

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання і дизайну**

---

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету  
конструювання і дизайну**

\_\_\_\_\_ Іван РОГОВСЬКИЙ  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри будівництва**

\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Проектування будинку культури у Житомирській області»**

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_ Євгеній БАКУЛІН  
(підпис)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

доктор технічних наук, професор \_\_\_\_\_ Вячеслав МАРТИНОВ  
(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Станіслав СТАДНИК  
(підпис)

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання і дизайну**

---

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри будівництва**  
доктор технічних наук, професор  
\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО

(підпис)

“19” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ**

**Стаднику Станіславу Ігоровичу**

---

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування будинку культури у Житомирській області»,

затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, листопад, 28

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати будівлю будинку культури громадського призначення у змішаному каркасі

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виконати аналітичний огляд, присвячений класифікації громадських будинків, споруд та приміщень за функціональним призначенням. Визначити основні проблеми розміщення громадських будинків і споруд.

2. Розробити основи типологічного аналізу при проектуванні мало- і багатоповерхових громадських будинків і споруд. Показати напрями

функціонального зонування та їх основні функції. Розробити рекомендації щодо застосування принципів проектування будівель громадського призначення.

3. Виконати аналітичний розрахунок монолітної залізобетонної рами, розрахунок фундаменту ФМ-1, розрахунок ферми покриття та балки покриття глядацького залу будинку культури. Навести основні принципи розрахунку попередньо-напруженої панелі покриття.

4. Розробити будгенплан зведення будинку культури, навести схеми руху крану, складування матеріалів, електро- та водопостачання, огороження території тощо. Розробити технологічну карту на улаштування монолітної залізобетонної балки покриття.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (розроблений головний фасад, план першого та другого поверхів, повздовжній розріз, наведені архітектурні вузи) – 2 аркуші А1;

→ розрахунково-конструктивна частина (виконане проектування залізобетонної плити покриття, залізобетонної рами, балки покриття глядацького залу будинку культури, ферми покриття) – 4 аркуші формату А1;

→ організація будівельного виробництва (розроблений будгенплан майданчику забудови, показана схема руху крану, схеми розміщення складських приміщень, під'їзні шляхи, електро- та водопостачання, розроблений календарний графік зведення будинку культури) – 3 аркуші А1;

→ технологія будівельного виробництва (розроблена технологічна карта на улаштування монолітної залізобетонної балки покриття) – 1 аркуш А1.

→ науково-дослідна частина (побудовані основні принципи типологічного аналізу при проектуванні мало- і багатоповерхових громадських будинків і споруд) – 2 плакати у презентації.

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Вячеслав МАРТИНОВ  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Станіслав СТАДНИК  
(підпис)

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 6  |
| 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....   | 9  |
| 1.1. Класифікація громадських будинків, споруд та приміщень за функціональним призначенням.....                 | 9  |
| 1.2. Проблеми розміщення громадських будинків і споруд .....  | 11 |
| 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....  | 13 |
| 2.1. Основи типологічного аналізу при проектуванні мало- і багатоповерхових громадських будинків і споруд ..... | 13 |
| 2.2. Напрями функціонального зонування та їх основні функції.....   | 16 |
| 2.3. Розробка принципів проектування будівель громадського призначення.....                                     | 23 |
| 3. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ.....  | 29 |
| 3.1. Генеральний план забудови.....   | 29 |
| 3.2. Вертикальне планування і благоустрій території.....  | 30 |
| 3.3. Об'ємно-планувальне рішення будівлі.....   | 31 |
| 3.4. Теплорозрахунок горизонтальної огорожуючої конструкції.....  | 34 |
| 3.5. Характеристика основних конструктивних елементів громадської будинку культури.....                         | 38 |
| 3.6. Санітарно-технічне та інженерне обладнання будівлі.....  | 40 |
| 4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....  | 43 |
| 4.1. Аналітичний розрахунок монолітної рами .....   | 43 |
| 4.2. Розрахунок фундаменту ФМ-1.....  | 44 |
| 4.3. Розрахунок ферми покриття.....   | 46 |
| 4.4. Розрахунок балки глядацького залу.....   | 49 |
| 4.5. Розрахунок попередньо-напруженої панелі покриття.....  | 56 |
| 5. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....   | 72 |
| 5.1. Вибір раціонального способу виробництва робіт на основі порівняння варіантів.....                          | 72 |
| 5.2. Визначення потреби в будівельних машинах,  |    |

|  |     |
|--|-----|
|  | 5   |
| механізмах і транспортних засобах.....   | 73  |
| 5.3. Підбір будівельного крану.....  | 73  |
| 5.4. Калькуляція трудових витрат на влаштування монолітної з/б балки...74                                |     |
| 5.5. Розрахунок кількості телескопічних стійок для металеві опалубки...75                                |     |
| 5.6. Вказівки до виконання робіт.....  | 76  |
| 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....   | 81  |
| 6.1. Визначення обсягів виконання робіт.....   | 81  |
| 6.2. Визначення витрат праці.....  | 85  |
| 6.3. Проектування будівельного генерального плану об'єкта.....   | 89  |
| 6.3.1. Розташування і прив'язка механізованих засобів<br>на будівельному майданчику.....                 | 89  |
| 6.3.2. Проектування тимчасових доріг.....  | 89  |
| 6.3.3. Розрахунок площі складів.....   | 89  |
| 6.4. Визначення потреби і розрахунок адміністративно-побутових<br>будівель.....                          | 91  |
| 6.5. Організація водопостачання. Розрахунок тимчасової мережі.....                                       | 93  |
| 6.5.1. Організація тимчасового енергопостачання.<br>Розрахунок необхідної потужності струмоприймача..... | 94  |
| 6.5.2. Розрахунок та організація освітлення будмайданчику.....   | 96  |
| 6.6. Основні техніко-економічні показники проекту виконання робіт.....                                   | 96  |
| 7. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....   | 97  |
| 7.1. Протипожежна профілактика та пожежна безпека<br>на будівельному майданчику.....                     | 97  |
| 7.2. Розробка заходів щодо забезпечення охорони праці на будгенплані ..                                  | 99  |
| 7.3. Санітарно-побутові заходи на будівельному майданчику.....   | 100 |
| 7.4. Техніка безпеки на основі роботи.....   | 101 |
| 7.5. Охорона навколишнього природного середовища.....  | 103 |
| ВИСНОВКИ.....  | 105 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....  | 106 |
| ДОДАТКИ.....   | 110 |

## ВСТУП

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається проектування будинку культури у м. Коростень Житомирської області на 600 посадкових місць у відповідності до завдання.

Загалом, програма-завдання у реальному проектуванні відображає комплекс цілей архітектурно-містобудівного проектування й одночасно визначає шляхи, засоби і терміни реалізації проектних рішень [3].

Розроблення програми являє собою дослідницьку задачу, в якій визначаються бажані соціально-функціональні властивості певної системи.

Наприклад, загальна мета створення містобудівних умов розвитку людини розкривається у вигляді розгорнутої програми забезпечення населення житлом, соціально-культурним обслуговуванням у показниках просторово-часової доступності місць прикладання праці, центрів обслуговування тощо. Всі положення програми виражаються у вигляді нормативних завдань та розподіляються за порядком залежно від їх відносної значущості.

Поряд з розробленням програм, у яких цілі фіксуються у вигляді конкретних нормативних показників, цілі можуть визначатися як система показників (або одним показником), які потребують комплексної оптимізації [3]. Зміст програм на всіх рівнях визначається задачами створення архітектурно-містобудівних умов розвитку виробництва, підвищення рівня споживання населенням і всебічного розвитку людини, охорони природних ресурсів, організації системи територіальних зв'язків (виробництва, споживання, управління). Задачі дослідження при розробленні програми проектування орієнтовані на зіставлення її (програми) з загальними цілями соціального розвитку, ресурсами території, на виявлення взаємозв'язків соціальних та просторових характеристик [3].

**Перша задача** – оцінювання передбачених у програмі цілей народного господарства, потреб населення, екологічних вимог.

Оцінювання може бути виконане за допомогою кількісних методів економічних обґрунтувань. Однак кількісне вимірювання всього комплексу різномірних цілей практично неможливе. Тому в містобудівному аналізі широко використовують різні методи експертного оцінювання – ранжування, бальне оцінювання. Одночасно необхідно ураховувати економічні можливості суспільства.

**Друга задача** аналізу при зіставленні програм полягає в їх зв'язку з ресурсами території, з вихідною територіальною ситуацією. Оцінювання територіальних ресурсів являє собою самостійний блок досліджень. І в цьому розділі аналізу головну складність мають вимірювання соціальної користі ресурсів. Наприклад, необхідно зіставити цінності економічних ресурсів розвитку промислового виробництва з цінністю рекреаційних або «екологічних» ресурсів з метою визначення параметрів розвитку виробництва й регулювання граничного тиску його на природний комплекс.

**Третя задача** – зіставлення цілей програми з містобудівними засобами її реалізації. В результаті такого аналізу розробляється програма-завдання на проектування, котра виражається в параметрах розвитку виробництва, житлового будівництва, нормах розрахунку установ громадського обслуговування. Залежно від типу об'єкта і рівня проектування змінюється зміст та ступінь деталізації програми. Разом з тим загальний обсяг питань, що розглядається обов'язково, включає демографічні дані, характеристики розвитку виробничих і невиробничих сфер діяльності, екологічні вимоги й дані про техніко-економічні вимоги до реалізації проекту.

Слід виділити ті розділи програми, котрі розробляються безпосередньо у *складі проектів*. У відповідності до [3], до їх числа відносять:

- 1) чисельність і структуру населення;
- 2) перспективи розвитку народногосподарського комплексу;

3) перспективи розвитку народного споживання (структура і розрахункові показники установ громадського обслуговування, сфери відпочинку, обсяги житлового будівництва).

Екологічні вимоги не формулюються, оскільки вони відображаються у відповідних нормативних документах [4 та ін.].

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1. Класифікація громадських будинків, споруд та приміщень за функціональним призначенням

Громадські будинки і споруди (ГБС) та їх комплекси – це штучне середовище, в якому проходять один або декілька взаємопов'язаних між собою процесів громадської життєдіяльності людей; це обмежений будівельними конструкціями простір, призначений для короткочасного або тривалого перебування в ньому людей і захисту їх від впливу природних факторів (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класифікація громадських будинків, споруд та приміщень за функціональним призначенням

Для соціального обґрунтування проектних рішень громадських будинків і споруд (ГБС) проводять прикладні соціально-архітектурні дослідження. Соціальні обґрунтування розподіляють на соціально-

економічні, соціально-демографічні, соціокультурні, соціально-психологічні та організаційно-технологічні.

Під час проведення соціально-архітектурних досліджень, окрім урахування загальних тенденцій розвитку сфери послуг, аналізують особливості функціонування установ обслуговування в конкретних економічних, демографічних, соціокультурних, соціально-психологічних і містобудівних умовах.

При проектуванні ГБС необхідно враховувати особливості споживання послуг (глядачі, покупці, пацієнти, публіка, учні, студенти тощо). Дані про склад, функціонування і розвиток неформальних груп споживачів містяться в наукових роботах з педагогіки, фізичної культури або їх збирають під час досліджень. Наприклад, формування колективу на основі шкільного класу потребує закріплення за кожним класом постійного приміщення. Велике значення має архітектурно-художній вигляд будинку школи. Типові школи не можуть виконувати роль символу, що є необхідним для згуртування колективу.

При проектуванні ГБС слід забезпечувати для всього населення:

- 1) соціальну, економічну і просторову доступність усіх видів послуг;
- 2) можливість вибору видів послуг, а також часу, місця й форми обслуговування;
- 3) мінімальну витрату часу на переміщення до місць обслуговування та часу очікування одержання послуги;
- 4) високу якість послуг, фізичний і психологічний комфорт під час обслуговування.

В останні десятиліття переважає тенденція укрупнення ГБС та збільшення місткості об'єктів обслуговування, що є економічно доцільним.

Усе це сприяє зниженню на 7 – 10% вартості будівництва, на 25 – 30% експлуатаційних витрат, а також зниженню на 15 – 30% площі допоміжних і підсобних приміщень, на 20 – 30% площі ділянки ГБС. Укрупнення ГБС може відповідати не тільки економічним, але і соціально-психологічним вимогам. У той же час укрупнення, кооперування й блокування

установ обслуговування можуть призвести до негативних наслідків – особливо небажаної надмірної віддаленості медичних установ (поліклінік, аптек, пологових будинків, відділень швидкої допомоги), а також до погіршення соціальних наслідків у дитячих садках та школах, значного зменшення кількості відвідувачів у кінотеатрах, бібліотеках, підприємств побутового обслуговування тощо. Все це зумовлює необхідність проведення передпроектного аналізу містобудівних вимог доступності об'єктів обслуговування і соціально-психологічного ставлення населення до укрупнення ГБС [2].

## **1.2. Проблеми розміщення громадських будинків і споруд**

Проблема розташування ГБС має два соціально важливі аспекти. Перший – соціокультурний, пов'язаний з тим, що ГБС стають фокусами масового тяжіння населення і створюють умови для просторових контактів та спілкування [3]. Другий аспект – утилітарний. Він полягає в забезпеченні зручних транспортних, пішохідних і комунікаційних зв'язків установ обслуговування зі споживачами [3].

Головний фактор об'ємно-планувального рішення ГБС – його функціональне призначення [1], тобто та громадська діяльність людини, для якої будують об'єкт (рис. 1.2). Функціонально-технологічні процеси неперервно змінюються у часі й зумовлюють зміну типів ГБС (їх просторову організацію, розміри та форму).

Інші фактори:

- 1) суспільство;
- 2) середовище;
- 3) містобудівні;
- 4) типологія;
- 5) техніка;
- 6) природа.

