначена для розташування комунікацій та обладнання з проходом для обслуговуючого персоналу, або для проходу людей, використовують також як повітроводи великого перерізу.

За призначенням тунелі розподіляють на:

- **пішоходні** – для проходів людей;
- **конвеєрні** – для транспортування матеріалів у тунелях транспортерами й конвеєрами;
- **підштабельні** – розташовані під складами матеріалів (руди) й призначені для транспортування цих матеріалів;
- **комунікаційні** – для прокладання трубопроводів різного призначення;

- **кабельні** – для прокладання електрокабелів і електрошин;
- **комбіновані** – для сполучення прокладки трубопроводів і електрокабелів, або транспортування з пересуванням людей.
- **повітроводні**.

Траси каналів, тунелів і колекторів повинні мати найменшу протяжність і мінімальне число поворотів і перехрещень з шляхами і іншими комунікаціями. Повороти трас, освітлення, а також перехрещення з шляхами і комунікаціями приймають під кутом  $90^\circ$ . За умовами генерального плану підприємства дозволяється в окремих випадках зменшити кути перехрещення із залізничними шляхами до  $60^\circ$ , автомобільними шляхами, тунелями, каналами і колекторами – до  $45^\circ$ , з кабельними естакадами і галереями – до  $30^\circ$ .

### **3.2. П.3. № 2. Тема: Ємкісні споруди водопостачання і каналізації. Циліндричні споруди**

З ємкісних споруд найбільше розповсюдження в практиці проектування отримали резервуари для води, очистки в системах водопостачання і для очистки стічних вод.

Резервуари для збереження води, використовують в системах господарсько-питного, промислового і пожежного водопостачання, бувають надземні, напівпідземні й підземні. Їх виконують залізобетонними монолітними й збірно-монолітними. Стальні резервуари для збереження води дозволяється використовувати в окремих районах.

Очисні споруди в системах водопостачання і каналізації – фільтри, відстійники, освітлювачі та ін., в системах очистки стічних вод – аеротенки, біофільтри, нафтовідокремлювачі, нафтопастки, піскопастки, відстійники, змішувачі, фільтри-освітлювачі, флоратори та ін.

Розміри прямокутних, або діаметри круглих в плані ємкісних споруд кратні 3, за висотою – 0,6 м. При довжині боку або діаметра менше 9 м, а також для вбудованих в будинки споруд (незалежно від розмірів) їх розміри дозволяється приймати кратними для прямокутних споруд 1,5, для круглих 1 м.

Для циліндричних споруд у габаритних схемах вказують діаметр споруд  $D$  і його висоту  $H$ , для прямокутних – загальні розміри в плані  $A$  і  $B$ , висоту  $H$  і відстань між перегородками  $b$  в тих спорудах, де потрібні перегородки.

Для прямокутних резервуарів у габаритних схемах дано два варіанти сіток колон: 6х6 м (з ригелями) і 3х3 м (без ригелів, плити покриття шириною 3 м опираються безпосередньо на колони).

За конструктивним рішенням ємкості споруди діляться на монолітні циліндри, збірно-монолітні циліндричні й прямокутні (при цьому днище монолітне, стіни і покриття – збірне).

Кутові ділянки і перехрещення з перегородками проектують у вигляді монолітної вставки або збірних елементів.

Колони встановлюють у стакани конструкції монолітного днища або збірних фундаментів, монтованих на плоске днище.

Покриття в циліндричних спорудах монолітне або із спеціальних трапевидних панелів, опертих на центральну колону і на стіни споруди. У прямокутних спорудах для покриття використовують збірні конструкції за номенклатурою виробів для промислових будинків.

Для ємкісних споруд довжиною до 50 м, розташованих в неопалювальних будинках або на відкритому повітрі, і до 7 м., розташованих в опалювальних будинках або повністю обвалованих ґрунтом, розрахунок на температурні дії не роблять. В випадках, коли за ґрунтовими умовами відмітка закладання фундаментів повинна бути нижче глибини промерзання ґрунтів, передбачають додаткові заходи, що запобігають від промерзання ґрунтів основ у зимовий час при спорощенні ємкості і під час будівництва.

**Резервуари для води** (див. інд. завдання 17-18, 36-37) обладнують підвідними й відвідними трубопроводами (або об'єднаннями), переливним і вентиляційним пристроями, спускним трубопроводом, скобами і сходами, люками-лазами для проходу людей і транспортування обладнання, а також приладами для заміру рівня води, контролю тиску і вакууму.

У резервуарах для зберігання питної води внутрішні поверхні конструкцій, які торкаються води, повинні відповідати вимогам щодо морозостійкості, водостійкості бетону в резервуарах та інших ємкісних спорудах. При цьому споруди з протикорозійним покриттям випробують до нанесення покриття.

Резервуари ємкістю 100 і 200 м<sup>3</sup> призначені для зовнішнього пожежогасіння, їх використовують по всій країні, включаючи сейсмічні райони і території з високим рівнем ґрунтових вод. Всі конструкції монолітні.

Резервуари ємкістю 250, 500, 1000 і 2000 м<sup>3</sup> призначені для зберігання води з температурою не більше 35°C в системах господарсько-питного, промислового водопостачання, а також як пожежні водоймища в районах з температурою зовнішнього повітря -20 і -40°C, в тому числі сейсмічних, на площах з відсутністю ґрунтових вод.

Всі конструкції резервуарів монолітні, за винятком колон (збірний залізобетон).

## **ТИПОВІ РІШЕННЯ ДЕЯКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД**

Залежно від технологічного процесу очисні споруди діляться на циліндричні й прямокутні.

### **Циліндричні споруди**

**Флотатор** (див. інд. завдання № 20,21) – для доочистки нафтовмісних стічних вод продуктивністю 300 м<sup>3</sup>.

Будівельні конструкції вирішують наступним чином: флотатор – відкрита циліндрична ємкість діаметром 9 м., занурена в ґрунт на глибину 3 м., днище – з монолітного залізобетону, стіни – із збірних панелей, що встановлюються в щілинній паз днища, обтиснуті дротяною арматурою з наступним захистом торкрет – штукатуркою. Зовнішнє оздоблення і гідроізоляція такі, як і у резервуарах.

**Пісколовки** (див. інд. завдання № 19) з коловим рухом сточних вод продуктивністю 1400...64000 м<sup>3</sup> на добу призначаються для затримки піску з побутових і близьких до них за складом промислових, а також нафтовмісних стічних вод. Вони являють собою коловий резервуар з кінцевим днищем, всередині якого знаходиться кільцевий лоток з щілинним отвором внизу. Видалення піску виконується за допомогою гідроелеваторів.

#### ПРИВ'ЯЗКА РОЗБИВОЧНИХ ОСЕЙ ДО КОНСТРУКЦІЙ СПОРУД

У відкритих прямокутних спорудах розбивочні осі повинні сполучатися для зовнішніх стін з верхнім зовнішнім ребром панелей, для внутрішніх стін і колон – з їх геометричними осями (*a*); у закритих прив'язки розбивочних осей зовнішніх стін призначають залежно від прийнятого конструктивного рішення, виходячи з того, щоб було забезпечено надійне опирання конструкцій покриття на стіни.

У циліндричних спорудах розбивочну вісь, відповідно до діаметра споруди, сполучають з внутрішньою гранню стін для споруд радіусом кривизни 3 м (*b*) і з зовнішньою для споруд з великим радіусом кривизни (*v*).

Вузол споруди складається з двох пісколовок, розподільної камери і камери переключення.

Будівельні конструкції пісколовок вирішені в монолітному й збірному залізобетоні.

**Освітлювачі-перегнивачі** (див. інд. рисунок № 25), призначені для механічної очистки стічних вод м'ясокомбінатів і зброження осаду, являють

собою комбіновані споруди, складаються з освітлювачів з природною аерацією і кільцевої камери для зброження осаду – перегнивача. Всередині освітлювача розміщена камера флокуляції для укрупнення частин зважених речовин.

Днище освітлювача і перегнивача – з монолітного залізобетону, стіни – із збірних залізобетонних панелей; для стін перегнивача передбачена навивка попередньо напруженої арматури (можливий варіант вирішення стін і днища у монолітному залізобетоні). Камера флокуляції і перекриття перегнивача – з дерев'яних щитів, балки – збірні залізобетонні індивідуального виготовлення.

**Відстійник** (див. інд. завдання № 22, 23, 24) каналізаційний радіальний, призначений для видалення із стічних вод нафтопереробних заводів нафтопродуктів і механічних домішок після спорудження основного нафтовловлювача, а також для очищення нафтовмісних стічних вод інших галузей промисловості. Відстійник розрахований на знаходження в ньому стічних вод 3... 6 г. Обладнання виготовлено у вибуховодозахисному виконанні, основа – монолітна з бетону класу В 3,5 (М50), днище – монолітне залізобетонне класу В 15 (М 200); стіни – зборні залізобетонні панелі; лотки – збірні залізобетонні індивідуальні; обслуговуюча площадка і драбина – металеві індивідуального виготовлення.

### **3.3. П.3. № 3. Тема: Прямокутні очисні споруди**

**Аеротенк** (див. інд. завдання № 26, 27) – чотири коридорний із збірного залізобетону, призначений для біологічної очистки промислових стічних вод, що містять органічні забруднення, побутових стічних вод і їх суміші з промисловими. Продуктивність – 80000...260000 м<sup>3</sup> на добу при періоді аерації 4...20 г. У проекті розроблені компоновки з 5... 9 секцій довжиною 84, 90, 96 і 102 м. Основа – монолітна бетонна, днище – монолітне залізобетонне, стіни – збірні залізобетонні панелі; перегородки – збірні

залізобетонні панелі; лотки – збірні залізобетонні; обслуговуючі площадки – збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення, огороження – металеве.

**Усереднювачі** (див. інд. завдання № 33) – концентрації стічних вод барботажного типу, призначені для вирівнювання концентрацій забруднених промислових неагресивних вод, а також з рівним ступенем агресивності і при різному характері агресивності по відношенні до будівельних конструкцій.

У проекті розроблені два блоки усереднювачів, складених з двох або трьох секцій з розмірами секцій 12x5,1x24 м. Корисний об'єм секцій 1400 м<sup>3</sup>, максимальна пропускна спроможність – 530 м<sup>3</sup>/год. Основа – монолітна бетонна, днище – монолітне залізобетонне, стіни – збірні залізобетонні панелі індивідуального виготовлення, лотки – дерев'яні, мостики ходові – збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення, огороження – металеве.

Контактні резервуари шириною 9 м використовують у складі очисних каналізаційних станцій, призначені для забезпечення розрахункового часу контакту очищення стічних вод з хлором або гіпохлоридом натрію. Ширина контактного резервуару – 9, довжина – 24, робоча глибина – 3,3 м. Додатково передбачена вставка довжиною 3 м, що дозволяє збільшити довжину резервуару до 48 м. Розрахункова ємкість резервуарів для рекомендованої довжини – 2100... 4200 м<sup>3</sup>. Розрахункова пропускна здатність споруди – 4200... 84000 м<sup>3</sup>/г при часі контакту 0,5 г. Основа – бетонна підготовка товщиною 100 мм з бетону класу В 3,5 (М50); днище монолітне залізобетонне з бетону В 15 (М200); стіни – збірні залізобетонні панелі.

#### **3.4. П.3. № 4. Тема: Фундаменти під технологічне обладнання**

**Фундаменти під обладнання** (див. інд. завдання 40,41) класифікують залежно від установлюваного на них обладнання, виду матеріалу,

конструктивного рішення, підрозділяються на ті, що вимагають і не вимагають розрахунку на динамічні навантаження.

Фундаменти під машини з динамічним навантаженням проектують бетонними, залізобетонними, монолітними і збірно-монолітними, а при відповідному обґрунтуванні – збірними. Монолітні допускаються під всі машини з динамічними навантаженнями, збірно-монолітні (або збірні) – головним чином під машини періодичної дії (з обертовими частинами та ін.); збірно-монолітні і збірні – під машини з ударними навантаженнями не використовуються.

**Вимоги до проектування.** Фундаменти під машини з динамічними навантаженнями повинні задовольняти умовам міцності, стійкості й економічності, а також вимогам санітарних норм гранично допустимих вібрацій. Коливання фундаментів не повинні справляти шкідливого впливу на технологічний процес, обладнання і прилади, розташовані на фундаменті, або поза ним, а також на розташовані поблизу конструкції будинків і споруд.

Коливання від машин ударної дії можуть викликати значні осідання ґрунтів, особливо водонасичених пісчаних, і, як результат, деформацію конструкцій, розташованих безпосередньо біля них.

Фундаменти під машини з динамічними навантаженнями відокремлюють від суміжних фундаментів будинків, споруд і обладнання швами: відстань між боковими границями фундаментів повинні бути не менше як 100 мм.

Розміри і форму верхньої частини фундаменту під машини призначають відповідно до креслення заводів-постачальників обладнання та результатів розрахунків.

Глибина закладання фундаментів під машини залежить від їх конструкції, глибини закладання розташованих поряд каналів, приямків, фундаментів будинків або інших фундаментів під обладнання, глибини закладання анкерних болтів, а також геологічних і гідрогеологічних умов.

Висоту фундаментів машин призначають мінімальною за умовами розміщення в них технологічних виїмок і шахт, а також надійного закладання анкерних болтів; при цьому відстань від низу кінців найбільш заглиблених болтів до подошви фундаменту має бути не менше як 100 мм. Товщину нижньої плити монолітних фундаментів приймають у консольних частинах з розрахунку залежно від вильоту консолі, але не менше 0,4 м.

Фундаменти під машини з кривошипно-шатунними механізмами проектують масивними, або стінчастими, а в окремих випадках для машин з вертикально розташованими кривошипно-шатунними механізмами – рамними.

Масивні фундаменти проектують у вигляді цільного конструктивного армованого масиву з приямками, колодязями і отвором для розташування частин машини, розташованих на рівні підлоги першого поверху (фундаменти без основ).

Стінчасті фундаменти під машини, розташовані на перекритті над підвалом (фундаменти підвального типу).

### **3.5. П.3. № 5. Тема: Відкриті кранові естакади**

Відкриті кранові естакади використовують для механізації вантажно-розвантажувальних робіт на складах готової продукції заводів будівельної індустрії, складах лісу, металу, вугілля та інших матеріалів і виробів, збереження яких допускається на відкритому повітрі. Використовують їх також в технологічному процесі при виготовленні залізобетонних конструкцій на полігонах, в умовах грануляції шлаків, у копрових цехах, на дільницях роздягання злитків на металургійних заводах та ін. Вони є спорудами масового міжгалузевого використання.

Функції відкритих кранових естакад може виконувати наземний транспорт, зокрема козлові крани, що рухаються по шляхах, прокладених на рівні поверхні землі. Порівняно з мостовими кранами козлові крани більш

дорогі, але вартість будівельно-монтажних робіт значно менша вартості будівництва кранових естакад. Відповідно до СНиП 2.09.03-85 відкриті кранові естакади використовують у випадках, коли технологічний процес не може бути забезпечений рухомими мостовими кранами.

При проектуванні кранових естакад враховують особливі умови їх використання.

**Проектні рішення.** Габаритні схеми відкритих кранових естакад характеризуються: прольотом естакади  $l$ , рівним відстані між поздовжніх координаційних осей; висотою естакади  $h$  – перевищення головки кранової рейки над умовною відміткою  $\pm 0,000$ ; типу і вантажопідйомності крана  $m_g$ ,  $m$ .

При проектуванні кранових естакад вантажопідйомність кранів приймають за ГОСТ 1575-81\*, довжину за ГОСТ 534-78\*, крок колон -12 м. При відповідному обґрунтуванні допускається призначити інший крок колон, кратний 6 м.

Відмітку головок рейок мостових кранових естакад приймають за рядом уніфікованих відміток головок рейок мостових кранів одноповерхових промислових будинків (ГОСТ 23837-79).

Прольоти в крані приймають менше прольоту естакади на 15 м., а при наявності поздовжніх розпорок вище кранового габариту – на 2 м.

Відкриті кранові естакади проектують одно- і багатопрольотними. У багатопрольотних дозволяється використовувати не більше двох різних розмірів прольотів. Уніфіковані габаритні схеми відкритих кранових естакад наведені в табл. 7.2 [1].

Відкриті кранові естакади являють собою ряди колон, на які встановлюють прольотні будівлі. Колони виконують в поперечному напрямку як вільно стоячі, затиснуті у фундаментах, у повздовжньому – як затиснуті у фундаментах і шарнірно зв'язані між собою прольотними будівлями.

В одному (бажано середньому) кроці колон в межах кожного температурного блоку встановлюють вертикальні зв'язки по колонах.

Оптимальним є крок колон 12 м. Великі кроки колон використовують за умовами технологічного процесу або рішенням генплану.

При проектуванні відкритих кранових естакад іноді в одному або двох кроках колон необхідно влаштувати покриття, під яким розташовують крани на час, коли він не працює, або для захисту від атмосферних впливів.

Основні конструктивні елементи відкритих кранових естакад – прольоти будівлі, колони (опори прольотних будівель) і вертикальні зв'язки по них, фундаменти. Комплектуючі елементи – посадочні майдани, драбини до них і надпрольотні будівлі.

Прольотні будівлі складаються з підкранових балок (сталеві або залізобетонні), гальмових конструкцій (ферми, балки), що використовуються тільки при сталевих балках, ходових настилів і підтримуючих їх конструкцій, перильного огороження, кранового шляху, кранових обмежувачів.

Для проектування кранових естакад видають технологічне завдання.

### **3.6. П.3. № 6. Тема: Розвантажувальні залізничні естакади**

Розвантажувальні естакади (див. інд. завдання № 42,43) із залізничними коліями (колія 1520 мм) широко застосовують на складах руди, палива та інертних будівельних матеріалів, що привезені у саморозвантажувальних вагонах, а також у складі цехів з переробки сипучих наволочних вантажів, а також складів мінеральних добрив.

При переробці вантажів обов'язково передбачають заходи з комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Основні положення з проектування наведені в СНиП 2.09.03-85.

Естакади виконують тупиковим або прохідним способом.

Залізничні шляхи на розвантажувальних естакадах розташовують у поздовжньому профілі на обрійному майданчику і в плані на прямій ділянці: при техніко-економічному обґрунтуванні дозволяється прокладка шляхів на

кривих ділянках з урахуванням вимог СНиП. Слід забезпечувати тверде покриття, в зоні первинного штабеля.

Висоту естакади (відстань від голови рейки на естакаді до планувальної позначки землі) приймають рівною 1,8; 3; 6; 9 м, дозволяються й інші висоти, якщо це вимагається за умовами будівництва і об'ємом розвантажувального сипучого матеріалу.

Довжину естакади визначають відповідно до технологічних розрахунків і умов будівництва.

Підпірні стіни висотою до 3 м проектують у вигляді бетону блоків або із залізобетонних елементів, розташованих з обох сторін залізничного шляху, зв'язаних між собою, із заповненням простору між ними утрамбованим дренажним матеріалом. Естакади висотою більше 3 м проектують балочної конструкції із залізобетонним монолітним або збірним кроком 12 м і металевими або збірними попередньо напруженими залізобетонними прольотними будівлями.

Конструктивні рішення. Висоту естакади визначає її конструктивне рішення у вигляді плитної (блочної) або балочної конструкції.