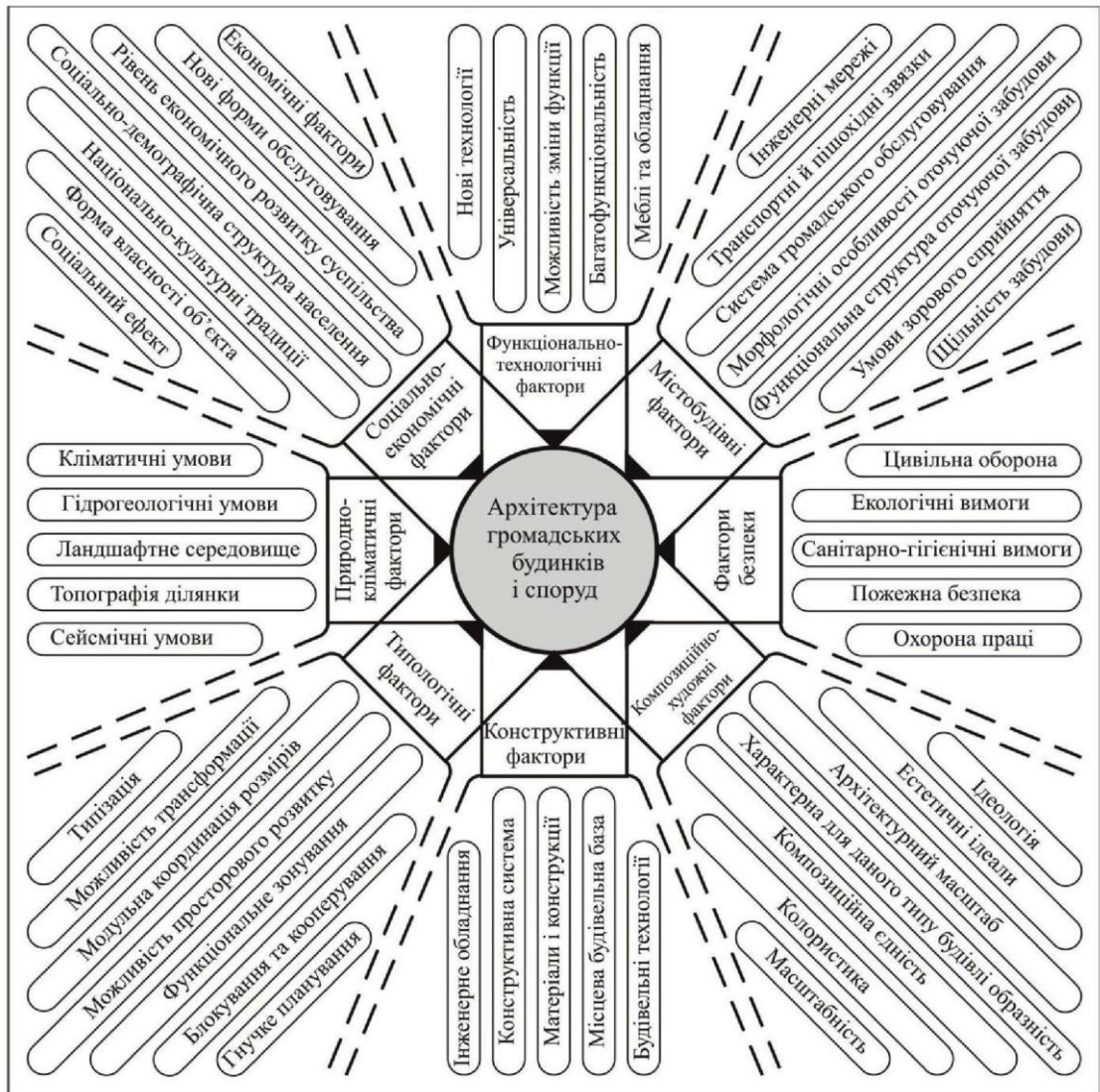


Рис. 1.2. Фактори, які впливають на архітектурно-планувальні рішення громадських будинків і споруд [3]

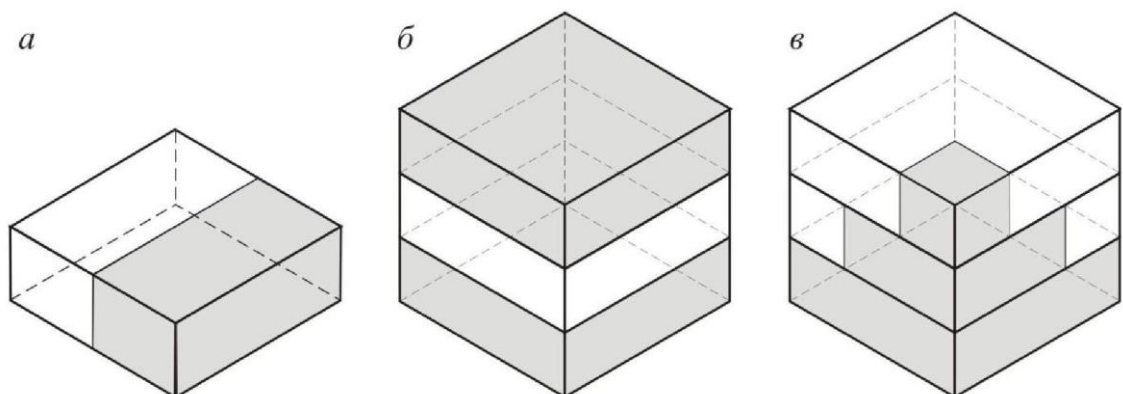


Рис. 1.3. Типи функціонального зонування громадських будинків і споруд [3]:

а – горизонтальне; б – вертикальне; в – комбіноване

На розвиток унікальних ГБС, крім того, впливають ідеологічне значення об'єкта, термін виконання, вартість і будівельні конструкції та матеріали.

## 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Основи типологічного аналізу при проєктуванні мало- і багатоповерхових громадських будинків і споруд

Загальну об'ємно-просторову структуру громадських будівель у відповідності до [1–3] поділяють на:

- 1) функціональну;
- 2) планувальну;
- 3) конструктивну структуру (оскільки вона залежить від таких критеріїв, як функція, планувальне рішення, конструктивна схема).

**Функціональна структура** (ФС) – певна сукупність функцій, об'єднаних у ГБС за ознаками їх спорідненості й наявності внутрішніх взаємозв'язків (рис. 4.10).

Складається із:

- 1) функціональної одиниці (ФО);
- 2) функціональної чарунки (ФЧ);
- 3) функціональної зони (ФЗ).

Відповідно у першому випадку – це одне приміщення; у другому – 2 – 3 приміщення (група класів); у третьому – 2 – 3 функціональні чарунки (група приміщень початкових класів). ФЗ об'єднують у єдину функціональну установу або підприємство [1].

**Планувальна структура** – це її умовно горизонтальна проєкція, на рівні якої відбувається реалізація окремих функціональних елементів й усієї ФС у конкретні планувальні рішення. Поділяють, як і ФС, на планувальні одиниці ( $P_0$ ;  $P_ч$  та  $P_з$ ), і в цілому планувальна схема ГБС залежить від функціональної структури.

**Конструктивна структура** є несучою основою ГБС, визначає її фізичні контури і поділяє її на конкретні обмежені простори, складається аналогічно:  $K_0$ ;  $K_ч$ ;  $K$  – відсік і конструктивна структура в цілому ( $K_0$  відповідає планувальному модулю в метрах).

**Об'ємно-просторова структура** – архітектурний простір, обмежений елементами конструктивної структури і поділений на окремі об'ємно-просторові елементи в один або декілька поверхів згідно з функціонально-планувальним рішенням (рис. 2.1), складається з об'ємно-просторової одиниці-модуля – ОПо, ОПч, ОПб і будівля в цілому (ОПО – типізований елемент, утворений планувально-конструктивним модулем). Типізація – зведення форм будівель та споруд, конструкцій чи деталей, які мають збіжні істотні властивості й вирізняються неістотними до обмеженої або мінімальної кількості раціональних типів. Сприяє створенню оптимальних об'ємно-планувальних і конструктивних рішень ГБС, призначених для багаторазового використання, наприклад, у типових проектах.

Типізації підлягають малі архітектурні форми, меблі та елементи обладнання ГБС (типізація була започаткована ще в Давній Греції у вигляді ордерів). Дістала широкого розповсюдження у типовому проектуванні, а також – важлива для нових типів ГБС.

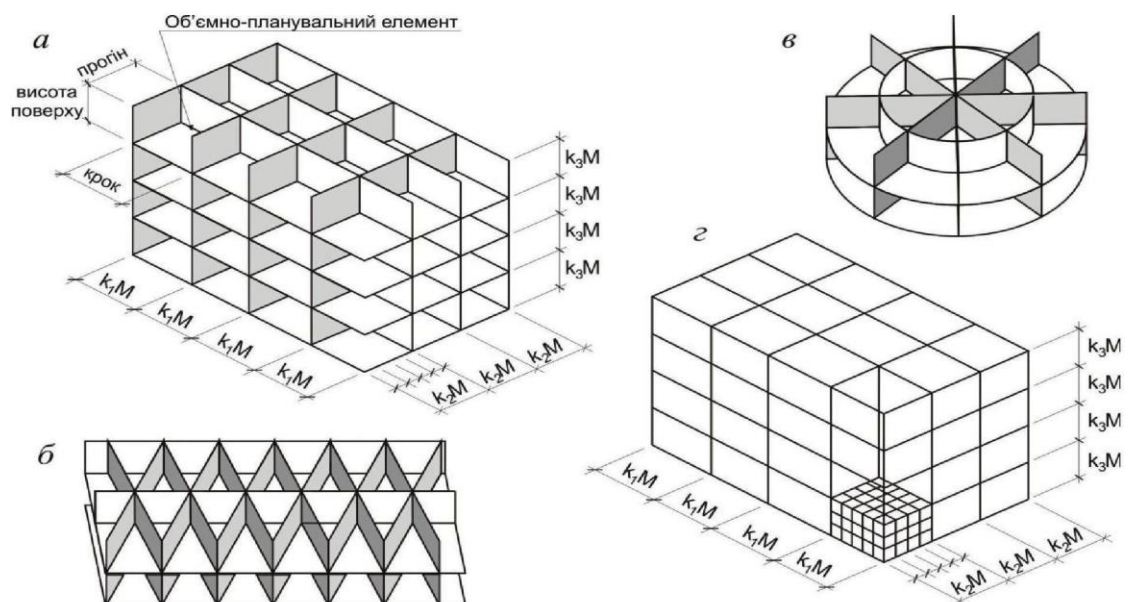


Рис. 2.1. Модульні просторові координаційні системи в об'ємно-планувальній структурі громадських будинків і споруд: а – прямокутна (переважне застосування); б – косокутна; в – центрична; г – вертикальні й горизонтальні модульні сітки на відповідних площинах цієї системи ( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  – коефіцієнти кратності модулів у плані та по висоті будівлі)

Серед *принципів об'ємно-планувальної організації* виділяються такі: → укрупнення, блокування, кооперування; функціональної організації → зонування, універсальність, спеціалізація; технічних рішень → прогресивність конструкцій, трансформативність, інженерно-технічна оснащеність; художньої виразності → гармонізація форми, синтез мистецтв, використання національних традицій.

Головний принцип для всіх – **відкрита типізація**.

Нові типи ГБС повинні задовольняти соціальні, функціонально-технологічні й технічні умови, які швидко змінюються. Для розв'язання цих задач визначені такі вимоги до ГБС:

- 1) універсальність за рахунок гнучкого планування і трансформації простору;
- 2) варіантність об'ємно-планувальних рішень, що зумовлює розроблення нових методів проектування;
- 3) підвищення архітектурно-композиційних якостей ГБС та гармонійне поєднання їх з навколишнім середовищем;
- 4) освоєння технічних досягнень у сфері проектування і будівництва, впровадження нових конструктивних систем, матеріалів, виробів.

**Блокування** – укрупнення будівель, розміщення двох або декількох будівель щільно один до одного зі збереженням їх просторової та конструктивної самостійності (сприяє зменшенню ділянки, протяжності інженерно-транспортних мереж).

**Кооперування** – укрупнення ГБС шляхом об'єднання двох або декількох установ КПО з обов'язковим сумісним використанням ними приміщень як основного, так і допоміжного призначення (вестибулів, гардеробів, складських та зальних приміщень).

*Економічні показники укрупнення:* блокування сприяє економії території – 20%, скороченню об'ємів земляних робіт – 30%, протяжності доріг – 30 – 35%, вартості будівництва – 15 – 17%; кооперування – перші показники

приблизно однакові, вартість будівництва зменшується на 20 – 25%, експлуатації – 4 – 6% (рис. 2.2).

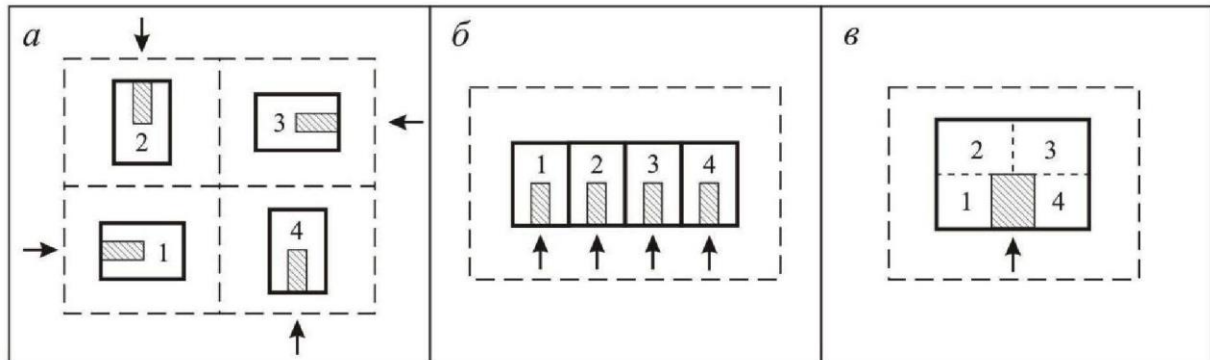


Рис. 2.2. Блокування та кооперування будівель:

а – окремо розташовані будівлі; б – блокування; в – кооперування

Оцінку економічної ефективності визначають шляхом порівняння ТЕП укрупнених об'єктів із показниками діючих проектів ГБС, розміщених в окремих об'єктах. Ефект досягається не тільки за будівельними, але й експлуатаційними витратами (особливо показників на одиницю виміру: місце, м<sup>2</sup> торг. площі та ін.).

**Соціальна ефективність** (блокування і кооперування):

- 1) збільшення вільного часу за рахунок скорочення його витрат на одержання послуг;
- 2) повніше задоволення духовних потреб людини (освіта, творчість);
- 3) поліпшення умов праці, побуту й відпочинку.

Розраховується шляхом оцінювання вільного часу в межах 50 – 60% середньої ставки працівників.

## 2.2. Напрями функціонального зонування та їх основні функції

Виділяють два напрями функціонального зонування ГБС:

- 1) створення «жорстких», обмежених у просторі зон, призначених для окремо визначеного виду діяльності, розміщених у найбільш зручних місцях із точки зору взаємозв'язку їх з іншими зонами і врахування потоків руху відвідувачів та персоналу;

2) «вільне зонування», тобто організація універсального трансформованого простору, який може використовуватись для різних видів діяльності (залежно від потреб). Усі вони відповідають принципам вільного планування й можуть змінюватися залежно від конкретних обставин (що свідчить про універсальність простору).

**Головна задача** підвищення архітектурно-художньої виразності – створення таких ГБС, що запам'ятовуються за архітектурно-просторовою композицією та художньо-кольоровим рішенням. Досягається образність ГБС шляхом визначення функціонального змісту. Використання відповідних композиційних і архітектурних прийомів та форм, органічного зв'язку з природою й історичним середовищем. На образ ГБС впливають «функція – конструкція – форма», тобто їх гармонійне поєднання.

**Мета створення** інженерної конструкції та архітектурного об'єкта – одержання найбільш раціонального розв'язання поставленої задачі. У створенні інженерної конструкції використовують технічні й матеріальні можливості свого часу; в архітектурному об'єкті вони застосовуються з урахуванням емоційного впливу на людину. Створення конкретного художнього образу може зумовлювати видозміну матеріалу і конструкції з метою гармонізації споруди в цілому та в її частинах.

**Нова методика** проектування ГБС повинна базуватися на [3]:

1) аналізі наукових досліджень, практики проектування і будівництва з метою визначення нових принципів архітектурно-планувальної організації, якісної та економічної ефективності й шляхів удосконалення типологічних рішень;

2) розробленні пропозицій до нової методики проектування ГБС і їх комплексів з уніфікованих структурних функціональних елементів єдиної гнучкої архітектурно-будівельної системи;

3) визначенні напрямів перспективного розвитку ГБС на основі використання нових архітектурно-конструктивних систем, принципів

типизації та впровадження укрупнення й кооперування установ КПО в складі багатофункціональних комплексів.