Естакади плитної (блочної) конструкції, або так звані засипні, що являють собою дві похилі підворні стінки, розташовані по обох сторонах шляху, зв'язані між собою залізобетонними поперечними рамами. По краях однієї секції довжиною 3 м розташовані дві рами. Засипаний простір між стінками (пісок, шлак) служить основою під верхню будівлю шляху. Секції монтують з двох однотипних стінових плит з ребрами і двох діаграм із залізобетону класу В20 для естакад висотою 1,8 м і класу В25 при висоті 3 м. Плити з'єднують зваркою і накладанням арматури по всім швам, окрім температурних, розташованих не більше як через 30 м. Шви між секціями законопачують паклею, просоченою бітумом.

Балочні естакади висотою 6 м і 9 м проектують з різними балочними прольотами будівлі на опорах – стояках. Прольотні будівлі складаються з двох балок таврового перерізу, з'єднаних між собою по

верхньому поясу горизонтальними зв'язками. Балки виготовляють із сталі або попередньо напруженими залізобетонними. Опори прольотних будівель являють собою двогілкові колони, жорстко закріплені у фундаменти стаканного типу. Частина колон поверх ригеля, на яку спираються балки прольотної будівлі, має прямокутний переріз і є опорою ферми обрійних зв'язків прольотної будівлі. Балки прольотної будівлі опираються на колони через опорні частини тангенціального типу, рухомі на одному кінці балки і нерухомі на другому.

Опалубочні розміри й армування колон стояка (концові) й проміжні опори однакові. Відзначаються колони відсутністю або присутністю верхньої прямокутної частини (надколонники) й закладними деталями. Шафне влаштування стояка бетонують по місцю. Фундаменти приймають монолітними або збірними залежно від умов будівництва. Якщо влаштовують здвоєні естакади, фундамент проміжних опор виготовляють загальним під обидві естакади; розміри його вздовж естакади зберігають такі, як і при влаштуванні одиночної естакади, а довжину поперек естакади збільшують на 4,5 м (розмір міжпуття).

### **3.7. П.3. № 7. Тема: Бункери, засіки, силоси і силосні корпуси**

**БУНКЕРИ.** Бункерами (див. інд. завдання № 44, 46) називаються саморозвантажуючі ємкості для зберігання і перевантаження сипучих матеріалів, які складаються з лійки у вигляді зрізаної піраміди або зрізаного конусу і верхньої призматичної або циліндричної ємкості.

Лійки необхідні для саморозвантаження сипучих матеріалів, а призматичні або циліндричні частини ємкостей – для їх зберігання.

При відношенні висоти вертикальних стінок (рахуючи від верху лійок) призматичної частини ємкості до найменшого розміру в плані менше або рівному 1,5, ємкості прийнято відносити до бункерів, а при більшому 1,5 – до

силосів, крім того, до бункерів відносять ємкості, в яких площа обрушення (сповзання) сипучих матеріалів пересікають їх горизонтальні поверхні.

Форма бункеру залежить від його призначення, компоновки споруди, потрібного запасу матеріалу, його фізичних властивостей, типу несучих конструкцій.

Рекомендовані типи бункерів за формою пірамідально-призматичні, конусно-циліндричні, лоткові, гнучкі.

Залежно від розташування випускного отвору в плані пірамідальні бункери підрозділяються на симетричні при наявності однієї осі симетрії і несиметричні.

Бункери можуть розташовуватися всередині будівлі і можуть бути зв'язані з її несучими конструкціями. При цьому розміри бункерів і їх конструктивні рішення залежать від спільного рішення будівлі. Якщо бункери розташовані в будівлі, але не зв'язані з її несучими конструкціями, а також у випадку їх використання як окремо стоячих конструкцій їх розміри і конструктивні рішення визначаються іншими факторами: місткістю складу, габаритами обладнання і транспорту та ін.

Вибір конструкцій окремих елементів бункерних установок, їх параметрів залежить від властивостей насипних матеріалів, для яких призначена установка, що проектується. Основні властивості сипучих матеріалів: фракційний склад, вологість, питома вага, абразивність.

Проектування бункера включає два етапи: визначення геометричних параметрів – форми бункера і його лійки, кутів нахилу стінок, розмірів випускного отвору; розрахунок і проектування конструкцій бункерів і їх захист від абразивного зносу.

**Конструктивні рішення.** Конструктивні рішення і вибір матеріалу бункера залежить від багатьох факторів: місткості, характеристики сипучого матеріалу, засобів завантаження і розвантаження, типів несучих конструкцій і компоновки будівлі, або споруди, до складу якої входять бункери.

За матеріалом конструкцій бункери можна розділити на залізобетонні (монолітні, збірні), комбіновані і крицяні сталеві.

З метою зменшення кількості типорозмірів конструкцій пропонується використання більш простих геометричних форм із застосуванням типових збірних залізобетонних плит міжповерхових перекриттів, стін підвальних приміщень або плит з усиленням індивідуальним армуванням в опалубці типових ребристих або багатопустотних плит. Бункери ящикового типу, лоткові й призматичні частини пірамідальних бункерів краще вирішуються у збірному залізобетоні. Збірні плити стін і днища ящикових і лоткових бункерів спираються на збірні ригелі і з'єднуються між собою і ригелями зварюванням закладних частин. Стики між плитами заливають бетоном з дрібним заповнювачем.

З'єднання плит у вузлах жорстке, рамне, збірномонолітне з зашморговими випусками або за допомогою зварки вкладних і накладних елементів. Основні несучі колони в межах призматичної частини не продовжуються, а закінчуються на рівні спирання лійки. Частини збірних залізобетонних бункерів виготовляють з урахуванням уніфікації їх розмірів. Розміри сітки бункерів 6x6, 6x9 і 6x12 м. Використання несиметричних бункерів або лійок дозволяється тільки при наявності спеціальних технологічних вимог. Сталеві бункери широко розповсюджені в промисловому будівництві, найбільш раціональні при індустріальних методах зведення споруд.

**ЗАСІКИ.** **Засіки** (див. інд. завдання № 47, 48) являють собою багатоосередкові резервуари з відкритою верхньою частиною в плані. Розміри сторін і висота осередків залежать від потужності засік, виду матеріалів, які зберігаються, компоновки осередків виходячи з технологічного процесу і

об'ємно-планувального рішення будівлі, де розташовують засіки або з якою сховище функціонально зв'язане.

Засіки можуть бути заглиблені або розташовані на поверхні землі. У першому випадку стінки засік підвищені над планувальною позначкою землі чи підлоги менше як на 1200 мм, у зв'язку з чим дозволяється не робити огороження ємкостей (огорож, стінок), що заважають експлуатувати засіки.

Якщо засіки розташовані на поверхні землі, треба забезпечити мінімальне заглиблення підшви стін (при розташуванні в будівлі стін наземних засік заглиблюють приблизно на 600 мм). Вихідні дані для проектування будівельної частини засік: розмір засік з урахуванням заглиблення; сполучення осередків; характеристики матеріалів, які зберігаються, і ґрунтів; тимчасове навантаження в зоні засік.

**Конструктивні рішення засік.** Засіки в більшості випадків зводять із збірного залізобетону, що пояснюється їх особливостями, необхідністю заглиблення, змочування деяких видів матеріалів для запобігання забрудненню, умовами експлуатації, що вимагають відповідної масивності конструкцій.

Досвід будівництва і експлуатації довів доцільність проектування засік у збірно-монолітному виконанні; після замонолічування вузлових з'єднань збірні конструкції набувають якості монолітних залізобетонних. Компоновку засік виготовляють з уніфікованих осередків розмірами в плані 6х6, 6х9 і 9х9 м. Дозволяється приймати більші розміри, кратні 3 м, якщо це обумовлено технологічними вимогами. Висота стін 3,6; 4,8 і 6,0 м. Мінімальне заглиблення стін засік від підлоги або планувальної позначки землі 0,6 м, підлоги 0,3 м. Підлоги виготовляють з каміння грубого околу або ґрунтовими.

У засіках для зберігання металевої шихти передбачають захист стін з внутрішнього боку і зверху з дерев'яних брусків, у монолітних – з металевих

рейок. У засіках для сипучих матеріалів захист проектують тільки поверху стін.

При завантаженні й розвантаженні грейферними кранами передбачається буферний шар із збережених матеріалів товщиною не менше 0,3 м.

**СИЛОСИ І СИЛОСНІ КОРПУСИ. Силоси** (див. інд. завдання № 49 – 49 г) – це саморозвантажуючі ємкісні споруди, призначені для сипучих матеріалів, круглого, прямокутного або багатокутного перерізу в плані, висота  $h > 1,5\sqrt{P}$ , де  $P$  – площа поперечного перерізу. При цьому для круглого силосу  $h > 1,33d$ , для квадратного  $h > 1,5d$ , де  $d$  – найбільший діаметр круга, вписаного в поперечний переріз силосу;  $h$  – висота стін силосу від верху днища, лійки, або на бетонки до низу силосного перекриття.

Силоси використовують для зберігання зернистих або порошкоподібних сипучих матеріалів. Вони не придатні для зберігання матеріалів, які злежуються та самовозгораються, а також із структурою, що руйнується при значному тиску.

Форму, розміри і розташування силосів у плані приймають відповідно до вимог технології виробництва, уніфікації, ґрунтових умов, а також виходячі з техніко-економічних порівнянь.

Матеріал подають у силоси зверху механічним або пневматичним способом (самопливом).

Використовують силоси переважно круглого і квадратного перерізу, перевагу віддають круглим, стіни яких працюють на центральний розтяг.

При відповідному обґрунтуванні виготовляють силоси прямокутними й багатокутними. Силоси діаметром більше 12 м проектують окремо стоячими. Розташування силосів, зблокованих у корпуси, може бути одно- або

багаторядним. Найбільш просте розташування силосів – в один і два ряди. При багаторядному розташуванні простір між силосами – так звані зірки можна використовувати як додаткові ємкості для зберігання сипучих матеріалів, або для влаштування в них драбин, установки технологічного обладнання і т.ін.

Силоси за висотою мають підсилосний, силосний і надсилосний поверхи. Підсилосну частину виготовляють переважно з використанням колон. Силоси без підсилосного поверху з стінами, крокуючими від фундаменту, широкого розповсюдження не одержали. У цементній промисловості використовують двоюрисні силоси.

Габаритні розміри надсилосних приміщень у плані повинні бути кратні 3 м і відповідати вимогам уніфікації одноповерхових будинків. Залізобетонні силосні корпуси можуть виготовлятися без деформаційних швів.

Відношення довжини силосного корпусу до його широти і висоти має бути не більше 2 м. При однорідному розташуванні силосів діаметром 6 м це відношення повинно бути збільшене до 3 м.

При діаметрі силосів до 6 м і виготовленні лійок на весь діаметр силосу підсилосні колони розташовують по периметру стін. При діаметрі силосу більше 6 м і влаштуванні плоского днища колони ставлять також і всередині контура силосу. Відстань між колонами призначають з урахуванням наближення транспортних засобів. Колони квадратних силосів розташовують в кутах стін. Максимальну висоту стін силосів приймають не менше 30 м., а багаторядних силосних корпусів, улаштованих на скельних або півскельних ґрунтах – не більше 42 м.

**Проектні рішення.** Силосні корпуси проектують залізобетонними монолітними або збірними з уніфікованих виробів. Стальними можуть бути тільки ємкості для сипучих матеріалів, зберігання яких не дозволяється в залізобетонних, а також інвентарні й оперативні силоси.

Збірні залізобетонні стіни силоси в круглих у плані діаметром 3 м і квадратні 3х3 м проектують з об'ємних блоків; при великих розмірах стіни

виготовляють з окремих елементів, збільшених перед монтажом в царги, блоки або з елементів, змонтованих без попереднього збільшення.

Горизонтальний переріз стін повинен розбиватися на елементи, кратні за висотою 600 мм (з урахуванням товщини шва). Такий переїз в напрямі найменших зусиль відповідає роботі конструкцій силоса і не викликають ускладнень при виготовленні й монтажу. Вертикальне членування стінок силосу на збірні елементи потребує більш складного конструктивного рішення, бо при цьому треба забезпечити передачу повного зусилля кільцевої арматури, що стикується. Оскільки вся робоча арматура виявляється багаторазово перерізаною, виникає додаткова витрата сталі на влаштування зварних стиків. При проектуванні збірних залізобетонних силосів прагнуть до скорочення кількості вертикальних стиків елементів стін.

У проекті передбачаються заходи, що забезпечують захист збірних елементів від проникнення атмосферних осадів.

При діаметрі силосів 12 м і більше використовують монолітні залізобетонні силоси, виконані в ковзній опалубці.

Залежно від збереженого матеріалу днище силосів проектують із залізобетонних плит з одним або кількома розвантажувальними отворами з сталлюю півлічкою і бетонними відкосами, а також у вигляді збірної залізобетонної або сталлюю лійки на весь переріз силосу. Стіни і днища силосів для абразивних і шматкових матеріалів захищають від тертя і руйнування при завантаженні відповідно до вказівок.

Надсилосні перекриття проектують із збірних залізобетонних плит по збірних залізобетонних або сталлюю балках, для силосів зі сталлюю стінками дозволяються зі сталі. Надсилосні приміщення і транспортні галереї виконують із застосуванням легкого негорючого матеріалу стінового огороження або збірних залізобетонних конструкцій.

Зовнішні стіни неопалюваних підсилосних приміщень проектують із залізобетонних панелей, опалюваних в підсилосній частині – панельними або цегляними.

Колони підсилоного поверху – збірні залізобетонні.

Фундаменти окремо розташованих силосів і силосних корпусів виконують у вигляді монолітних залізобетонних плит, наскельних і великоуламкових грунтах – окремо розташованими, стрічковими або кільцевими. Пальові фундаменти передбачають у випадках, коли розрахункові деформації природної основи перебільшують крайні або не забезпечують стійкості, а також при наявності усадочних грунтів, в інших випадках – при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

З надсилосних приміщень повинно бути не менше двох виход, другий вихід дозволяється по зовнішній сталій відкритій драбині, що доходить до покриття надсилосного поверху, а також через конвеєрні галереї, що ведуть до будівель або споруд. У цьому випадку конвеєрні галереї повинні бути неопалювальними і ухил галерей відповідати вимогам до шляхів евакуації.

Відстань від найбільш віддаленої частини надсилосного приміщення до ближнього виходу на зовнішню драбину або дробинну клітку має бути не більше 75 м, при зберіганні у силосах неопалювальних матеріалів – до 100 м.

Для силосів і силосних корпусів драбини проектують з шириною маршу не менше 0,8 м і з ухилом 1:1.

На даху по периметру зовнішніх стін силосних корпусів до верху карнизу більше 10 м виготовляють ґратові огороження не менше як 1 м з неопалюваних матеріалів.

### **3.8. П.3. № 8. Тема: Водонапірні вежі. Окремо стоячі опори і естакади**

**ВОДОНАПІРНІ ВЕЖІ. Водонапірні вежі** (див. інд. завдання № 50,51) – споруди в системі водопостачання, призначені для регулювання витрати й тиску води у водопровідній мережі, утворення її запасу, вирівнювання графіку роботи насосних станцій. Їх використовують у системах виробничого, господарсько-питного і протипожежного водопостачання

промислових об'єктів, сільськогосподарських комплексів і населених міст. Запас води визначається місткістю баку, інтенсивністю тиску – висотою вежі (відстанню по вертикалі від поверхні землі до низу баку або його циліндричної частини). Вказані два параметри покладені в основу габаритних схем водонапірних веж.

Водонапірні вежі обладнують:

- центральним підвідно-розвідним стояком діаметром 300... 400 мм, використовують для заповнення і спорожнення баку;
- переливним стояком діаметром 150... 200 мм, призначеним для передбачення переповнення баку;
- запірної арматури (ручні або електрифіковані засуви, тип яких визначається від призначення веж і тутешніх умов), вбудованої в утепленій підземній камері або спеціальній криниці);
- датчики рівня води в баку, що передають інформацію на диспетчерський пункт. В якості блископриймача використовують сталевий бак, відповідним чином заземлений.

Завдання на проектування водонапірних веж повинно містити: дані про призначення вежі; ємкість баку і висоту вежі; про кліматичні умови району будівництва; характеристику гідрогеологічних умов.

**КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.** Основні конструктивні елементи водонапірної вежі – бак, стовбур і фундамент.

**БАКИ.** Баки використовують металеві, зварні для веж масового будівництва, при малій ємкості баків – циліндричні з плоским днищем, в інших випадках – з конічним. Баки з плоским днищем встановлюють на суцільній основі з нахилом днища не менше 5% до відповідної або зливної труби.

**СТОВБУРИ.** Їх виготовляють з цегли, металу, монолітного або збірного залізобетону. Традиційна форма стовбура – вертикальна циліндрична оболонка. Типові проекти в основному передбачають

влаштування цегляних стовбурів, надійних в експлуатації, не вимагаючих для зведення спеціальних монтажних механізмів і відносно дешевих.

Стальні стовбури водонапірних веж використовують для веж з баками невеликої ємкості. Вони являють собою зварну циліндричну оболонку, що також заповнюється водою.

Вежі з монолітними залізобетонним стовбурами являють собою вертикальну циліндричну оболонку.

Найбільш прогресивні й економічні за всіма показниками вежі із стовбурами із збірного залізобетону.

Стовбури водонапірних веж обладнують металевими драбинами.

**ФУНДАМЕНТИ.** Їх виготовляють з монолітного бетону або залізобетону, складаються вони з порожнистої циліндричної частини, в об'ємі якої розташовується камера із запорною арматурою, і коловою або кільцевою (для малих веж) фундаментною плитою.

Для веж з баками великої ємкості камеру для запірної арматури в окремих випадках розташовують у спеціальній криниці поряд з вежею.

Підземна камера не опалюється, але перекриття над нею проектують утепленим. У камері передбачають дві труби для вентиляції приточної та витяжної, із заслінками, що закриваються в зимовий час.

**ОКРЕМО СТОЯЧІ ОПОРИ І ЕСТАКАДИ.** *Окремо стоячі опори і естакади під технологічні трубопроводи* (див. інд. завдання № 52-54) – це відкриті горизонтальні або нахилені інженерні споруди, призначені для розташування технологічних трубопроводів, що транспортують в межах промислового підприємства або групи підприємств пару, газ, горячу воду, проміжні й кінцеві продукти виробництва.

Опори й естакади складаються з ряду опор (включаючи колони, зв'язки, траверси і фундаменти), а для естакад – також прольотні будівлі, які, в свою чергу, складаються з ферм і балок, траверс, зв'язків по фермах.

Трубопроводи на низьких опорах (висотою від 0,3 до 1,2 м) пролягають по територіях, що не підлягають забудові, при відсутності перетинів з шляхами і зовні пахотної землі, на високих опорах – при потребі проїзду під трубопроводами із забезпеченням габариту наближення будівельним нормативам.

У повздовжньому напрямку трубопроводи, окремо стоячі опори і естакади розбивають на температурні блоки, довжина яких не повинна перевищувати граничних відстаней між нерухомими опорними частинами трубопроводів, а також між температурними швами для сталевих конструкцій відповідно до нормативів.

Враховуючи перспективне розширення і реконструкцію підприємств, пропонується залишати на естакадах місця, а також резерв несучої здатності опор для можливого збільшення кількості комунікацій без реконструкцій.