При проектуванні ГБС слід ураховувати фактори: соціальні, містобудівні, природно-кліматичні, національно-побутові, конструктивні, фізико-технічні, економічні, екологічні та архітектурно-художні; забезпечувати: гнучкість функціонально-планувальних рішень і варіантність технологічних процесів; містобудівну маневреність (можливість розміщення на різних ділянках); спрощення процесів будівництва та експлуатації (за рахунок уніфікації).

За *об'ємно-планувальною організацією* ГБС поділяють на такі типи схем:

- 1) павільйонна;
- 2) чарункова (дрібно- і великочарункова);
- 3) коридорна;
- 4) безкоридорна (атріумна);
- 5) анфіладна;
- 6) зальна та різноманітні змішані (рис. 2.3).

За принципом об'ємно-планувальних рішень усі ГБС умовно поділяють на мало- й багатоповерхові.

До *малоповерхових* (1 – 2 поверхи) можна віднести об'єкти народної освіти і соціального забезпечення та фізкультурно-спортивні; культури й мистецтва; підприємства торгівлі та громадського харчування.

До *багатоповерхових* (6 і більше поверхів) належать організації та установи управління, проектні й науково-дослідні інститути, готелі та ін.

Перші мають переважно зальну, анфіладну і павільйонну структуру, багатоповерхові – чарункову. Конструкції бувають відповідно великопрогінні та каркасно-рамні, рис. 2.3.

Залежно від характеру процесу приміщення поділяють на:

- 1) основні (класи, аудиторії торгові зали тощо);
- 2) допоміжні (фойє, кулуари театрів, демонстраційні зали торгових підприємств);

3) обслуговуючі (буфети, вхідні вузли, туалети та ін.).

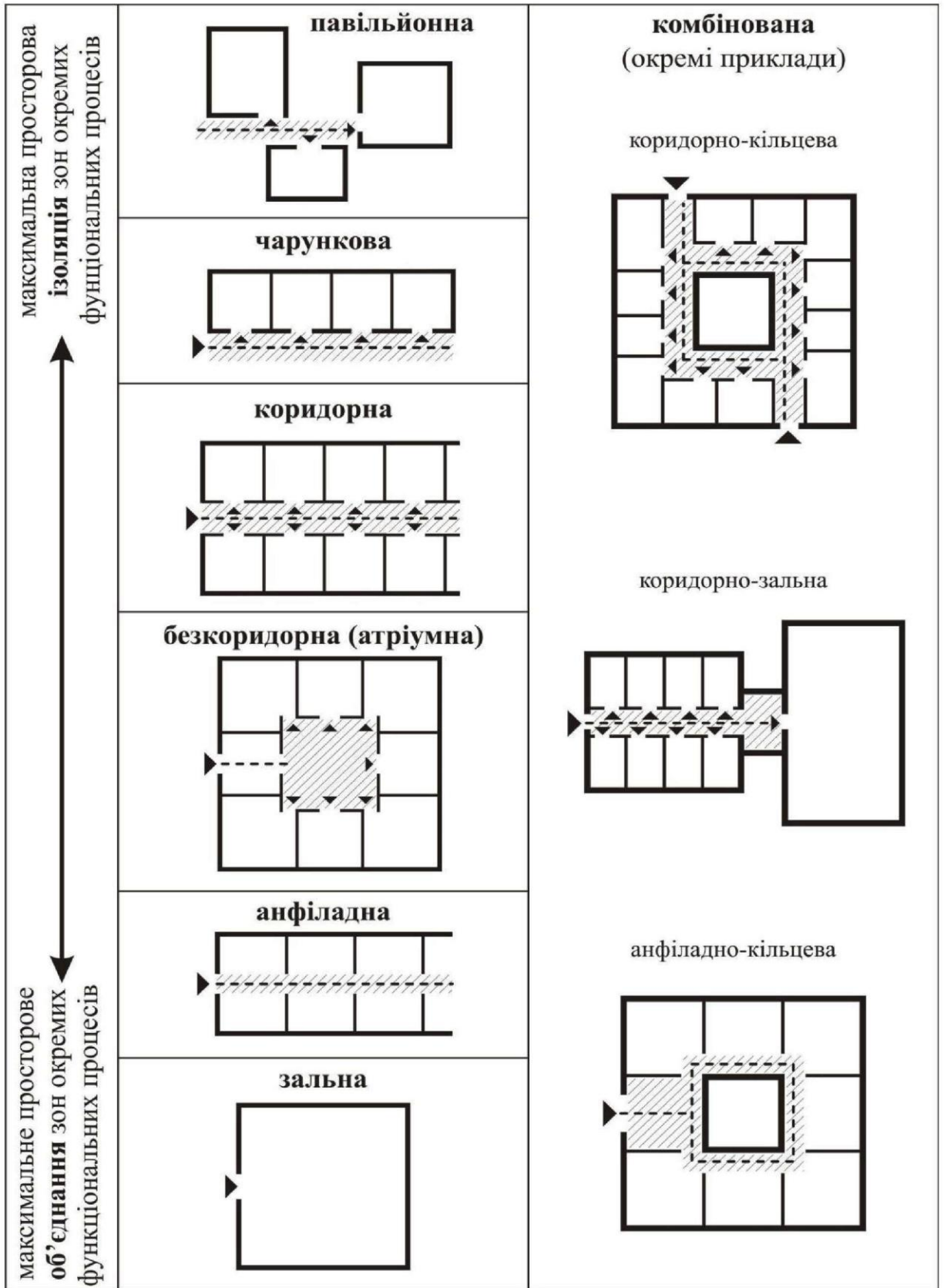


Рис. 2.3. Схеми групування приміщень громадських будинків і споруд [1, 3]

Перші за габаритами і можливостями створення безопорного простору поділяють на 3 підгрупи:

- 1) приміщення чарункового характеру відносно невеликої площі (50 –100 м<sup>2</sup>) та висоти (3,3 – 3,6 м) із боковим освітленням, із сіткою колон 6×6 м;
- 2) великої площі (більше ніж 200 м<sup>2</sup>) і відносно невеликої висоти (3,6 – 4,2 м) можлива сітка колон 6×9; 6×12; 12×12 м (торговельні зали);
- 3) зальні безопорні приміщення площею більше ніж 1000 м<sup>2</sup> і висотою 6 – 12 та більше м із великопрогінними конструкціями 15 і більше м (спортивні й виставкові зали, криті ринки тощо).

Допоміжні приміщення необхідні для забезпечення основних процесів, але не визначають призначення об'єкта; обслуговуючі не мають безпосереднього відношення до основного функціонального процесу.

Комунікаційні приміщення – горизонтальні (коридори, галереї, проходи та ін.), вертикальні (сходи, пандуси, ліфти, ескалатори, патерностери тощо).

Загальні для всіх ГБС планувальні елементи (рис. 2.4 – 2.7):

- 1) вхідні вузли (тамбури, вестибулі, гардероби);
- 2) групи основних приміщень (зали різного призначення, аудиторії, класи);
- 3) групи підсобних і допоміжних приміщень;
- 4) горизонтальні комунікації;
- 5) вертикальні.

Функціонально-технологічні процеси поділяють на загальні й специфічні (відповідно громадська і трудова діяльність, різні види громадського обслуговування; лікувально-оздоровчий та навчально-виховний процеси).

У кожній ГБС мають місце головні й другорядні функції – технологічні процеси (наприклад, у школі – навчальні заняття є головним процесом, а громадське харчування, адміністративно-громадська діяльність – другорядні).

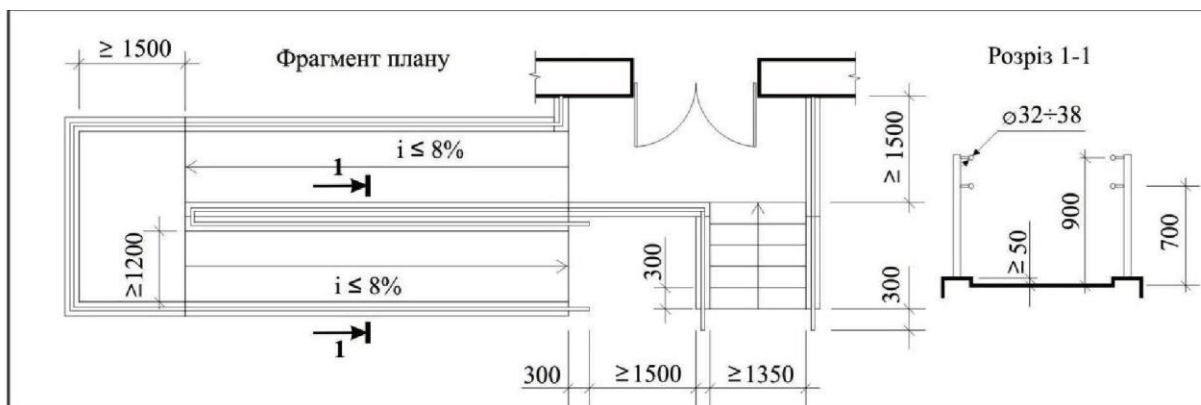


Рис. 2.4. Приклад організації входу до громадського будинку згідно з вимогами доступності для маломобільних груп населення [3]

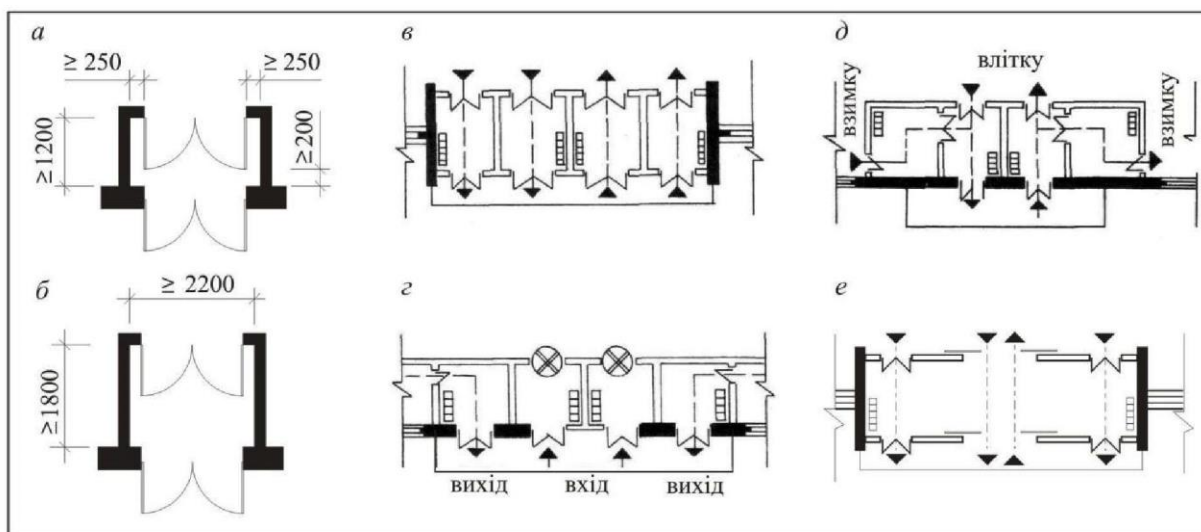


Рис. 2.5. Схеми планування тамбурів громадського будинку [2, 3]:

а – звичайного тамбура; б – тамбура, доступного для маломобільних груп населення; в – при прямолінійному русі; г – при диференційованій організації руху; д – при сезонній зміні організації руху; е – при обладнанні тамбура дверима, що автоматично відчиняються

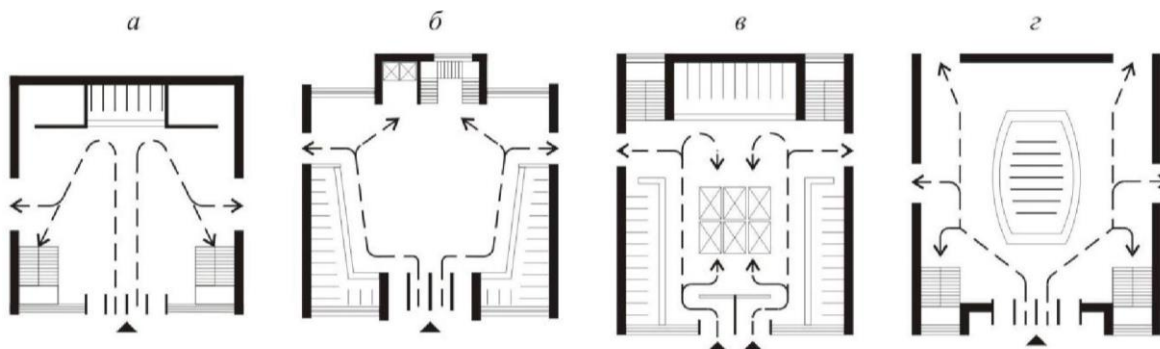


Рис. 2.6. Схеми розміщення гардероба у вестибюлі громадського будинку: а – глибинне; б – бічне; в – периметральне; г – острівне

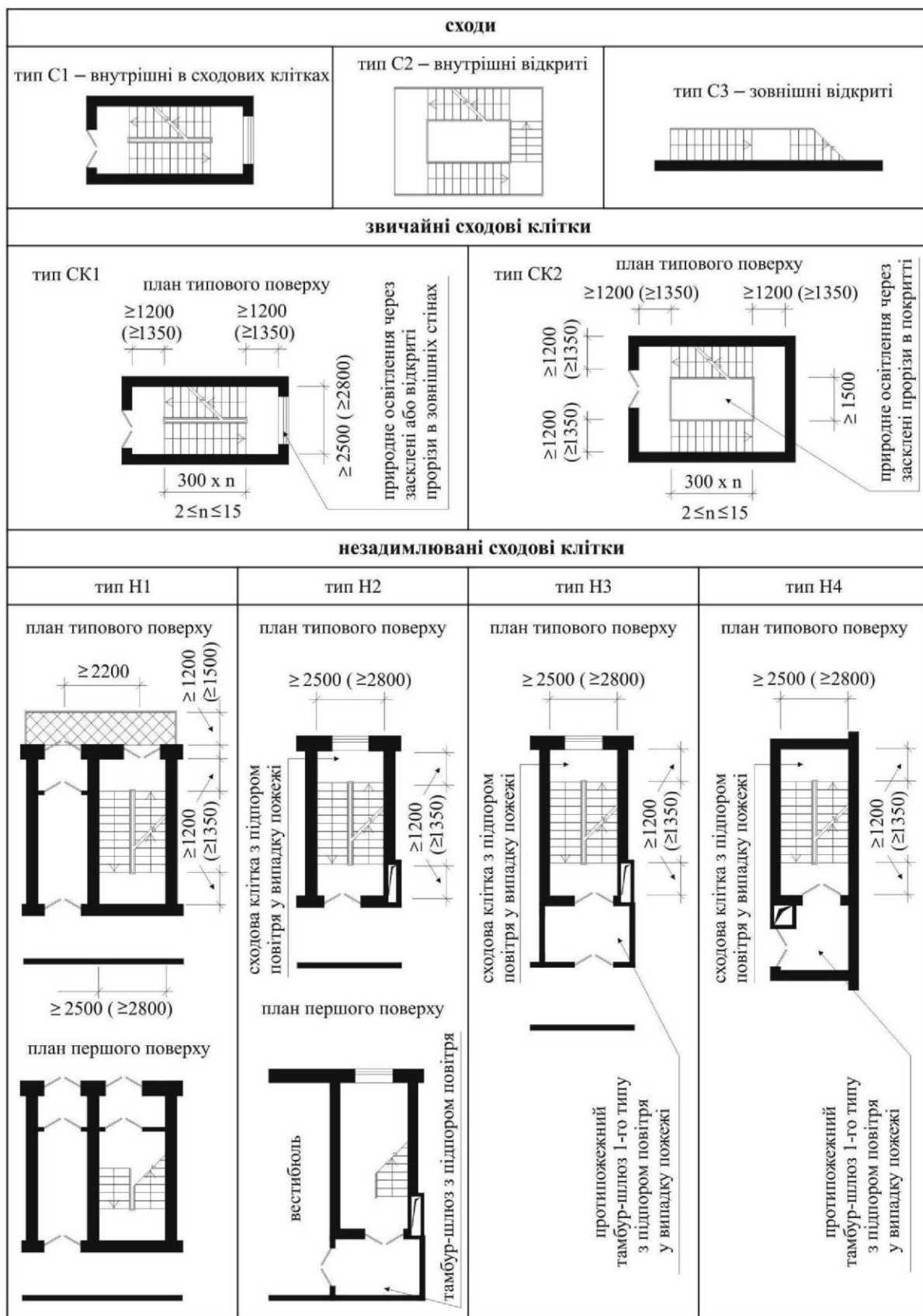


Рис. 2.7. Типи сходів (крім зовнішніх пожежних) та сходових кліток громадських будинків і споруд (згідно з ДБН В.1.1-7-2016) [6]

Розміри наведено в міліметрах, у дужках – розміри для маломобільних відвідувачів. Оптимальну місткість ГБС визначають з умов експлуатаційної рентабельності (від нім. *rentabel* – прибутковий), часу і радіуса обслуговування. Поняттю «питома місткість» відповідає площа приміщень на 1 людину (1 місце).

Наприклад, у школі – 1,25 м<sup>2</sup> на 1 учня; лікарняних палатах – 7 – 9 м<sup>2</sup>; ресторанах – 1,8 – 2,4 м<sup>2</sup>.

Склад приміщень та їх площі визначають програмою-завданням, нормами й нормами [1, 5, 7, 8 та ін. ].

### **2.3. Розробка принципів проєктування будівель громадського призначення**

**Перший** принцип реалізують на початковому етапі проєктування – аналіз функціонально-технологічних процесів (їх розмежування, взаємозв'язків, черговості, тобто визначення взаємозв'язків між окремими приміщеннями (або їх групами) при забезпеченні їх чіткого розмежування).

**Другий** – скорочення непродуктивних витрат часу і сил, розумна економія будівельних й експлуатаційних витрат (принцип доцільності – при мінімальних витратах – максимальний результат).

**Третій** – урахування духовних потреб людей та закономірностей естетичного впливу простору на людину (простір, призначений для людей, повинен бути сформований за законами краси).

Основні компоненти природного й штучного середовища – сонячна радіація, повітря (температура, вологість, швидкість і напрямок руху), опади, звук, колір та ін. Важлива вимога при проєктуванні громадських будинків і споруд – комплексне врахування фізичних параметрів середовища (світлотеплотехнічних, акустичних тощо) й економія енергетичних ресурсів [9].

Світло- і теплотехнічні вимоги: нормують тривалість інсоляції в годинах залежно від географічної широти. Важливою є естетизація

освітленості (Україна, Полтавська обл. – 48 – 500, тривалість інсоляції 2,2 – 3 год., за винятком дитсадків та шкіл).

Вона вимагає розв'язання таких задач:

- 1) вибір і розподіл яскравості елементів екстер'єру та інтер'єру з урахуванням створення в ньому почуття насиченості світлом;
- 2) ліквідація дискомфортного блищання поверхонь, що погіршує умови зорового сприйняття простору і форми;
- 3) вибір такого спектрального складу світла, який би не спотворював кольорового рішення об'єкта.

Тепловий мікроклімат залежить від величини периметра зовнішніх стін, ширини корпусу і глибини приміщень, величини зашкленених поверхонь, оптимальної орієнтації та теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій (від ступеня передачі ними тепла й вологості).

*Акустичні якості глядацьких залів*, які поділяють залежно від цього на такі групи:

- 1) зали з природним звучанням музики, співу, мови (оперні театри, філармонії, музично-драматичні театри);
- 2) зали, в яких звуки слухач сприймає за допомогою звуковідтворювальної електроакустичної апаратури (кінотеатри, конференц-зали та ін.). Якість звуку в них залежить не тільки від якості архітектурного рішення, але й електроакустичної апаратури;
- 3) зали універсального призначення, в котрих передбачено як архітектурні засоби відтворення звуку, так і електроакустичні (зали театрів, клубні, будинків культури).

Головний критерій оцінювання акустики – час реверберації (від лат. *reverberation* – відбивання) і коефіцієнт розбірливості мови. Для рівномірності звукового поля використовують: пластичне оформлення стін, підвісні екрани та ін. Проблеми звукоізоляції розв'язують за рахунок внутрішнього планування, дотримання вимог до звукоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій, технічних засобів.

Умови видимості залежать від таких факторів [1–3]:

- 1) об'ємно-просторової структури залу і сцени;
- 2) умов освітленості (природного й штучного) та фізіологічних законів зору.

Геометричний фактор видимості включає такі елементи (рис. 1.11): – граничне віддалення глядача від об'єкта, що спостерігається.

Вимірюється в кутових величинах.

**Наприклад**, у кінотеатрах гранична довжина залу – 45 м (сезонного – 60 м, інакше звук запізнюється), в клубних і театральних залах – 24 – 30 м (щоб глядач міг сприймати міміку актора);

– горизонтальний кут поля зору: в кінотеатрах – 45°, у клубно-театральних залах – 30°, в естрадних – 150°, у цирках – 310 – 315°; вертикальний – 20 – 22° до нормалі в центрі екрана (що визначає розташування 1 ряду в залі).

Видимість глядацьких місць визначається перевищенням зорового променя в кінотеатрах, театральних та концертних залах – 6 – 8 см, клубних залах і спортивних спорудах – 12 – 15 см.

Для спрощення розрахунків та графічних побудов приймають таке: висота сидячої людини – 1,2 м, площа вертикальна збігається із спинкою крісел; відстань від глядача до сцени вимірюють кількістю рядів, а не в метрах (кількість рядів першої групи – 5 – 7, другої – 7 – 10, третьої – 10 – 14 (в кожній групі висота присідця буде різною: в першій – 6 см, другій – 8 – 10 см, третій – 10 – 12 см. Це близько до ідеальної кривої).

Вимоги до евакуації, котру розрізняють як звичайну та аварійну (при загрозі життю людей). Нормативна звичайна евакуація людей із ГБС – 10 – 15 хв., аварійна – 4 – 7 хв. у вогнестійких об'єктах і 2 – 3 хв. у напіввогнестійких. (усього існує 5 ступенів вогнестійкості ГБС; що визначаються матеріалами і конструкціями) [6].

Кількість евакуаційних виходів із ГБС ( починаючи з 2-ого поверху) не менше від двох розташованих розсереджено, які ведуть до сходів та

безпосередньо назовні або через вестибуль, у приміщенні – до 50 чол., якщо в ньому одночасно знаходиться не більше від 15 чол. допускаються одні двері, що відкриваються в коридор або галерею [1, 6].

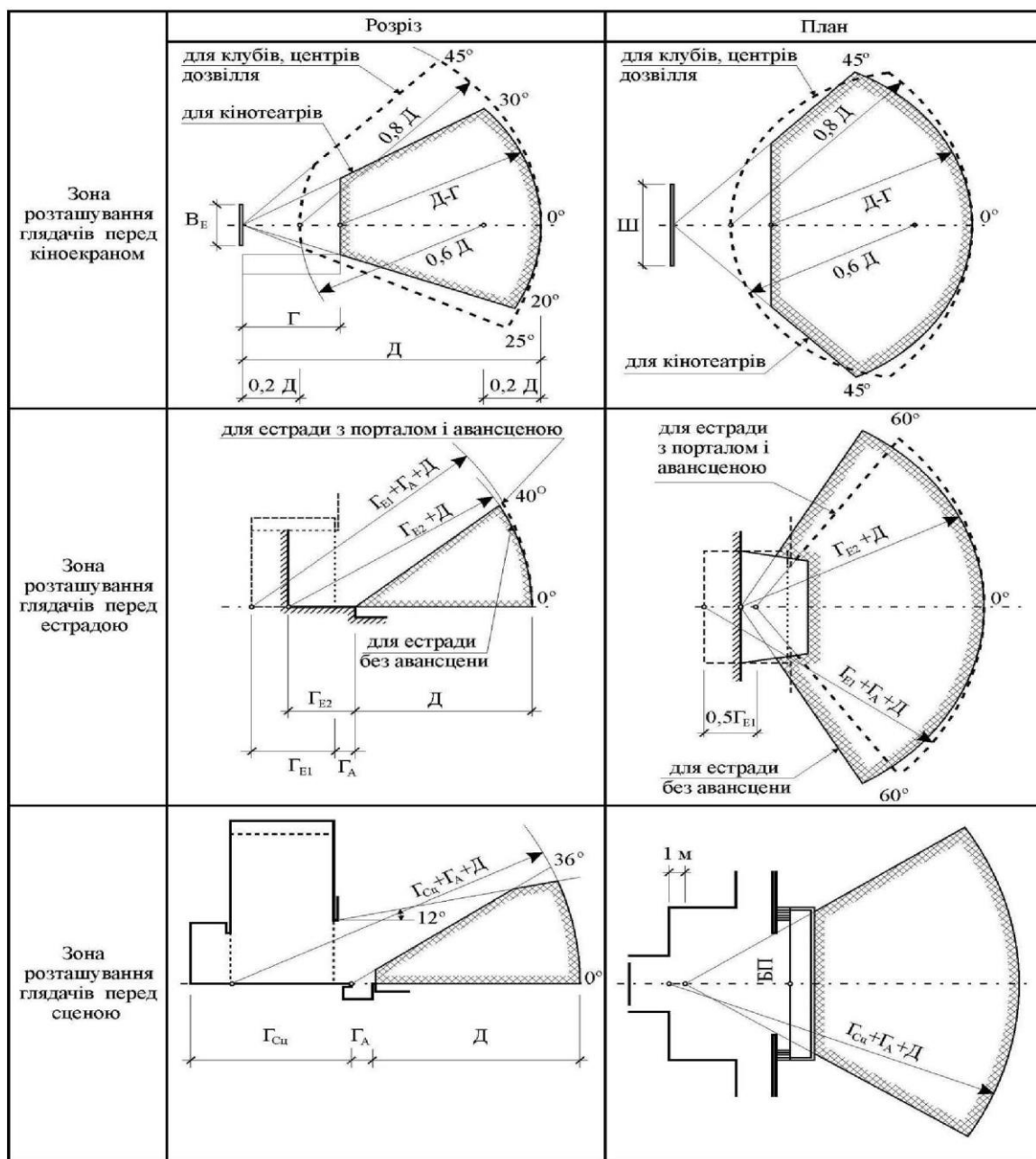


Рис. 1.11. Зони розташування глядачів перед кіноекраном, сценою та естрадою (розміри наведено у м) [3]:  $V_E$  – висота робочого поля кіноекрана;  $\text{Ш}$  – ширина робочого поля кіноекрана;  $\Gamma$  – відстань від екрана до спинки сидіння першого ряду (по осі залу);  $D$  – розрахункова довжина залу для глядачів (для кіноекрана – по осі залу від екрана до спинки сидіння останнього ряду);  $\Gamma_A$  – глибина авансцени;  $\Gamma_{E1}$  – глибина естради з порталом;  $\Gamma_{E2}$  – глибина естради без порталу;  $\Gamma_{Cц}$  – глибина сцени; БП – будівельний портал

Сумарну ширину сходових маршів розраховують, виходячи з норми 0,6 м на 100 чол. від загальної кількості людей у найбільш населеному поверсі. Відкриті сходи допускаються лише з вестибуля до 2-го поверху за умови, що вестибуль відокремлений від інших приміщень перегородками з дверима.

У ГБС висотою 14 і більше поверхів передбачають незадимлювані сходи. В усіх сходових клітках ширина маршів повинна бути однаковою, а ширина площадок такою, що дорівнює ширині марша.

На них не допускається встановлення будь-якого обладнання, відчинення дверей не повинно звужувати їх ширину, як другий еваковихід можуть використовуватися пожежні сходи при місткості 2-го поверху до 70 чол. Оцінювання варіантів проектних рішень проводять за економічними, соціальними й естетичними критеріями.

Проект оцінюють за комплексом показників: об'ємно-планувальних, конструктивних, технологічних та ін. [1–3]. За допомогою коефіцієнтів:

$$K_1 = \text{робоча пл.} / \text{загальна пл.} = 0,85 - 0,95;$$

$$K_2 = \text{будівельний об'єм} / \text{загальна пл.} = 7 - 9;$$

$$K_3 = \text{площа зовнішніх огорожувальних конструкцій} / \text{загальна площа} = 0,75 - 2,5;$$

$$K_4 = \text{периметр зовнішніх стін} / \text{площа забудови};$$

$$K_5 = \text{конструктивна площа} / \text{площа забудови}.$$

Показники будівельних та експлуатаційних витрат у цілому і на / одиницю місткості (1м<sup>2</sup>, 1 місце тощо).

Головна мета оцінювання проекту – визначення відповідності основних показників завданню до проектування, вимогам будівельних норм, а також переваг нового проекту порівняно з існуючими (типовими або індивідуальними).

Розміщення ГБС у поселеннях створює своєрідний каркас суспільної активності, який відіграє важливу роль у візуальному впорядкуванні середовища. ГБС сприяють розвитку інтенсивних транспортно-вантажних, пасажирських і пішохідних потоків на прилеглий території. Тому, приймаючи

рішення про розміщення ГБС, необхідно продумувати питання про зведення до мінімуму його шкідливого впливу на оточення, в першу чергу на житло, на інші ГБС та відкриті озеленені простори загального користування [9–11].

Значні соціально-економічні переваги дають громадські центри і комплекси (тобто концентроване розміщення багатьох об'єктів обслуговування на обмеженій території). При їх формуванні слід урахувати специфіку роботи різних установ і підприємств обслуговування, так як більшість культурно-побутових установ рано закінчують роботу. Це приводить до створення пустуючих («мертвих») зон громадського центру (ГЦ). Тому до складу ГЦ бажано включати установи, що працюють не тільки в денні часи, але й у вечірню пору (кінотеатри, ресторани, вечірні кафе, танцювальні зали тощо).

ГБС відіграють особливу роль у формуванні просторового середовища. До найбільш суттєвих їх характеристик відносять:

- 1) своєрідність архітектури, що привертає увагу людей та їх інтерес;
- 2) красу, гармонійність і естетичну виразність, які відображають традиції та ідеали народу, його уявлення про свою самобутність, свій спосіб життя.