Залежно від діаметру і несучої здібності трубопроводів прокладати їх можливо на окремо стоячих опорах по естакадах з прольотними будівлями. Окремо стоячі опори проектують зі збірних металевих конструкцій.

При розташуванні окремо стоячих опор в зоні дії агресивних повітряних середовищ потрібний антикорозійний захист будівельних конструкцій і трубопроводів. Трубопроводи за допомогою опорних частин опираються безпосередньо на опори, або на траверси опор. Окремо стоячі низькі й високі опори за конструкцією бувають постійного перерізу за висотою, Т-подібні, рамні, плоскі, рамні, просторові.

В естакадах із сталевих конструкцій температурний блок виготовляють із проміжних і однієї анкерної опори, на яку передаються всі горизонтальні навантаження, діючі уздовж осі шляху. У місцях розривів температурних блоків передбачають установки, в яких розташовують стояки.

Прольотні будівлі естакад пропонують робити із залізобетонних блоків і залізобетонних форм. Фундаменти під опори трубопроводів проектують монолітні або збірні залізобетонні. Підшва фундаменту прямокутної форми з відношенням сторін 0,6... 0,9.

Залежно від ґрунтових умов і навантажень фундаменти виготовляють роз'єднаними для кожної гілки плоских і просторових опор або цілими для всієї опори. При відповідних ґрунтових умовах і наявності палейного обладнання фундаменти проєктують пальовими. З'єднання сталевих колон з фундаментами здійснюється за допомогою сталевих баз, встановлених на фундамент і закріплених анкерними болтами.

Типові конструкції окремо стоячих опор і естакад рекомендується використовувати в районах будівництва з розрахунковою зимовою температурою повітря до 55°C.

Уніфіковані окремо стоячі опори призначені для використання в звичайних, слабо- і середньоагресивних газових середовищах. Захисні заходи розробляють в конкретних проєктах відповідно до ДБН.

**Конструктивні рішення.** Температурний блок компонують з набору проміжних і однієї з анкерних опор (проміжної, кінцевої або кінцевої кутової опори), які приймають сталевими або залізобетонними відповідно до монтажних схем.

Конструкції опор дозволяють довжину температурних блоків до 100 м. Крок опор підбирають залежно від несучої здатності трубопроводів, кратні 3, але не менше 6 м; крок опор може бути збільшений зміцненням трубопроводів шпренгелями або підвісками.

Типи опор:

I – опори розробляють у проєкті у вигляді бетонних і залізобетонних стінок, розташованих перпендикулярно до осі шляху, або окремих фундаментів, на які опираються траверси.

II і III – колони прямокутного перерізу і рамні одноярусні;

IV – колони прямокутного перерізу і рамні двоярусні;

V, VI – колони центри фугових стояків.

На проміжні опори і траверси трубопроводи опираються вільно, на анкерні болти кріпляться нерухомо.

#### **4. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

Для опанування матеріалу курсу «Інженерні споруди» окрім лекційних, практичних занять, тобто аудиторної роботи, значну увагу необхідно приділяти самостійній роботі:

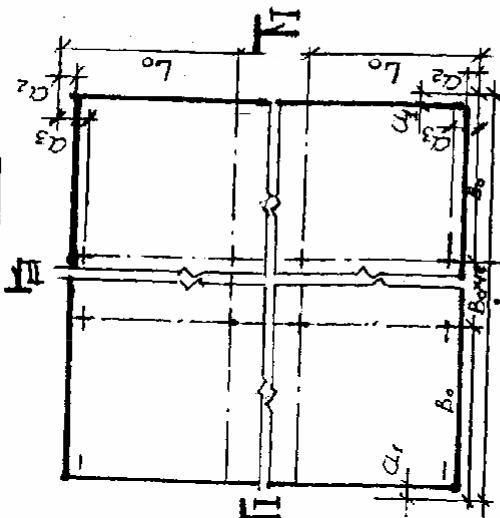
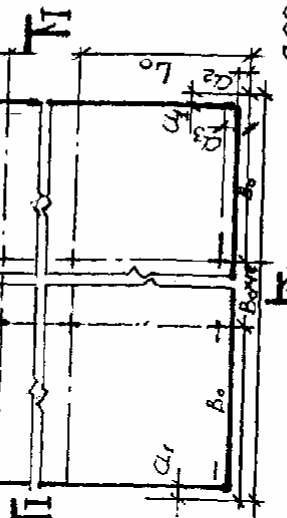
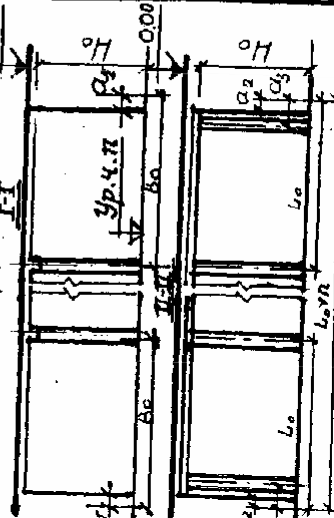
- вивчення довідкової літератури;
- робота з довідковими матеріалами;
- підготовка до практичних занять;
- підготовка до проміжного й підсумкового контролю;
- виконання розрахунково-графічної роботи.

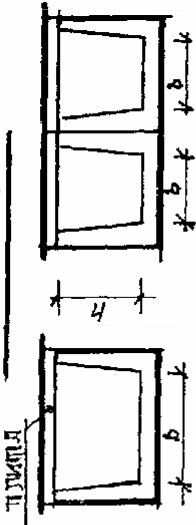
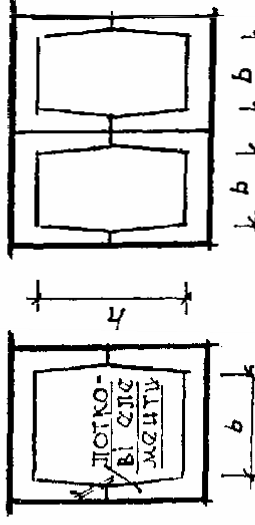
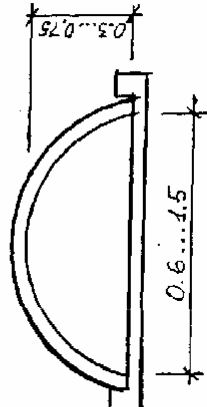
#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

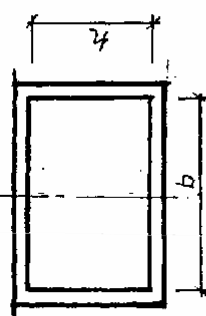
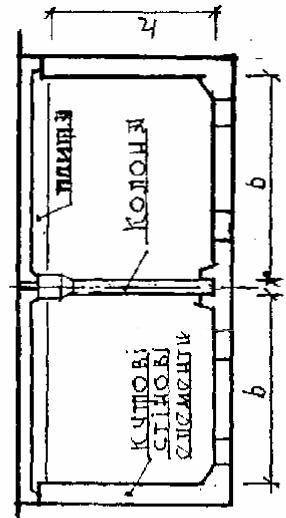
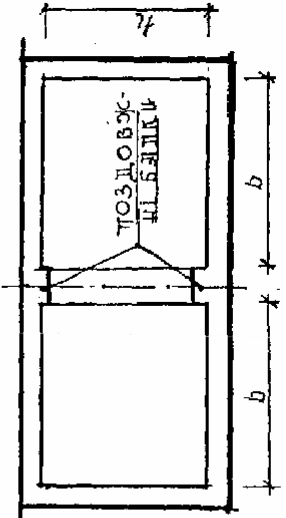
1. Пагі Б.Ю. Конспект лекцій до спеціального курсу «Інженерні споруди» з дисципліни «Архітектура будівель та споруд». Х.: ХНАМГ, 2009. – 18 с.
2. Пагі Б.Ю., Котеньова З.І., Мізяк М.І. Методичні вказівки. Індивідуальні завдання до спеціального курсу «Інженерні споруди» з дисципліни «Архітектура будівель та споруд». Х., 2009. – 62 с.

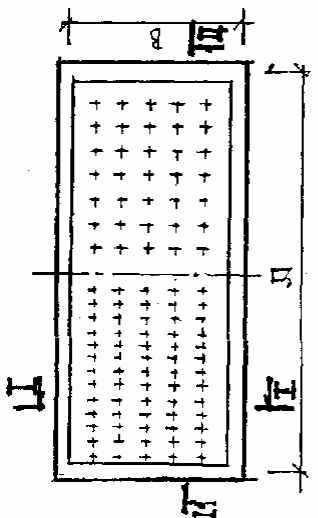
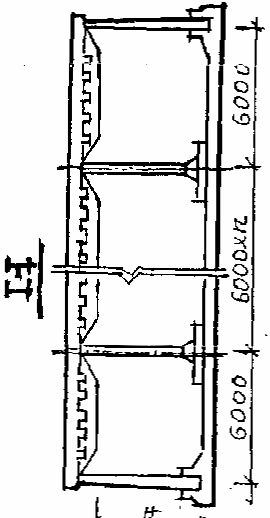
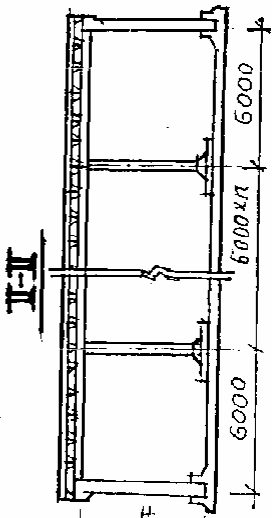
Додаток