Вимоги семантичної правдивості громадських об'єктів пов'язані з тим, що вони виконують функції орієнтирів у поселенні. Щоб полегшити орієнтацію людей у просторовому середовищі поселень, важливо забезпечувати типологічно-образну правдивість кожної громадської споруди як своєрідної домінанти в міському просторі.

Щоб забезпечити наведені семантичні особливості, а також важливу соціально-культурну роль ГБС у міському середовищі, архітектор повинен при їх проектуванні обов'язково проводити передпроектний аналіз міського середовища та вкласти всі свої творчі здібності у створення естетично виразних громадських будинків і споруд.

### 3. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1. Генеральний план забудови

Зведення будинку культури на 600 місць ведеться в м. Коростені.

Проект розроблений для будівництва в 3-Б кліматичній зоні [14] на ділянці з сейсмічною активністю 7 балів [16].

Зовнішня розрахункова температура – 20<sup>0</sup>С. Будівля належить до 2-го класу, вогнестійкістю – 2-го ступеня [6], довговічністю – 2-го ступеня.

Рівень ґрунтових вод на ділянці виявлено на глибині 3м. Ґрунтові води середньо агресивні по 2-му виду корозії. Корозійна активність ґрунтових вод по відношенню алюмінієвої оболонки кабелю висока, до сталі – середня. Сейсмічність площадки – 7 балів [16].

Геологічний розріз складається:

1. насипний ґрунт.
2. суглинок з одиночними включеннями гравію.

Під підшву фундаментів за основу береться глина.

Район будівництва – місто Коростень. Середня температура за рік 9,6<sup>0</sup>С:

- абсолютно мінімальна температура – 28<sup>0</sup>С;
- максимальна температура – 40<sup>0</sup>С;
- розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні 16<sup>0</sup>С;
- середня температура повітря за опалювальний період 1,6<sup>0</sup>С;
- тривалість опалювального періоду – 162 доби.

За вагою снігового покриву м. Коростень відноситься до 1-го району  $p^H=0,5$  кН/м<sup>2</sup>.

За швидкісним напором вітру до 3-го вітрового району [14]. Швидкісний напір вітру становить  $q_0=0,5$  кН/м<sup>2</sup>.

Глибина промерзання ґрунту становить  $\approx 80$ см. Середня швидкість вітру для побудови рози вітрів і орієнтації об'єкту наведена у табл. 3.1:

Таблиця 3.1

|        | Пн  | ПнС | С   | ПдС | Пд  | ПдЗ | З   | ПнЗ |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Січень | 1,3 | 1,9 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 3   | 2,3 | 2,8 |
| Липень | 2,1 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 1,9 |

### 3.2. Вертикальне планування і благоустрій території

Вертикальне планування ділянки під забудову будинку культури розроблена на основі плану і генплану, з врахуванням підбору, особливостей натурального рельєфу [5].

При складанні вертикального планування використані існуючі відмітки вулиць та сусідніх будівель. Підсипка ділянки пов'язана з тим, що існуюча ділянка і прилягаюча до нього територія існуючих споруд трохи понижена відносно вулиці. Відвід атмосферних вод з поверхні ділянки проектного будинку культури здійснюється натуральним нахилом по лотках проїздів в водоприймачі.

Вся територія і нова центральна площадка благоустроюється.

Виконується комбіноване мощення із плит і кам'яної шашки кубічної форми.

Підсипка за всю територією виконується декількома терасами з сторони головної площадки і закінчується підпірними стінами висотою до 0,9м. Підпірні стіни облицовуються природним натуральним каменем. Проїзди площадки для автотранспорту виконуються із асфальтобетону.

Передбачається використання бульдозерів.

Вільна від мощення територія озеленюється [5].

Чорні відмітки визначаються згідно з вказаними горизонталями, які відражають рельєф місцевості:

$$Нч1 = 158,78;$$

$$Нч2 = 158,48;$$

$$Нч3 = 159,21;$$

$$H_{ч4} = 159,62;$$

Визначення середнєпланувальної відмітки будівлі:

$$H_{сс.пл.} = \frac{\Sigma H_{ч}}{n};$$

$$H_{ср.пл.} = \frac{\Sigma H_{ч}}{4} = \frac{636,09}{4} = 159,022.$$

Визначення відмітки рівня чистої підлоги будівлі:

$$H_{0,000} = H_{ср.пл.} + h_{цок.ср.} = 159,022 + 0,5 = 159,522.$$

Визначення червоних відміток кутів будівлі:

$$H_{чер1} = H_{0,000} - h_{цок.min.} = 159,522 - 0,2 = 159,322;$$

$$H_{чер2} = H_{кр1} - i * l_{1-2.} = 159,253;$$

$$H_{чер3} = H_{кр2} + i * l_{2-3.} = 159,403;$$

$$H_{чер4} = H_{кр3} + i * l_{3-4.} = 159,472.$$

Визначення робочих відміток кутів будівлі:

$$H_{р1} = H_{кр1} - H_{0,000} = 159,322 - 159,522 = -0,200;$$

$$H_{р2} = H_{кр2} - H_{0,000} = 159,253 - 159,522 = -0,269;$$

$$H_{р3} = H_{кр3} - H_{0,000} = 159,403 - 159,522 = -0,119;$$

$$H_{р4} = H_{кр4} - H_{0,000} = 159,472 - 159,522 = -0,050.$$

### **3.3. Об'ємно-планувальне рішення будівлі**

Будинок з залом на 600 місць – 2-ох поверхова будівля. Будинок культури на 600 місць є прямокутним у плані. Відстань між крайніми осями А-Р і 4-9 33,0×27,35м на відмітці -3,300м. Найбільша відмітка висоти становить +18,300м.

Конфігурацією у плані лежить прямокутник з деякими виступаючими частинами [22 та ін.]. Розміри у плані 79,1×33,0м. Головний вхід розташований в торці будівлі, що виходить на центральну площу міста. За периметром (бокових сторонах) знаходяться входи в глядацькі зали (клубна частина), службові входи, а також місце для розвантаження декорацій.

Зі сторони дворового торця передбачається в'їзд в внутрішній двір будинку культури.

Загальний ритм членування фасадів створюють колони, між якими розміщені вікна і вітражі.

Гладкі поверхні оштукатурених цегляних стін вносять елементи спокою, а виступаючі елементи карнизів, сходів надають будинкові строгість і величність.

Внутрішнє планування забезпечує проведення складної і різноманітної роботи будинку культури.

Таблиця 3.2

## Експлікація приміщень першого поверху

| №п/п | Найменування                                  | Площа (м <sup>2</sup> ) |
|------|---|-------------------------|
| 1    | Вестибуль                                     | 218,3                   |
| 2    | Гардероб                                      | 63,7                    |
| 3    | Касовий вестибуль                             | 42,58                   |
| 4    | Каси  | 52,0                    |
| 5    | Кімната адміністратора                        | 7,37                    |
| 6    | Гостинна для прослуховування музичних записів | 52,8                    |
| 7    | Читальний зал                                 | 62,32                   |
| 8    | Абонемент бібліотеки                          | 41,98                   |
| 9    | Книгосховище                                  | 44,65                   |
| 10   | Приміщення для ремонту книг                   | 10,82                   |
| 11   | Пожежний пост                                 | 14,7                    |
| 12   | Фотолабораторія                               | 8,2                     |
| 13   | Фото-кіно клас                                | 22,1                    |
| 14   | Кабінет інструктора                           | 10,54                   |
| 15   | Кабінет туризму                               | 21,37                   |
| 16   | Столярна майстерня                            | 22,1                    |
| 17   | Кладова інвентаря                             | 2,2                     |
| 18   | Кладова інструментів                          | 4,3                     |
| 19   | Кімната художника                             | 23,46                   |
| 20   | Артистичні кімнати                            | 23,1                    |

|    |                                 |        |
|----|---------------------------------|--------|
| 21 | Гримерна-перукарня              | 22,94  |
| 22 | Костюмерна                      | 24,54  |
| 23 | Кімната робочих сцен            | 11,81  |
| 24 | Склад об'ємних декорацій        | 60,2   |
| 25 | Склад електроапаратури          | 9,6    |
| 26 | Кімната старшого адміністратора | 8,37   |
| 27 | Кабінет директора               | 17,5   |
| 28 | Завантажувальна буфету          | 25,55  |
| 29 | Глядацький зал на 600 місць     | 342,7  |
| 30 | Оркестрова яма                  | 38,4   |
| 31 | Сцена                           | 193,31 |
| 32 | Санвузли                        | 7,6    |
| 33 | Душеві                          | 9,4    |

Таблиця 3.3

## Експлікація приміщень другого поверху

| №п/п | Найменування                      | Площа (м <sup>2</sup> ) |
|------|-----------------------------------|-------------------------|
| 34   | Фойє                              | 302,3                   |
| 35   | Зал-аудиторія на 150 місць        | 118,1                   |
| 36   | Клас театрального мистецтва       | 73,3                    |
| 37   | Клас оркестру                     | 43,21                   |
| 38   | Клас хору                         | 60,33                   |
| 39   | Кімната для індивідуальних занять | 19,1                    |
| 40   | Санвузли                          | 13,9                    |
| 41   | Кладова                           | 5,47                    |
| 42   | Студія образотворчого мистецтва   | 37,53                   |
| 43   | Кабінет роботи з дітьми           | 24,15                   |
| 44   | Кабінет інструктора               | 27,37                   |
| 45   | Методичний кабінет                | 24,15                   |

|    |                                      |       |
|----|--------------------------------------|-------|
| 46 | Кабінет технічної творчості дорослих | 24,34 |
| 47 | Кладова прибирального інвентаря      | 2,2   |
| 48 | Кладова інструментів                 | 4,23  |
| 49 | Кабінет технічної творчості дітей    | 23,46 |
| 50 | Кабінет технічної творчості дітей    | 23,46 |
| 51 | Кабінет культури і побуту            | 22,94 |
| 52 | Репетиційний зал                     | 13,54 |
| 53 | Кімната художнього керівника         | 68,95 |
| 54 | Кабінет домоводства                  | 23,46 |
| 55 | Службове приміщення                  | 10,52 |
| 56 | Склад декорацій                      | 60,2  |
| 57 | Венткамера                           | 8,95  |
| 58 | Кладова меблів                       | 15,76 |
| 59 | Курильна                             | 25,32 |
| 60 | Підсопка буфету                      | 16,4  |
| 61 | Буфет                                | 8,6   |
| 62 | Глядацький зал на 600 місць          | 342,7 |
| 63 | Сцена                                | 193,5 |
| 64 | Студія звукозапису                   |       |

### **3.4. Розрахунки до архітектурно-конструктивної частини**

#### **3.4.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожуючої конструкції**

Розрахунок виконується згідно ДБН В.2.6-31: 2021 "Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель" [19].

#### **Вихідні дані:**

- 1) м. Коростень – I кліматична зона;
- 2) Розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$ , розрахункове значення відносної вологості  $\phi_{в} = 55\%$  (для житлових будівель), що відповідає нормальному вологістному режиму приміщень та умовам експлуатації – Б.
- 3) Розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_{н} = -22^{\circ}\text{C}$ .

4) У якості вертикальної огорожуючої конструкції приймаємо стіну з керамічної цегли, що має з внутрішньої сторони захисний шар штукатурки на цементно-пісчаному розчині товщиною 20мм, а із зовнішньої сторони: фактурний шар із цементно-пісчаного розчину товщиною 20мм. В якості конструктивно-теплоізоляційного шару приймаємо плити пінополістирольні.

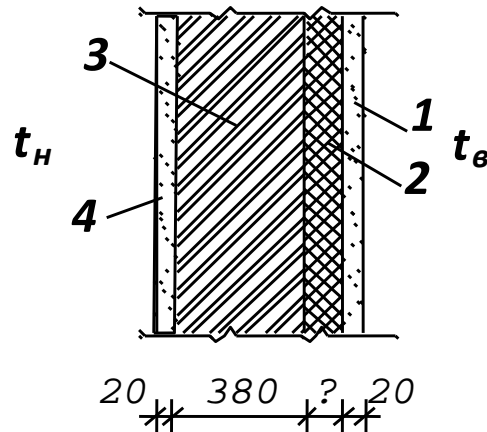


Рис. 3.1. Розрахункова схема зовнішньої конструкції

5) Коефіцієнти теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхні  $\alpha_{\text{в}} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К),  $\alpha_{\text{н}} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

6) Коефіцієнти теплопровідності і теплозасвоєння матеріалів (по додатку Л ДБН В.2.6-31:2006):

– цементно-пісчаний розчин –  $\lambda_1 = 0,81$  Вт/(м·К),  $s_1 = 9,76$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– плити пінополістирольні ( $\rho = 50$ кг/м<sup>3</sup>) –  $\lambda_2 = 0,045$  Вт/(м·К),  $s_2 = 0,53$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– стіна із керамічної цегли –  $\lambda_4 = 0,64$  Вт/(м·К),  $s_4 = 8,84$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– цементно-пісчаний розчин –  $\lambda_1 = 0,81$  Вт/(м·К),  $s_1 = 9,76$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

#### Порядок виконання розрахунку [19]:

1. Мінімально допустимий опір теплопередачі непрозорої огорожуючої конструкції  $R_{q \text{ min}} = 2,8$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

2. Товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_2 = \left( R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_2 =$$

$$= \left( 2,8 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,38}{0,64} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,09 \text{ м.}$$

Приймаємо плити пінополістірольні товщиною 0,09 м.

3. Приведений опір теплопередачі огорожуючої конструкції  $R_{\Sigma np}$ :

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,09}{0,045} + \frac{0,38}{0,64} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

4. Розрахунок конструкції на вірогідність утворення конденсату.

4.1. Температура на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції:

$$\tau_e = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_e} = 20 - \frac{20 - 22}{2,8 \cdot 8,7} = 18,19^\circ\text{C}$$

4.2. Температура точки роси становить:

$$\tau_{т.р.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_b)^2 = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 1321)^2 = 10,92^\circ\text{C}$$

где:  $e_b = 0,01 \cdot \varphi_b \cdot E_b = 0,01 \cdot 55 \cdot 2401,85 = 1321 \text{ Па}$ ;

$$E_b = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 t_b)^2 = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 \cdot 20)^2 = 2401,85 \text{ Па.}$$

$18,19^\circ\text{C} \geq 10,92^\circ\text{C}$  – умова виконується, конденсат не утворюється, товщина та матеріал шару утеплювача підібрані вірно.

### 3.4.2. Теплорозрахунок горизонтальної огорожуючої конструкції [19].

1) Ухил покриття складає менше 5% - покрівля рулонна. Склад покрівлі:

- гідроізоляційний рулонний килим - 2 шара гідроізола товщиною 0,005 м;
- вирівнювальна стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 0,02 м;
- утеплювач – жорсткі мінерало-ватні плити  $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$ ;
- пароізоляція – 1 шар гідроізола на гарячій бітумній мастиці – 0,002 м;
- захисний шар гравія керамзитового  $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ .

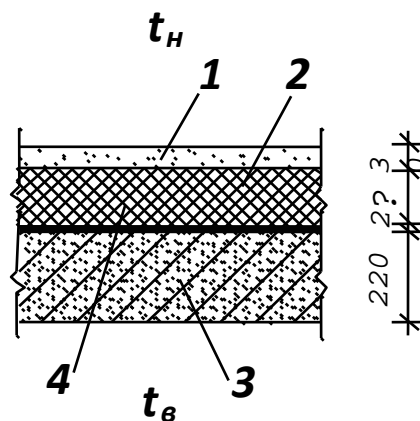


Рис. 3.2. Розрахункова схема горизонтальної конструкції

5) Коефіцієнти теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхні  $\alpha_B = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К),  $\alpha_H = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

6) Коефіцієнти теплопровідності і теплосасвоєння матеріалів (по додатку Л ДБН В.2.6-31:2006):

– плита покриття багатопустотна залізобетонна –  $\lambda_1 = 2,04$  Вт/(м·К),  $s_1 = 18,95$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), приведений термічний опір  $R_{np}^{nn} = 0,18$  м<sup>0</sup>С/Вт;

– утеплювач – плити жорсткі мінерало-ватні на синтетичному зв'язуючому ( $\rho = 110$  кг/м<sup>3</sup>) –  $\lambda_2 = 0,044$  Вт/(м·К),  $s_2 = 0,56$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– пароізоляція – 1 шар гідроізола –  $\lambda_2 = 0,17$  Вт/(м·К),  $s_2 = 3,53$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– вирівнювальна стяжка із цементно-піщаного розчину –  $\lambda_4 = 0,81$  Вт/(м·К),  $s_4 = 9,76$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

– гідроізоляційний рулонний килим - 2 шара гідроізола –  $\lambda_5 = 0,17$  Вт/(м·К),  $s_5 = 3,53$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

### Порядок виконання розрахунку [19].:

1. Мінімально допустимий опір теплопередачі непрозорої огорожуючої конструкції перекриття  $R_{q \min} = 3,3$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

2. Товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_2 = \left( R_{q\min} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_2 =$$

$$= \left( 3,3 - \frac{1}{8,7} - 0,18 - \frac{0,002}{0,17} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,005}{0,17} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,044 = 0,127 \text{ м.}$$

Приймаємо плити мінерало-ватні товщиною 0,130 м.

3. Приведений опір теплопередачі огорожуючої конструкції  $R_{\Sigma np}$ :

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + 0,18 + \frac{0,002}{0,17} + \frac{1,3}{0,56} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23} = 3,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

4. Розрахунок конструкції на вірогідність утворення конденсату.

4.1. Температура на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції:

$$\tau_e = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_{\Sigma np} \cdot \alpha_e} = 20 - \frac{20 - 22}{3,9 \cdot 8,7} = 18,7^\circ\text{C}$$

4.2. Температура точки роси становить:

$$\tau_{т.р.} = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_b)^2 = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot 1321)^2 = 10,92^\circ\text{C}$$

где:  $e_b = 0,01 \cdot \varphi_b \cdot E_b = 0,01 \cdot 55 \cdot 2401,85 = 1321 \text{ Па}$ ;

$$E_b = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 t_b)^2 = 477 + 133,3 \cdot (1 + 0,14 \cdot 20)^2 = 2401,85 \text{ Па.}$$

$18,7^\circ\text{C} \geq 10,92^\circ\text{C}$  – умова виконується, конденсат не утворюється, товщина та матеріал шару утеплювача підібрані вірно.

### **3.5. Характеристика основних конструктивних елементів громадської будинку культури**

#### **Фундаменти**

Фундаменти – стрічкові із збірних фундаментних плит і блоків [24].

#### **Зовнішні стіни**

Зовнішні стіни – виконуються з монолітної цегляної кладки, цегла М-75 на цементному розчині М25. Товщина стін 380; 510мм. Кладка стін ведеться з послідовним тинькуванням.

### **Внутрішні стіни та перегородки**

Внутрішні стіни – з монолітної цегляної кладки товщиною  $\delta = 380; 510; 380$ ; мм.

Перегородки – гіпсобетонні  $\delta = 80$ мм, цегляні  $\delta = 120$ мм.

### **Перемички**

Перемички – збірні залізобетонні з важкого бетону класу С12/15 по серії 1.038.1-в.1. та монолітного залізобетону.

Відомість перемичок наведена на листі 2 графічної частини магістерської роботи.

Специфікація перемичок наведена на листі 2 графічної частини магістерської роботи.

### **Перекриття/покриття**

Перекриття – запроєктовані з попередньо напружених залізобетонних плит з круглими пустотами за серією 1.141-5с, 1-141-6с, 1-241-4с в.1, арматурні стержні А400С [17].

Плити покриття – ребристі 3,0×6,0 м [21].

### **Сходи**

Сходи – із збірних ступенів по металевих конструкціях. Сходові площадки – монолітні залізобетонні.

### **Покрівля**

Покрівля – плоска з внутрішнім організованим водостоком

### **Вікна, двері**

Віконні блоки – дерев'яні, прийняті по ДСТУ Б В.2.6-23-2009.

Дверні блоки – дерев'яні, прийняті по ДСТУ Б В.2.6-23-2009.

Відомість віконних та дверних отворів наведена на листі 2 графічної частини магістерської кваліфікаційної роботи.

Специфікація елементів заповнення отворів наведена на листі 2 графічної частини магістерської роботи.

### **Підлоги**

Підлоги – запроектовані керамогранітні, керамічні, з лінолеуму.

Експлікація підлог наведена на листі 2 графічної частини магістерської роботи.

### **Внутрішнє оздоблення приміщень та оздоблення фасадів**

Для оздоблення фасадів використовується біла та кольорова кам'яна штукатурка.

Внутрішні стіни і перегородки приміщень оштукатурюються мокрою штукатуркою із наступним високоміцним покриттям колірною, клеєвою та водоемульсійною фарбою, а також вапняною побілкою.

Санвузли та душеві облицьовуються білою та кольоровою глазурованою плиткою.

В інших господарських приміщеннях та технічних роблять масляною фарбою панелі висотою 2м.

Цоколь та підпірні стіни терас і крилець облицьовуються природним каменем. Залізобетонні поверхні козирків і карнизів обробляються полімерцементним розчином.

Мощення ганку виконується мозаїчними плитами розміром 400×400мм. В місцях примикання зовнішніх стін з терасами або крильцями влаштовується цоколь андезітовими плитками висотою 150-300мм.

### **3.6. Санітарно-технічне та інженерне обладнання будівлі**

#### **Опалення**

Опалення приміщень будинку культури здійснюється системою водяного опалення. Схема системи опалення – горизонтальна однотрубна з нижньою розводкою.

Для опалення сцени передбачена самостійна вітка.

Компенсація тепловтрат при відсутності глядачів в залі забезпечується періодичним пуском приточеного агрегату.

В якості нагрівальних пристроїв прийняті конвектори типу “Комфорт” в парадних приміщеннях, в інших радіатори М140-АО.

Прокладка магістральних трубопроводів системи здійснюється в підвальному каналі і відкрито по підвалу. Розводка трубопроводів по поверхах – по підлозі біля зовнішніх стін.

### **Водопровід**

Будинок культури обладнується розподільними системами господарсько-питтєвого, протипожежного і гарячого водопостачання. Ввід водопроводу і мережі будинку виконуються із металевих труб.

Магістральні мережі водопроводу ізолюються від конденсації прошивними матами в обкладці з скловати.

Стояки і підводка до санітарних приладів прокладається відкрито і фарбується масляною фарбою 2 рази.

Гаряче водопостачання запроєктоване для двох душових кабін і в буфеті.

### **Каналізація**

Відвід стічних вод від санітарних приладів здійснюється внутрішньою системою каналізації через випуски у дворову частину.

Каналізаційні стояки і труби прокладаються відкрито, витяжні частини каналізаційних стояків виконуються з а/у труб.

Каналізаційні мережі монтуються з чавунних каналізаційних труб Ø100-50мм.

### **Теплопостачання**

Тепломережа прокладається в непрохідних з/б каналах КЛ 90-45. Трубопроводи монтуються із металевих труб  $q=159\times 4,5$  і  $q=133\times 4,0$ . Трубопроводи, розміщені в непрохідних каналах прокладаються на опорах, які встановлені на опорні подушки через 5м [19].

Всі трубопроводи ізолюються мін. ватними матами з попереднім покриттям бризолем. Товщина ізоляції для труб Д 150, Д 125-70мм.

Спуск води передбачений в колодязь-охолоджувач. При прокладці теплотраси повинно бути прийняті міроприємства по гідроізоляції каналів.

### **Водопостачання**

Зовнішні мережі водопроводу виконуються із чавунних труб Ø100мм.

На місці підключення до міського водопроводу встановлюються водопровідні колодязі з відключаючою апаратурою і встановленням пожежного гідранта.

Вводи в будинок здійснюються із металевих труб.

На поворотах мережі встановлюються бетонні опори по серії 4.901-7.

Полив газонів і квітників здійснюється від поливних кранів, встановлених в нішах цоколя будинку, в часи мінімального водовикористання.

### **Каналізація**

Підключення госпобутових стоків з будинку передбачається самопливом в міську каналізацію Ø200мм.

Випуск водостоків з будинку здійснюється самопливом в дворову дощову каналізацію з подальшим спуском їх в дощовий колектор.

Внутрішні мережі каналізації монтуються із керамічних труб Ø300-150мм.

Пректований дощовий колектор виконується із збірних з/б труб Ø100-800мм.

## 4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 4.1. Аналітичний розрахунок монолітної рами

Визначається вантажна площа:

$$6/2+12/2=9\text{м.}$$

Навантаження складається з покриття, цегляної кладки (їх ваги) і власної ваги рами.

Склад покриття.

Захисний шар з гравію; чотири шари рубероїду на бітумній мастиці; мінераловатна плита; цементно-піщана стяжка; з/б плита; ригель рами РМ-1.

Таблиця 4.1.

Збір навантаження на 1м.п. рами [21]

| № п/п | Конструкції   | Норм. нав. кН/м <sup>2</sup> | Коеф. перев. | Розрах. наван. кН/м <sup>2</sup> |
|-------|---|------------------------------|--------------|----------------------------------|
| 1.    | Навантаження від покрівлі   |                              |              |                                  |
|       | а). 4-ри шари рубероїду на бітумній мастиці $16 \cdot (6/2+12/2) \cdot 1$                         | 1,44                         | 1,3          | 1,872                            |
|       | б). захисний шар з гравію $\delta=20\text{мм}; 20000 \cdot 0,02 \cdot (6/2+12/2) \cdot 1$         | 36,00                        | 1,1          | 39,60                            |
|       | в). мінераловатна плита $\delta=100\text{мм}; 500 \cdot 0,1 \cdot 9 \cdot 1$                      | 4,50                         | 1,3          | 5,85                             |
|       | г). цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}; 2000 \cdot 0,03 \cdot (6/2 \cdot 12,2/2) \cdot 1$ | 5,40                         | 1,3          | 7,02                             |
|       | д). збірні з/б елементи (плити) $2500 \cdot 0,12(6/2+12,2) \cdot 1$                               | 67,50                        | 1,1          | 107,25                           |
| 2     | Навантаження від цегляної кладки  |                              |              |                                  |
|       | $0,95 \cdot 0,38 \cdot 1800 \cdot 1$  | 6,408                        | 1,1          | 7,147                            |
|       | $4,9 \cdot 0,51 \cdot 1800 \cdot 1$   | 44,982                       | 1,1          | 49,480                           |
|       | $2,8 \cdot 0,64 \cdot 1800 \cdot 1$   | 32,256                       | 1,1          | 35,482                           |
| 3.    | Навантаження від власної ваги стійки $2500 \cdot 0,64 \cdot 0,8 \cdot 6,72$                       | 86,016                       | 1,1          | 94,618                           |
| 4.    | Навантаження від власної ваги ригеля $2500 \cdot 0,6 \cdot 1,3 \cdot 1$                           | 19,50                        | 1,1          | 21,45                            |
|       | Всього постійна   | $Q^{\text{п}}=311,96$        | щ            | щ                                |
|       | Тимчасова снігова $50 \times 9 \times 1$  | івл                          | З            | Шщ                               |
|       | Всього  | 316,467                      | Жє           | л                                |

Район будівництва: м. Коростень.

Ґрунти – 1-ша категорія.

Бетон – С20/25.

Крок – 6м.

Колони – 80×64см.

Ригель – 60×130см.

### Статистична схема рами

На раму діють такі навантаження [14]:

- постійне (від покриття, від стін, від власної ваги);
- тимчасове (від снігу, сейсмічні).

Постійне навантаження.

Тимчасове навантаження.

Перерізи:

елем. 1;2

прямокутник: В=80,00см, Н=64,00см

Елем. 3: прямокутник, В=60,00см, Н=130,00см

### 4.2. Розрахунок фундаменту ФМ-1

Значення розрахункового опору ґрунту основи [24]:

$$f_c = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b \gamma_{11} + M_g d_1 \gamma_{11} + M_c C_{11}) =$$

$$\frac{1 \cdot 1}{1} \cdot (0,39 \cdot 1 \cdot 2,8 \cdot 17 + 2,57 \cdot 2,25 \cdot 17 + 5,15 \cdot 8) = 158 \text{кПа},$$

де  $M_\gamma = 0,39$ ;

$M_g = 2,57$ ;  
 $M_c = 5,15$ ;

- коефіцієнти які залежать від:  $\varphi = 17^\circ$ ;  
 $k_z = 1$ ;, при  $b > 10\text{м}$ .

Дані для проектування: бетон класу С12/15, арматура – сітки класу А400С.

$R_0 = 0,3\text{МПа}$ . Глибина закладання фундаменту  $H = 4,2\text{МПа}$ . Середня гранична вага матеріалу фундаменту і ґрунту на уступах  $\gamma_{mf} = 20\text{кН/м}^3$ .

Розрахункові характеристики матеріалів для бетону кл. С12/15;  $f_{cd} = 8,5$ ;  
 $f_{ctk} = 0,75$ ;  $\gamma_{b2} = 0,9$ ; для арматури класу А400С,  $R_s = 280\text{МПа}$ .

Розрахункове навантаження на фундамент  $N = 643\text{кН}$ , січення стійки рами РМ-1; 80×64см.ї

Визначаємо нормативне навантаження на фундамент за формулою [24]

$$N_n = N / \gamma_f = 643 / 1,15 = 429\text{кН}.$$

Потрібна площа фундаменту

$$A_f = \frac{N_n}{R_0 - \gamma_{mf} H_1} = \frac{429000}{0,3 \cdot 10^6 - 20 \cdot 4,2 \cdot 10^3} = 5,67 \text{ м}^2.$$

Розміри сторін в плані фундаменту приймаємо  $2,8 \times 3 \text{ м}$ .  $A_f = 8,4 \text{ м}^2$ .