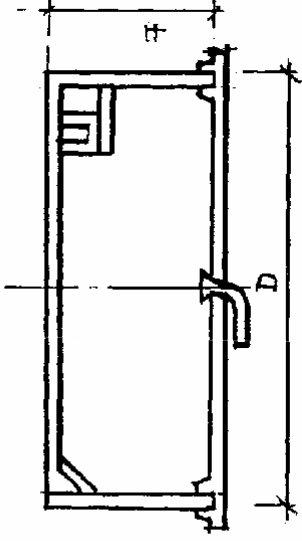
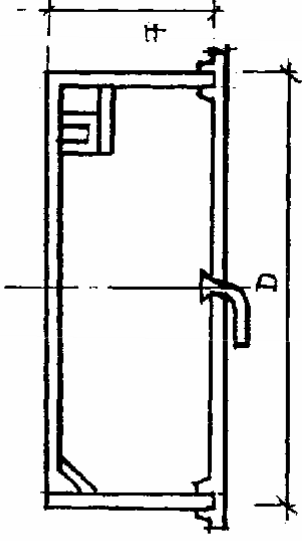
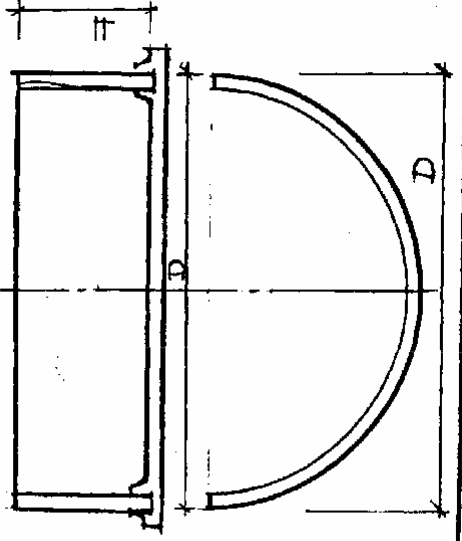
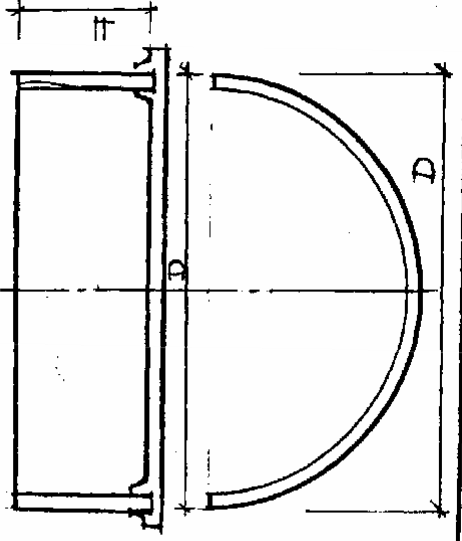
# **ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

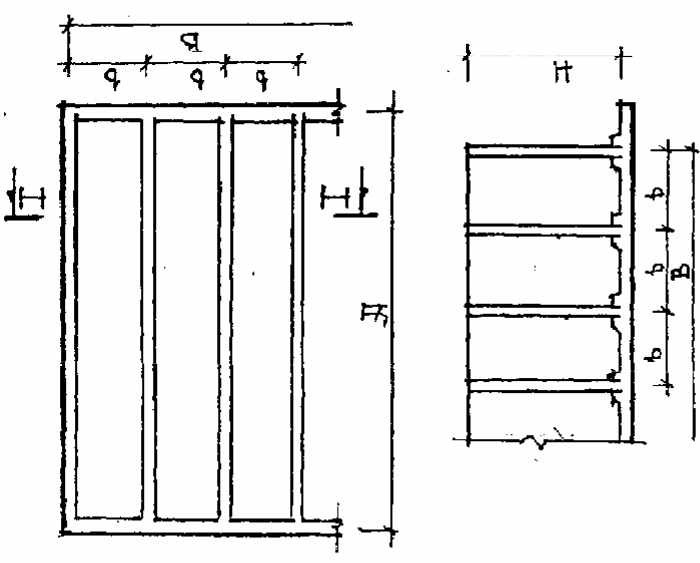
| 1.  | 2.  | 3.   | 4.   | 5.   |
|-----|---|--|--|--|
| 8.  | <p><b>ПІДВЯЛИ</b></p>    | <p>ОДНОПРОЛІТНІ:<br/> <math>H_0 &gt; 3000</math> КРЯТНА 6М<br/> <math>L_0 &gt; 3000</math> КРЯТНА 15М<br/> <math>B_0 - 6000</math> 7500 мм</p> | <p><math>H_0 = 3.6</math> м<br/> <math>L_0 = 12.0</math> м<br/> <math>B_0 = 7.5</math> м</p> | <p><math>H_0</math> - МОДУЛЬНА ВИСОТА ПРИКІЩЕННЯ ПІДВЯЛИ<br/> <math>L_0</math> - ДОВЖИНЯ ПІДВЯЛИ, АБО МОДУЛЬНІ КРОКИ КОЛОН<br/> <math>B_0</math> - ШИРИНА ПІДВЯЛИ, АБО КРОКИ КОЛОНО ПО ДОВЖИЖІ Осях.</p> |
| 9.  | <p>БІЛІДНОПРОЛІТНІ:</p>  | <p>БІЛІДНОПРОЛІТНІ:<br/> <math>H_0 &gt; 3000</math> КРЯТНА 6М<br/> <math>L_0 &gt; 3000</math> —" — 15М<br/> <math>B_0 - 6000</math> мм</p>     | <p><math>H_0 = 4.2</math> м<br/> <math>L_0 = 18.0</math> м<br/> <math>B_0 = 6.0</math> м</p> | <p><math>a_1, a_2</math> — ВІДВІДЧУЮТЬСЯ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ РІШЕННЮ В МАСШТАБІ 0... 400мм<br/> <math>a_3</math> - ПРИЙМАНІЙ В МАСШТАБІ 600 - 1200мм</p>  |
| 10. |                         | <p>—" —</p>  | <p><math>H_0 = 3.0</math> м<br/> <math>L_0 = 15.0</math> м<br/> <math>B_0 = 6.0</math> м</p> | <p><math>a_1, a_2</math> — ВІДВІДЧУЮТЬСЯ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ РІШЕННЮ В МАСШТАБІ 0... 400мм<br/> <math>a_3</math> - ПРИЙМАНІЙ В МАСШТАБІ 600 - 1200мм</p>  |

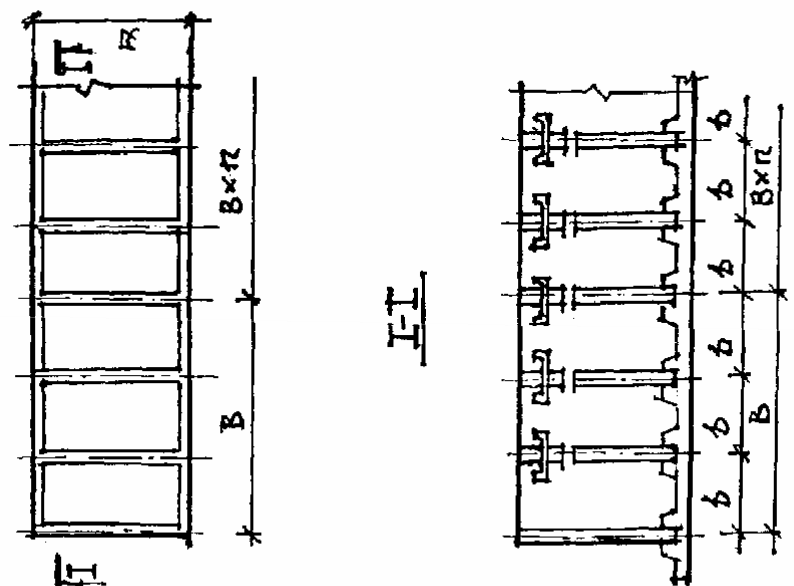
| 1  | 2   | 3  | 4   | 5  |
|----|---|--|---|--|
| 11 | <p style="text-align: center;"><b>КЕЊЕЛЦЕ</b></p>  | <p style="text-align: center;">ЗЛОТКОВИХ ПУХ<br/>ПЛУМПАХ СЛЕДЖИЦИХ</p> | <p style="text-align: center;">b = 3000 мм<br/>h = 1500 мм.<br/>k = 10000 мм.</p> |  |
| 12 |    | <p style="text-align: center;">З ЛОТКОВИХ<br/>СЛЕСМЕНТИВ</p>           | <p style="text-align: center;">b = 1200 мм<br/>h = 1800 мм.<br/>k = 90000 мм</p>  | <p style="text-align: center;">b - ШИРИНА, мм<br/>h - ВИСОТА, мм<br/>k - ДОБЖИЦЯ мм<br/>КЛАС РІЗІДІ - ВІДЛІ-<br/>ЗОВЕ ПЛОХ</p> |
| 13 |    | <p style="text-align: center;">ІВ СКЛЕПИСТИХ<br/>СЛЕСМЕНТИВ</p>        | <p style="text-align: center;">b = 600 мм<br/>h = 750 мм<br/>k = 50000 мм</p>     |  |

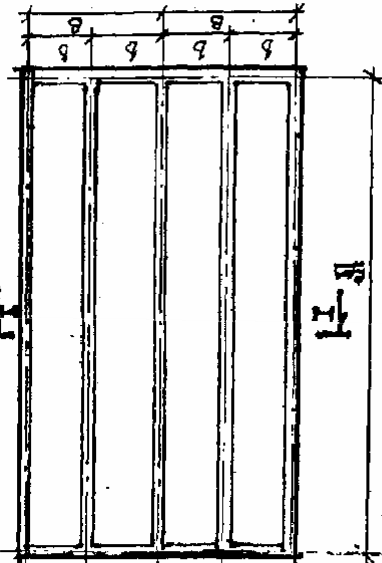
| 1  | 2  | 3   | 4  | 5  |
|----|--|---|--|--|
| 14 | <p><b>ТУНЕЛІ</b></p>  | <p>Збірні, монолітні<br/>з об'ємних елементів</p> | <p><math>h = 1800</math> мм<br/><math>b = 3000</math> мм<br/><math>l = 60000</math> мм</p> |  |
| 15 |                       | <p>Збірно монолітні</p>                           | <p><math>h = 5400</math> мм<br/><math>b = 6000</math> мм<br/><math>l = 30000</math> мм</p> | <p>МАТЕРІАЛ - ЗБІРНОБЕТОН<br/>ПАРЯЖСТВА:<br/>h - ВИСОТА, мм<br/>b - ПРОЛІТ, мм<br/>l - ДОВЖИНА, мм</p> |
| 16 |                      | <p>Монолітні</p>                                  | <p><math>h = 6000</math> мм<br/><math>b = 6000</math> мм<br/><math>l = 42000</math> мм</p> |  |

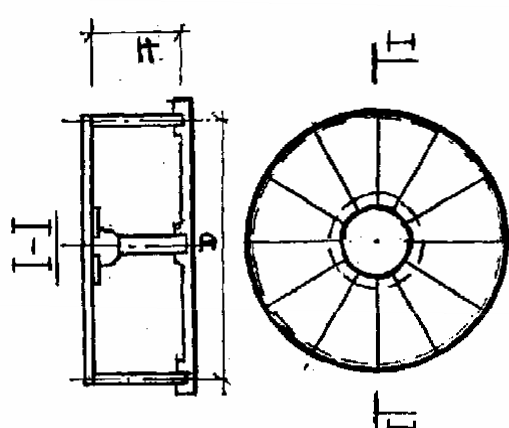
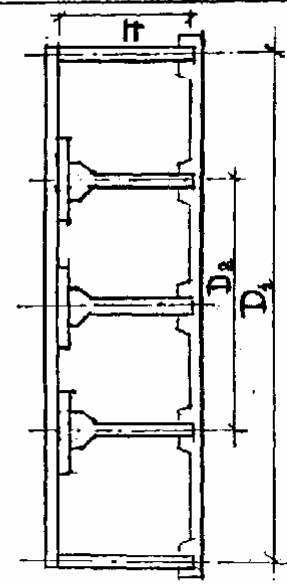
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|--|--|--|--|
|    |   | <p>ПРЯМОКУТНІ<br/>РЕЗЕРВУАРИ</p>                           | <p>СХЕМА</p>                                   | <p>Д-ДОВЖИЦЯ, м<br/>В-ШИРИНА, м<br/>Н-ВИСОТА, м<br/>Матеріал -<br/>ЖОЦОЛІТНИЙ<br/>СІБІРЯНСЬКІЙ<br/>ЛІЗОБЕШОН</p> |
| 17 |   | <p>БЕЗРАТОВНІ РЕЗЕРВУАРИ<br/>РИ<br/>3x6 м Н=3,6; 4,8 м</p> | <p>Д = 33,0 м<br/>В = 12,0 м<br/>Н = 3,6 м</p> |  |
| 18 |  | <p>РАТОВНІ РЕЗЕРВУАРИ<br/>6x6 м Н=3,6; 4,8 м</p>           | <p>Д = 78,0 м<br/>В = 54,0 м<br/>Н = 4,8 м</p> |  |

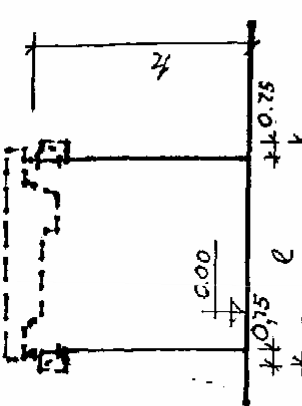
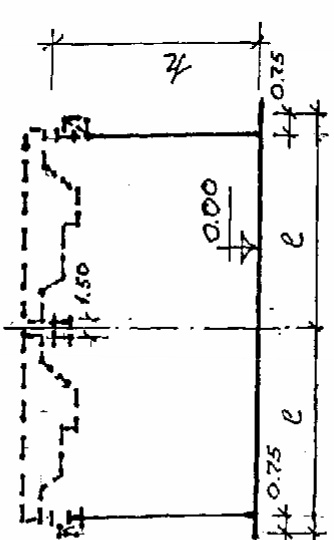
| 1  | 2  | 3  | 4                               | 5   |
|----|--|--|---------------------------------|---|
| 20 | <p><u>ФЛОТЛТОРИ</u></p>     | <p>ПЕРИМЕТРИ:<br/>D - ДІАМЕТР, м<br/>H - ВИСОТА, м</p> | <p>D = 9,0 м<br/>H = 3,6 м</p>  | <p>МАТЕРІАЛ:<br/>БЕТОН, ЗДЛІЗО-БЕТОН.</p>                                     |
| 21 |                             |  | <p>D = 15,0 м<br/>H = 3,6 м</p> |   |
| 22 | <p><u>ВІДСТІЙНИКИ</u></p>  | <p>—  —</p>  | <p>D = 30 м<br/>H = 30 м</p>    | <p>Первинні й другорядні відстійники<br/>БЕТОН, ЗДЛІЗОБЕТОН</p>               |
| 23 |                            | <p>—  —</p>  | <p>D = 40 м<br/>H = 3 м</p>     | <p>Зовнішнім збірно-розподільним трюєм відстійники<br/>БЕТОН, ЗДЛІЗОБЕТОН</p> |

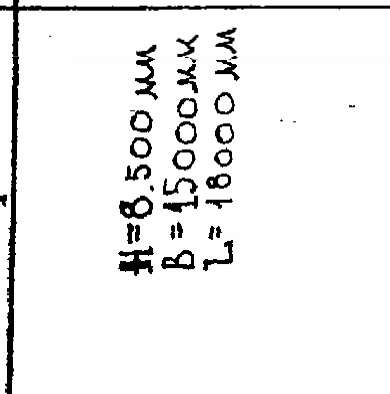
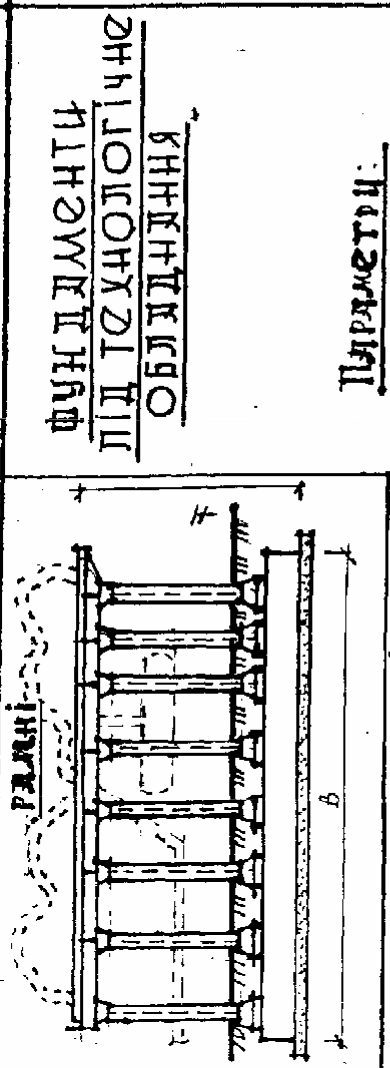
|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| 1   | <p>2</p>  <p>30.</p> | <p>3</p> <p><u>ЦІФРОВІ ДІОКРЕД<br/>МІНУВАННЯ.</u></p> <p>ПЕРІМЕТРИ:</p> <p>H - ВИСОТА, м<br/>B - ШИРИНА, м<br/>Д - Ш<br/>b - ПРОЗІРЛОТ, м</p> | <p>4</p> <p>H = 2.4 м<br/>Д = 36.0 м<br/>B = 24.0 м<br/>b = 6.0 м</p>   | <p>5</p> <p><u>МАТЕРІАЛ -</u><br/>БЕТОН, ЗЯЛІ<br/>ЗОВСЮЧ.</p> |
| 31. | <p>— // —</p>   | <p><u>ВІДСТІЙНИКИ</u></p>   | <p>H = 4.8 м<br/>Д = 36.0 м<br/>B = (КРАТНІС 6) 300 м<br/>b = 6.0 м</p> |   |

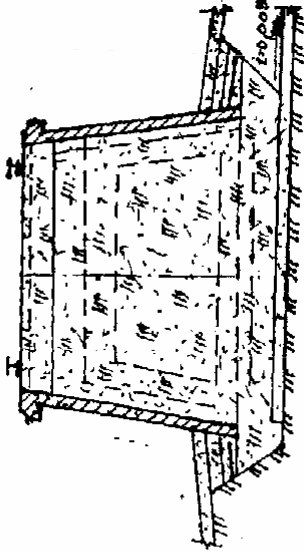
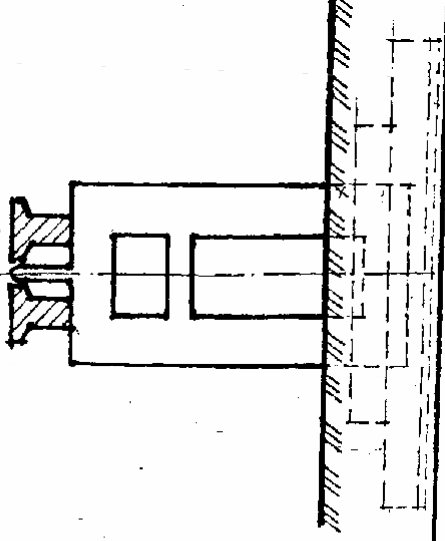
|   |    |   |   |   |  |   |  |   |   |   |   |   |                                    |
|---|----|---|---|---|--|---|--|---|---|---|---|---|------------------------------------|
| I | 34 | α | β | 2 |  | 3 | <p><u>ОСВІТЛЮВАНІ</u></p> <p>ПЕРЕМІСТРИ:</p> <p>Н - ВИСОТА, м<br/> В - ДОВЖИННЯ, м<br/> Д - ШИРИНА, м<br/> б - КРОК, м</p> | 4 | <p>Н=6.0, м<br/> Д=6.0, м<br/> б=2.0, м<br/> В=2.0, м</p> | <p>Н=6.0, м<br/> Д=9.0, м<br/> б=2.0, м<br/> В=6.0, м</p> | <p>Н=6.0 м<br/> Д=9.0 м<br/> б=2.0 м<br/> В=9.0 м</p> | 5 | <p>МАТЕРІАЛ -<br/> ЗЯЛІЗОБЕТОН</p> |
|---|----|---|---|---|--|---|--|---|---|---|---|---|------------------------------------|