Визначаємо висоту фундаменту. Вираховуємо найменшу висоту фундаменту:

$$h_{0,\min} = -\frac{h_c + b_c}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N}{0,9 f_{ctd} + P_{st}}};$$

$$h_{0,\min} = -\frac{0,35 + 0,35}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{643}{0,9 \cdot 0,75 \cdot 10^3 + 196}} = 0,51 \text{ м},$$

де  $P_{sf} = \frac{N}{A_f} = \frac{1643}{8,4} = 196 \text{ кН/м}^2 = 19,6 \text{ Н/см}^2$  - напруження в основі фундаменту

від розрахункового навантаження;

$$f_{ctd} = 0,75 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$$

Повна мінімальна висота фундаменту

$$H_{f,\min} = h_0 + a_b = 51 + 4 = 55 \text{ см},$$

де  $a_b = 4 \text{ см}$  - товщина захисного шару бетону.

Приймаємо висоту фундаменту  $H_f = 80 \text{ см}$ , число ступенів – два.

Висоту ступенів назначаємо із умови забезпечення бетону достатньої міцності по поперечній силі.

Мінімальну робочу висоту першої ступені визначаємо за формулою:

$$y_{01} = \frac{P_f (a - h_c - 2h_0)}{\sqrt{k_2 f_{ctd} P_{st}}} = \frac{0,5 \cdot 19,6 (300 - 35 - 2 \cdot 76)}{\sqrt{2 \cdot 0,75 (100) 19,6}} = 10,9 \text{ см} \quad i$$

$$h_1 = h_{01} + 4 \text{ см} = 10,9 + 4 = 14,9 \text{ см}.$$

Конструктивно приймаємо  $h_{01} = 35 \text{ см}$ ,  $h_a = 35 - 4 = 31 \text{ см}$ .

Перевіряємо відповідність робочої висоти нижньої ступені фундаменту  $h_a = 31 \text{ см}$ . Умові міцності по поперечній силі без поперечного армування в похилому перерізі.

$$Q_1 = 0,5(a - h_0 - 2h_0)P_{st} = 0,5(3 - 0,35 - 2 \cdot 0,76) \cdot 196 = 110,7 \text{ кН}.$$

Мінімальне поперечне зусилля  $Q_b$ , яке сприймається бетоном:

$$Q_b = \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,75(100) \cdot 100 \cdot 31 = 125 \text{ кН}$$

де  $\varphi_{b3} = 0,6$  - для важкого бетону;

$\varphi_f = 0$  - для плит суцільного перерізу;

$\varphi_n = 0$  через відсутність повздовжніх сил.

Так як  $Q_1 = 110,7 \text{ кН} < Q_b = 125 \text{ кН}$ , то умова міцності задовольняється.

Розміри другої ступені приймаємо так, щоб внутрішні грані ступенів не перетинали пряму, проведену під кутом  $45^0$  до грані стійки рами РМ-1 на відмітці верху фундаменту.

Перевіряємо міцність фундаменту на продавлювання по поверхні піраміди, обмеженої площинами, проведеними під кутом  $45^0$  до бокових граней стійки за формулою:

$$F \leq \alpha \cdot f_{ctd} h_0 \cdot U_m,$$

$$\text{де } F = N_1 - A_{afp} \cdot P_{sf} = 1643 \cdot 10^3 - 34,9 \cdot 10^3 \cdot 19,6 = 958 \cdot 10^3 \text{ H};$$

$$A_{0,fp} = (h_c + 2 \cdot h_0)^2 = (35 + 2 \cdot 76)^2 = 34,9 \cdot 10^3 \text{ см}^2 \quad - \quad \text{площа основи піраміди}$$

продавлювання при квадратних в плані стійки та фундаменту.

$U_m$  – середнє арифметичне між параметрами верхньої і нижньої основи піраміди, рівняється:

$$U_m = 2(h_c + b_0 + 2), \text{ або при } h_c = b_c$$

$$U_m = 4(h_c + h_0) = 4(35 + 76) = 444 \text{ см}$$

$$F = 958 \cdot 10^3 \text{ H} < 0,9 \cdot 0,75(100) \cdot 76 \cdot 444 = 2278 \cdot 10^3 \text{ H};$$

умова проти продавлювання задовольняється.

При підрахунку апаратури для фундаменту за розрахункові приймаємо згинаючі моменти по перерізах, відповідно розміщенню уступів фундаменту:

$$M_1 = 0,125 P_{sf} (a - a_1)^2 \cdot b = 0,125 \cdot 196(3 - 2,05)^2 \cdot 2,8 = 61,9 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_2 = 0,125 P_{sf} (a - h_c)^2 \cdot b = 0,125 \cdot 196(3 - 0,35)^2 \cdot 3 = 516,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Підрахунок потрібної кількості арматури:

$$A_{s1} = M_1 / 0,9 \cdot h_a \cdot f_{yd} = 6190000 / 0,9 \cdot 31 \cdot 280(100) = 7,92 \text{ см}^2$$

$$A_{s2} = M_2 / 0,9 \cdot h_a \cdot f_{yd} = 51620000 / 0,9 \cdot 76 \cdot 280(100) = 27 \text{ см}^2.$$

Приймаємо нестандартну сітку із арматури діаметром 14мм класу А400 з чарунками  $200 \times 200 \text{ см}$ ,  $A_s = 27,7 \text{ см}^2$  в одному напрямку.

Процент армування

$$\mu = \frac{A_{s2}}{b_1 h_{02}} \cdot 100 = \frac{27,0}{205 \cdot 76} \cdot 100 = 0,173\%,$$

що являється більшим  $\mu_{\min} = 0,1\%$  встановлено нормами.

Визначаємо тиск подошви на ґрунт:

$$P_n = \gamma_m d_1 + \frac{N}{A} + \frac{M}{W}; \text{ де } W = \frac{b_a^2}{6} = \frac{2,8 \cdot 3^2}{6} = 4,2 \text{ м}^3$$

$$P_n = 20 \cdot 2,25 + \frac{429}{8,4} + \frac{194,2}{4,2} = 147 \text{ кПа} < 1,2R = 1,2 \cdot 158 = 189,6 \text{ кПа}$$

Прийняті розміри фундаменту задовольняють умову.

### 4.3. Розрахунок ферми покриття

Збір навантаження на  $1\text{ м}^2$  ферми покриття [21]

| №п/п | Склад покриття   | Норм.<br>кПа | Коеф.<br>Пер. | Розр.<br>КПа. |
|------|--|--------------|---------------|---------------|
| 1.   | Захисний шар із гравію<br>$\gamma = 20\text{кН/м}^3$ , $t = 20\text{мм}$ . | 0,40         | 1,3           | 0,52          |
| 2.   | 4-ри шари рубероїду на бітумній мастиці                                    | 0,2          | 1,3           | 0,026         |
| 3.   | Цементно-піщана стяжка<br>$\gamma = 2\text{кН/м}^3$ , $t = 30\text{мм}$ .  | 0,06         | 1,3           | 0,078         |
| 4.   | Мінераловатна плита<br>$\delta = 100$ , $\gamma = 0,5\text{кН/м}^3$        | 0,1          | 1,3           | 0,13          |
| 5.   | З/б плита покриття   | 1,45         | 1,1           | 1,595         |
|      | Всього   |              | 2,24          |               |

Матеріал конструкцій ферми сталь марки Вст ЗПС6-1,  
 $f_c = 240\text{МПа} = 24\text{кН/см}^2$ .

### **Збір навантаження на ферму**

Постійне навантаження. Навантаження від покриття [14].

$$q'_{кр} = 2,63 \cdot 0,95 = 2,5\text{кН/м}^2;$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = 2,5 \cdot 6 \cdot 3 = 45\text{кН}.$$

Опорні реакції.

$$F_{Ag} = F_{Bg} = 45,6 / 2 = 113\text{кН}.$$

Вузлові сили.

### Снігове навантаження.

Розрахункове навантаження:

$$P = 0,5 \cdot 1,40 \cdot 1 = 70\text{кН/м}^2;$$

Вузлові сили:

$$F_{1p} = F_{2p} = F_{3p} = F_{4p} = F_{5p} = 0,75 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 1 = 12,6\text{кН}$$

Опорні реакції:

$$F_{Ap} = F_{Bp} = 12,6 \cdot 6 / 2 = 37,8\text{кН}.$$

### Визначення зусиль в стержнях ферм.

Зусилля в стержнях ферм визначаємо роздільно для кожного навантаження за допомогою побудови діаграми Максвела-Кремони.

При викреслюванні схеми ферми за розрахункову висоту приймаємо відстань між осями поясів.

Результати підрахунків зведені у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

## Розрахункові зусилля в стержнях ферми, кН

| Елемент      | № стерж.  | Зус. Від пост. | Зус. Від сні-го нав-ня. |           | Розрахункові зусилля |        |        |       |
|--------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|----------------------|--------|--------|-------|
|              |           | Нав-ня.        | $N_c=1,0$               | $N_c=0,9$ | N зус.               | розтяг | N зус. | стиск |
|              |           | 1              | 2а                      | 2б        |                      |        |        |       |
| 1            | 2         | 3              | 4                       | 5         | 6                    | 7      | 8      | 9     |
| Верхній пояс | $V_{1-1}$ | 0              | 0                       | 0         | —                    | —      | —      | —     |
|              | $V_{2-3}$ | -208           | -290                    | -261      | —                    | —      | 1+2а   | -498  |
|              | $V_{3-4}$ | -208           | -290                    | -261      | —                    | —      | 1+2а   | -498  |
| Нижній пояс  | H-2       | 125            | 180                     | 162       | 1+2а                 | 305    | 1      | 125   |
|              | H-5       | 210            | 325                     | 293       | 1+2а                 | 535    | —      | —     |
|              | H-2       | -170           | -235                    | -212      | —                    | —      | 1+2а   | —     |
| Розкос       | 2-3       | 110            | 140                     | 126       | 1+2а                 | 250    | —      | -405  |
|              | 4-5       | -35            | -46                     | -42       | —                    | —      | 1+2а   | -81   |
| Стійки       | 3-4       | -45            | -50                     | -45       | —                    | —      | 1+2а   | -95   |

Таблиця 4.4

## Перевірка стержнів ферми

| Елемент | № Ст.. | Розр. зус |        | Пере-різ | Пло-ща, А, см | Роз. довж |       | Мах гнуч.   |             | $\varphi$ | $\nu$ | Перевірка перерізу |            |
|---------|--------|-----------|--------|----------|---------------|-----------|-------|-------------|-------------|-----------|-------|--------------------|------------|
|         |        | Роз-тяг   | Сти-ск |          |               | $L_x$     | $L_y$ | $\lambda_x$ | $\lambda_y$ |           |       | Міц-ність          | Стій-кість |
| 1       | 2      | 3         | 4      | 5        | 6             | 7         | 8     | 10          | 11          | 12        | 13    | 14                 | 15         |
| Верхні  | $V_1$  | -         | -      | 140×10   | 56,4          | 301       | 602   | 69          | 97          | -         | -     | -                  | -          |
|         | $V_23$ | -         | 498    | 140×10   | 56,4          | 301       | 602   | 69          | 97          | 0,61      | 1     | -                  | 17.8<24    |
|         | $V_34$ | -         | 498    | 140×10   | 56,4          | 301       | 602   | 69          | 97          | 0,61      | 1     | -                  | 17.8<24    |
| Нижні   | H2     | -         | -      | 100×8    | 31,2          | 600       | 600   | 196         | 138         | -         | 1     | 16,5<24            | -          |
|         | H5     | -         | -      | 100×8    | 31,2          | 600       | 600   | 196         | 138         | -         | 1     | 16,5<24            | -          |
| Розкоси | 1-2    | -         | 405    | 140×10   | 54,6          | 387       | 387   | 89          | 63          | 0,67      | 1     | -                  | 22.4<24    |
|         | 2-3    | 250       | -      | 63×5     | 12,26         | 310       | 387   | 150         | 127         | -         | 1     | 21.2<24            | -          |
|         | 4-5    | -         | 81     | 80×7     | 21,6          | 337       | 421   | 137         | 113         | 0,36      | 0,8   | -                  | 19.2<24    |
| Стійки  | 3-4    | -         | 95     | 63×5     | 12,26         | 216       | 270   | 111         | 89          | 0,51      | 0,8   | -                  | 16.9<24    |
|         | H1     | -         | 98     | 63×5     | 12,26         | 216       | 270   | 111         | 89          | 0,51      | 0,8   | -                  | 16.9<24    |

Перерізи стержнів у вигляді спарених кутників

Таблиця 4.5

Розрахунок швів зводимо у таблицю

| № стерж. | переріз | [N]<br>кН | Шов по обушку          |                      |                      | Шов по перу          |                      |                      |
|----------|---------|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|          |         |           | N <sub>об.</sub><br>кН | K <sub>ш</sub><br>см | L <sub>ш</sub><br>см | N <sub>п</sub><br>кН | K <sub>ш</sub><br>см | L <sub>ш</sub><br>см |
| 1-2      | 140×10  | 405       | 0,75N=304              | 0,6                  | 24,3                 | 0,25N=101            | 0,6                  | 6                    |
| 2-3      | 63×5    | 250       | 0,7N=175               | 0,6                  | 14                   | 0,3N=75              | 0,6                  | 5                    |
| 3-4      | 63×5    | 95        | 67                     | 0,6                  | 4,3                  | 29                   | 0,6                  | 2                    |
| 4-5      | 80×7    | 81        | 57                     | 0,6                  | 4,5                  | 25                   | 0,6                  | 1,5                  |

#### 4.4. Розрахунок балки глядацького залу

Необхідно розрахувати і за конструювати балку глядацького залу.

Нормативне значення тимчасового навантаження [14]

$$V = 4,0 \text{ кН/м}^2, \text{ в тому числі постійно діюче } 1,4 \text{ кН/м}^2.$$

Коефіцієнт надійності по навантаженню  $\gamma_f = 1,2$  і коефіцієнт надійності по призначенню споруди  $\gamma_n = 0,95$ .

Конструктивна схема перекриття.

Балки 4-охпроміжні нерозрізні з шарнірними опорами. Плити перекриття кругло пустотні з номінальною шириною 120см.

Розрахунок балки по граничним станам 1-ї групи.

Дані для проектування:

Бетон класу С20/25 [15]; коефіцієнт умов роботи

$$\gamma_{b2} = 0,9 (f_{cd} = 0,9 \times 14,5) = 13,05 \text{ МПа};$$

$$f_{ctd} = 0,9 \cdot 1,05 = 0,945 \text{ МПа};$$

$$E_b = 30000 \text{ МПа}.$$

Робоча повздовжня арматура класу А400С [17] з  $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$ ;

$E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$  Поперечна арматура класу А240С ( $f_{ywd} = 175 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 1,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ).

#### Навантаження

Навантаження на перекриття з врахуванням коефіцієнту надійності по призначенню  $\gamma_n = 0,95$  наведені в таблиці 1.

Попередньо приймаємо переріз балки  $b \times h = 20 \times 60 \text{ см}$ . Навантаження від власної ваги балки  $0,2 \cdot 0,6 \cdot 25000 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 3140 \text{ Н/м}$ .