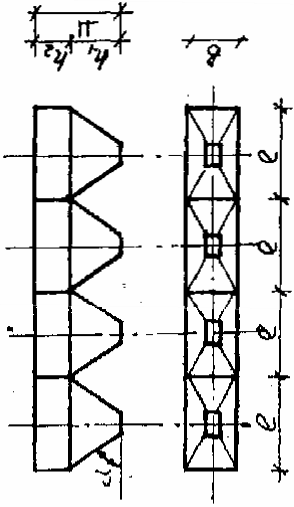
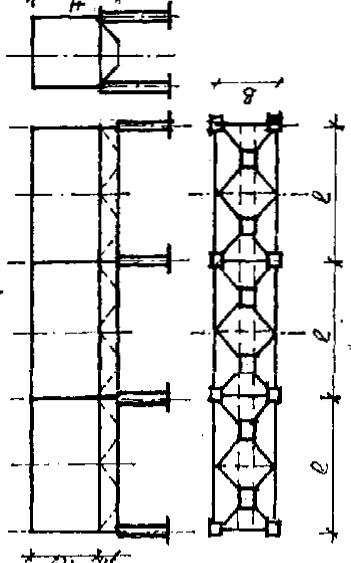
|    |   |          |   |   |                               |
|----|---|----------|---|---|-------------------------------|
| 1  |  | <p>2</p> | <p>3</p> <p><b>ГОРИЗОНТАЛЬНІ<br/>ВІДСТІЙНИКИ</b></p> <p>ПЕРИМЕТРИ:</p> <p>H - ВИСОТА, М<br/> b - ПРОЛЬОТ, М<br/> B - ШИРИНА СЕКЦІЇ, М<br/> Д - ДОВЖИНЯ, М</p> | 4 | 5                             |
| 35 | <p>H = 4.6 м<br/> b = 6.0 м<br/> B = 12.0 м<br/> Д = 12.0 м</p>                     |          |   |   | МАТЕРІАЛ -<br>БЯЛІЗОБЕ<br>ТОН |

|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 1  | 2   | 3  | 4   | 5  |
| 36 | <p><u>РЕЗЕРВУАРИ ДЛЯ ВОДИ</u></p>  | <p><u>ЦИЛІНДРИЧНІ РЕЗЕРВУАРИ</u></p> <p>ПАРАМЕТРИ:<br/>         ЦИЛІНДРИЧНІ РЕЗЕРВУАРИ:<br/>         H = 3,6 ; 4,8 ;<br/>         D = 4,5 ; 6,0 ; 9,0 ; 12,0 ; 24.</p> <p>—//—</p> | <p>D = 6000 мм<br/>         H = 3600 мм</p>   | <p>КІЛЬКІСТЬ РЕЗЕРВУАРІВ ВОДОКОМУ ВУЗІ - НЕ МЕНШЕ ДВОХ</p> |
| б. |                                  |  | <p>D = 12000 мм<br/>         H = 4800 мм</p>  | <p>Матеріал - жовітита збірно-моцнітні з сталі</p>         |
| 37 |   |  | <p>D<sub>1</sub> = 24000 мм<br/>         H = 4800 мм<br/>         D<sub>2</sub> = 8000 мм</p> | <p>Матеріал - жовітита збірно-моцнітні з сталі</p>         |

| 1   | 2  | 3  | 4   | 5  |
|-----|--|--|---|--|
| 38. |   | <p><b>ВІДКРИТІ КРЯНОВІ СТЕЖАКІ</b><br/> <b>ПЕРЯМСТУП:</b><br/> <math>h</math> - ВІДСТЯНЬ ВІД ПІДЛОЖИ ДО ГОЛОВКИ ПІД КРЯНОВОЮ РЕШЕТКОЮ, М<br/> <math>e</math> - ПРОШЛОТ, М<br/> <math>\pi_g</math> - ТРУВОПІДІЙОМНІСТЬ, Т<br/> <math>b</math> - ЖРОК КОЛОНИ, М<br/> <math>L</math> - ДОВЖИНЯ, М</p> | $h = 9.35$<br>$e = 18.0$<br>$\pi_g = 16.0$<br>$b = 12.0$<br>$L = 60.0$  | <p>МАТЕРІАЛ:<br/>         ЗДІЛІЗОБЕТОН</p> |
| 39. |  | <p><b>ВІДКРИТІ КРЯНОВІ СТЕЖАКІ</b><br/> <b>ПЕРЯМСТУП:</b><br/> <math>h</math> - ВІДСТЯНЬ ВІД ПІДЛОЖИ ДО ГОЛОВКИ ПІД КРЯНОВОЮ РЕШЕТКОЮ, М<br/> <math>e</math> - ПРОШЛОТ, М<br/> <math>\pi_g</math> - ТРУВОПІДІЙОМНІСТЬ, Т<br/> <math>b</math> - ЖРОК КОЛОНИ, М<br/> <math>L</math> - ДОВЖИНЯ, М</p> | $h = 11.75$<br>$e = 30.0$<br>$\pi_g = 50.0$<br>$b = 12.0$<br>$L = 90.0$ | <p>МАТЕРІАЛ:<br/>         ЗДІЛІЗОБЕТОН</p> |

|     |  |  |  |                     |
|-----|--|--|--|---------------------|
| 1   | 2  | 3  | 4  | 5                   |
| 40. |   | <p><b>ФУНДАМЕНТИ<br/>ПІД ТУМНОЛОГІЧНО<br/>ОБ'ЄКТАМИ</b></p> <p><b>Параметри:</b><br/> H - ВИСОТА, мм<br/> B - ШИРИНА, мм<br/> L - ДОВЖИЙНЯ, мм</p> | <p>H=8500 мм<br/> B=15000 мм<br/> L=18000 мм</p> <p>H=3000 мм<br/> B=4500 мм<br/> L=6000</p> | МАТЕРІАЛ -<br>БЕТОН |
| 41. |  | <p><b>МАТЕРІАЛ</b></p>   |  |                     |

|     |   |  |  |                                     |
|-----|---|--|--|-------------------------------------|
| 1   | <p>2</p> <p><u>ПЛИТКИ</u></p>  | <p>3</p> <p><u>РОЗВІНТАСОВА</u><br/><u>ЛІНІ ЗАЛІЗНЯНИ</u><br/><u>СІТКА</u></p> <p><u>ПЕРИМЕТР:</u><br/>H - висота, м<br/>L - довжина, м<br/>B - проміст, м</p> | <p>4</p> <p>H = 3.0 м<br/>L = 60.0 м<br/>B = 3.0 м</p> | <p>5</p> <p>МАТЕРІАЛ:<br/>БЕТОН</p> |
| 42. | <p>БЛОКНІ</p>                 |  | <p>H = 9.0 м<br/>L = 96.0 м<br/>B = 3.0 м</p>          |                                     |

|                 |   |  |   |  |
|-----------------|---|--|---|--|
| 1               | <p>2</p> <p><u>ПІР'ЯМІДНО-ПРИЗМАТИЧНІ</u></p>  <p>44</p> | <p>3</p> <p><u>БУНКЕРИ</u></p> <p><u>ПЕРЕМЕТРИ:</u></p> <p>С - ПРОЦЬОТ, м;<br/>         В - ДОВЖИНА, м;<br/>         Н - ВИСОТА, м;<br/>         Н<sub>1</sub> - ВИСОТА КОУСЬКОЇ ЧАСТИНИ;<br/>         Н<sub>2</sub> - ВИСОТА СІТНОК, м;<br/>         α - КУТ ПЕРТЯ СІТНОГО;<br/>         φ - КУТ НАКЛОНУ СІТНОК;<br/>         БУНКЕРИ КТОРИСОНТЯНІ<br/>         ПРЯД.: ПО РИФІКАМ;<br/>         Н<sub>3</sub> = 0.4ε.</p> | <p>4</p> <p>СІТНИЙ МЯТЕРІЯЛ:<br/>         ГРЗНИП.<br/>         L = 12.0 м; B = 6.0 м;<br/>         n = 4;</p> | <p>5</p> <p><u>МАТЕРІЯЛ -</u><br/>         ЗЯЛІЗОБЕТОН</p> |
| 44 <sup>a</sup> | <p><u>ЛОПКОБІ</u></p>  <p>44<sup>a</sup></p>            | <p>СІТНИЙ МЯТЕРІЯЛ:<br/>         БЯПЧО.<br/>         L = 18.0 м; B = 9.0 м;<br/>         n = 3.</p>  | <p><u>МАТЕРІЯЛ -</u><br/>         СЯЛБ</p>  |  |

Інженерні споруди [Текст]: Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського ТФК Луцького НТУ», 2023. – 52 с.

Комп'ютерний набір і верстка : О.Ф. Шмаль  
Редактор: О.Ф. Шмаль

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2023 р. Формат А4.  
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5  
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.



