Підрахунок навантаження на  $1\text{м}^2$ 

| Вид навантаження   | Нормат. Наван. Н/м <sup>2</sup> | $\gamma_f$ | Розрах. Навант. Н/м <sup>2</sup> |
|--|---------------------------------|------------|----------------------------------|
| <u>Постійне</u>  |                                 |            |                                  |
| Паркетна підлога $0,02 \cdot 8000$                                 | 160                             | 1,1        | 176                              |
| шлакобетон $0,065 \cdot 16000$                                     | 1040                            | 1,2        | 1249                             |
| звукоізоляція з пінобетонних плит $0,06 \cdot 5000$                | 300                             | 1,2        | 360                              |
| залізобетонна панель приведеною товщиною 11см – $0,11 \cdot 25000$ | 2750                            | 1,1        | 3025                             |
| Разом  | $q^H=4250$                      | —          | $q=4810$                         |
| <u>Тимчасове навантаження</u>                                      |                                 |            |                                  |
| Корисне навантаження в т. ч.                                       | $p^H=4000$                      | 1,2        | 4800                             |
| довготривале   | 2600                            | 1,2        | 3120                             |
| короткодіюче   | 1600                            | 1,2        | 1680                             |
| Повне навантаження   | 8250                            |            | 9610                             |

Постійне навантаження на 1м.п. балки  $q=4,81 \cdot 6,0+3,14=32,0\text{кН/м}$ ;

Тимчасове навантаження  $V=4,8 \cdot 6,0=28,80\text{кН/м}$ .

Статичний розрахунок.

Визначаємо опорні моменти від постійного навантаження.

Складаємо систему рівнянь 3-ох моментів:

$$\begin{cases} 2(3+6)+6M_1+6(B_1^\phi+A_2^\phi)=0 \\ M_0 \cdot 6+2(6+6) \cdot M_1+M_2 \cdot 6+6(B_2^\phi+A_3^\phi)=0 \\ M_1 \cdot 6+2(6+6)M_2+6(B_3^\phi+A_4^\phi)=0 \end{cases}$$

$$\text{де } 6B_1^\phi = \frac{32 \cdot 3,03^3}{4} = 216\text{кН/м}^2;$$

$$6A^\phi = 6B_2^\phi + 6A_3^\phi = 6B_3^\phi = 6A_4^\phi = \frac{32 \cdot 6^3}{4} = 1728\text{кН/м}^2.$$

$$\begin{cases} 18M_0 + 6M_1 + 216 + 1728 = 0 \\ 6M_0 + 24 \cdot M_1 + 6M_2 + 2 \cdot 1728 = 0 \\ 6M_1 + 24 \cdot M_2 + 2 \cdot 1728 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3M_0 + M_1 + 324,0 = 0 \\ M_0 + 4M_1 + M_2 + 576 = 0 \\ M_1 + 4M_2 + 576 = 0 \end{cases}$$

З рівняння (1)  $M_1 = -324 - 3M_0$ ;

$$\begin{cases} M_0 - 4(324 + 3M_0) + M_2 + 576 = 0 \\ -324 - 3M_0 + 4M_2 + 576 = 0 \end{cases}$$

$$-11M_0 + M_2 - 720 = 0;$$

$$3M_0 + 4M_2 + 252 = 0;$$

$$M_2 = 720 + 11M_0;$$

$$3M_0 + 4(720 + 11 \cdot M_0) + 252 = 0;$$

$$47 \cdot M_0 + 3132 = 0$$

$$\begin{cases} M_0 = -66,64 \text{кНм}; \\ M_2 = -13,02 \text{кНм}; \\ M_1 = -124,08 \text{кНм}. \end{cases}$$

Будуємо епюри від почергового завантаження всіх прольотів тимчасовим навантаженням  $V = 28,80 \text{кН/м}$ ;

Епюри будуємо методом моментних фокусів:

Ліві

$$R_1 = \infty;$$

$$R_2 = 2 + \frac{3}{6} \left( 2 - \frac{1}{\infty} \right) = 3,0;$$

$$R_3 = 2 + \frac{6}{6} \left( 2 - \frac{1}{3} \right) = 3,67;$$

$$R_4 = 2 + \frac{6}{6} \left( 2 - \frac{1}{3,67} \right) = 3,73;$$

Праві

$$R'_4 = \infty;$$

$$R'_3 = 2 + \frac{6}{6} \left( 2 - \frac{1}{\infty} \right) = 4,0;$$

$$R'_2 = 2 + \frac{6}{6} \left( 2 - \frac{1}{4,0} \right) = 3,75;$$

$$R'_1 = 2 + \frac{6}{3} \left( 2 - \frac{1}{3,75} \right) = 5,47;$$

1. завантажено 1-й проліт:

$$6B_1^\phi = \frac{28,80 \cdot 3^3}{4} = 194,4 \text{кНм}^2;$$

$$M_0 = \frac{194,4}{3 \cdot 5,47} = -11,85 \text{кНм};$$

$$M_1 = \frac{-11,85}{3,75} = 3,16 \text{кНм};$$

$$M_2 = \frac{-3,16}{4,0} = -0,78 \text{кНм}.$$

2. завантажено 2-й проліт:

$$6A_2^{\phi} = 6B_2^{\phi} = \frac{28,80 \cdot 6^3}{4} = 1555,2 \text{кНм};$$

$$M_0 = -\frac{1555,2(5,47-1)}{6(5,47 \cdot 3,0-1)} = -75,19 \text{кНм};$$

$$M_1 = \frac{1555,2(3,0-1)}{92,46} = -33,64 \text{кНм};$$

$$M_2 = -\frac{-33,64}{4,0} = 8,41 \text{кНм}$$

3. завантажено 3-й проліт:

$$6A_3^{\phi} = 6B_2^{\phi} = \frac{28,80 \cdot 6^3}{4} = 1555,2 \text{кНм};$$

$$M_1 = -\frac{1555,2(4,0-1)}{6(4,0 \cdot 3,67-1)} = -56,84 \text{кНм};$$

$$M_2 = \frac{1555,2(3,67-1)}{82,08} = 50,59 \text{кНм};$$

$$M_0 = -\frac{-56,84}{3,0} = 18,95 \text{кНм};$$

4. завантажено 4-й проліт:

$$6A_4^{\phi} = 6B_4^{\phi} = \frac{28,8 \cdot 6^3}{4} = 1555,2 \text{кНм};$$

$$M_2 = -\frac{1555,2}{6 \cdot 3,73} = -69,49 \text{кНм};$$

$$M_1 = -\frac{-69,49}{3,67} = 18,93 \text{кНм};$$

$$M_0 = -\frac{18,93}{3,0} = -6,31 \text{кНм}.$$

Таблиця 4.7

### Підрахунку розрахункових зусиль

|                   | Зусилля від пост. навантаж. | Зусилля від тимчасових навантаж. |        |        |        | Розрах. зус. |         |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------------|---------|
|                   |                             | 1пр.                             | 2пр.   | 3пр.   | 4пр.   | +            | -       |
| $M_1^{\text{пр}}$ | 2,68                        | 26,47                            | -37,60 | 9,48   | -3,16  | 38,63        | 38,08   |
| $M_B$             | -66,64                      | -11,85                           | -75,19 | 18,95  | -6,31  | -47,69       | -159,99 |
| $M_2^{\text{пр}}$ | 48,64                       | -4,35                            | 75,19  | -18,95 | 6,31   | 130,14       | 25,34   |
| $M_C$             | -124,08                     | 3,16                             | -33,64 | -56,84 | 18,93  | 101,99       | -214,56 |
| $M_3^{\text{пр}}$ | 75,45                       | 1,19                             | -12,62 | 75,89  | -25,28 | 152,53       | 37,55   |
| $M_D$             | -13,02                      | -0,78                            | 8,41   | -50,59 | -69,49 | -4,61        | -133,88 |
| $M_4^{\text{пр}}$ | 137,49                      | -0,39                            | 4,20   | -25,30 | 84,86  | 236,55       | 111,88  |

Поперечні сили

$$Q_{\max} = 0,5(q+V) \cdot l = 0,5(32+28,8) \cdot 6 = 182,4 \text{ кН.}$$

Розрахунок балки по нормальним перетинам.

Висоту перетину балки підбираємо по опорному моменту при  $\xi=0,35$ .

По таблиці 3 при  $\xi=0,35$  знаходимо значення  $A_0=0,289$  і визначаємо граничну висоту стиснутої зони.

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left[1 + \frac{\sigma_{s1}}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right]} = \frac{0,746}{\left[1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)\right]} = 0,584.$$

$$\text{Тут } \omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} \gamma_{b1} = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,746.$$

$$\sigma_{s1} = f_{yd} = 360 \text{ МПа, обчислюємо}$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{A_0 \cdot \gamma_{b2} \cdot b}} = \sqrt{\frac{21456000}{0,289 \cdot 0,9 \cdot 14,5(100) \cdot 20}} = 53,33 \text{ см;}$$

$$h = 53,33 + 4 = 57,33 \text{ см}$$

приймаємо  $h = 60 \text{ см}$ .

Проведемо підбір арматури в розрахункових перерізах 1 балки.

Переріз в першому прольоті

$$M_{\max} = 38,63 \text{ кНм;}$$

$$h_0 = h - a = 60 - 6 = 54 \text{ см;}$$

$$A_0 = \frac{M}{f_{cd} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{38,63 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,051;$$

$$\eta = 0,974$$

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{38,63 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,974 \cdot 54} = 2,01 \text{ см}^2.$$

приймаємо 2Ø12 А-3 з  $A_s=2,26 \text{ см}^2$ .

Переріз в другому прольоті

$$M_{\max} = 130,14 \text{ кНм;}$$

$$A_0 = \frac{130,14 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,171 \text{ см}^2;$$

$$\eta = 0,905;$$

$$A_s = \frac{130,14 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,905 \cdot 54} = 7,30 \text{ см}^2;$$

Приймаємо 4Ø16 А400С [17] з  $A_s=8,04 \text{ см}^2$ .

Переріз в третьому прольоті

$$M_{\max} = 152,53 \text{ кНм};$$

$$A_0 = \frac{152,53 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,200;$$

$$\eta = 0,887;$$

$$A_s = \frac{152,53 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,887 \cdot 54} = 8,72 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 4Ø18 А400 з  $A_s=10,17 \text{ см}^2$ .

Переріз в четвертому прольоті:

$$M_{\max} = 236,55 \text{ кНм};$$

$$A_0 = \frac{236,55 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,311;$$

$$\eta = 0,808;$$

$$A_s = \frac{236,5 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,808 \cdot 54} = 14,85 \text{ см}^2$$

Приймаємо 4Ø22 А400С [17] з  $A_s=15,20 \text{ см}^2$ .

На першій проміжній опорі

$$M_{\max} = 159,99 \text{ кНм};$$

$$A_b = \frac{159,99 \cdot 10,5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,210;$$

$$\eta = 0,881;$$

$$A_s = \frac{159,99 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,881 \cdot 54} = 9,21 \text{ см}^2$$

Приймаємо 4Ø18 А400 з  $A_s=10,17 \text{ см}^2$ .

На другій опорі

$$M_{\max} = 214,56 \text{ кНм};$$

$$A_0 = \frac{214,56 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,282;$$

$$\eta = 0,830;$$

$$A_s = \frac{214,56 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,830 \cdot 54} = 13,12 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2Ø20 А400С з  $A_s=6,28 \text{ см}^2$

2Ø22 А400С з  $A_s=7,60 \text{ см}^2$

Загальною площею

$$A_s = 6,28 + 7,60 = 13,88 \text{ см}^2$$

$$q_{sw} = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b}{2} \text{ при } \varphi_n = 0. \text{ і } \varphi_f = 0.$$

$$q_{sw} = \frac{0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,05(100) \cdot 20}{2} = 567 \text{ Н / м};$$

Приймаємо більше значення

$$q_{sw} = 755H / м.$$

Перевіряємо умову

$$C_0 \leq \sqrt{\frac{\varphi_{u2}(1 + \varphi_n + \varphi_f) \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0^2}{q_{sw}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 1,05(100) \cdot 20 \cdot 54^2}{755}} = 120,8 \text{ см} < 2h_0 = 2 \cdot 54 = 108 \text{ см}.$$

Умова виконується.

Діаметр поперечних стержнів встановлюємо з умови зварювання з повздовжніми стержнями  $d=22\text{мм}$  і приймаємо рівними  $d_{sw}=8\text{мм}$ ;

При двох поперечних стержнях

$$A_s = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ см}^2$$

$$\text{При } \frac{d_{sw}}{d} = \frac{8}{22} = \frac{1}{2,75} > \frac{1}{3}$$

Розрахунковий опір поперечної арматури приймаємо  $f_{yd}=175\text{МПа}$ ;

Крок поперечних стержнів

$$S = \frac{175(100) \cdot 1,0}{755} = 23,18 \text{ см}^2$$

На третій проміжній опорі

$$M_{\max} = 133,88 \text{ кНм};$$

$$A_0 = \frac{133,88 \cdot 10^5}{14,5 \cdot 0,9(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 0,176;$$

$$\eta = 0,903;$$

$$A_s = \frac{133,88 \cdot 10^5}{365(100) \cdot 0,903 \cdot 54} = 7,52 \text{ см}^2$$

Приймаємо  $4\varnothing 22 \text{ A400C}$  з  $A_s=7,6\text{см}^2$ .

Розрахунок за похилими перерізами [21].

Максимальна поперечна сила на опорі  $Q_{\max}=182,40\text{кН}$ .

Перевіримо необхідність розрахунку поперечної арматури з умови

$$Q = Q_b \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0$$

Для ненапруженого прямокутного перетину  $\varphi_f = 0$ ;  $\varphi_n = 0$ , умова має вигляд:

$$Q = Q_b \leq \varphi_{b3} \gamma_{b2} f_{ctd} \cdot b \cdot h_0;$$

$$Q = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,05(100) \cdot 20 \cdot 54 = 61240 \text{ Н} < Q_{\max} = 182400 \text{ Н}$$

Розрахунок поперечної сили необхідний. Визначаємо зусилля, яке сприймається поперечною арматурою на одиницю довжини ригеля.

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{4 \cdot \varphi_{b2} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{182400}{4 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 1,05(100) \cdot 20 \cdot 54^2} = 755 \text{ Н / м};$$

За конструктивним вимогам:

$$S \leq \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ см.}$$

Приймаємо на при опорних ділянках балки довжиною 1/4 крок  $s=15$  см, а в середній частині крок  $s=30$  см.

Перевірка міцності по стиснутій полосі між похилими тріщинами:

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{1,0}{20 \cdot 15} = 0,0033;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2,1 \cdot 10,5}{3 \cdot 10^4} = 7,0;$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 0,0033 \cdot 7 = 1,117;$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,001 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} = 1 - 0,001 \cdot 0,9 \cdot 14,5 = 0,870;$$

$$\begin{aligned} \text{Умова } Q &= 182400 \text{ Н} < 0,3 \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot \gamma_{b2} + f_{cd} \cdot b \cdot h_0 = \\ &= 0,3 \cdot 1,117 \cdot 0,87 \cdot 0,9 + 14,5 \cdot 20 \cdot 547 \cdot (100) = 410892 \text{ Н}; \end{aligned}$$

виконується.

Висновок: міцність по стиснутій полосі між похилими тріщинами забезпечена.

#### 4.5. Розрахунок попередньо-напруженої панелі покриття

Дані для розрахунку.

1. Бетон класу С16/20 [15].

2. Коефіцієнт умов роботи  $\gamma = 0,9$ .

$$f_{cd} = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа};$$

$$f_{ctd} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81 \text{ МПа};$$

$$f_{ck} = 15 \text{ МПа};$$

$$f_{ctk} = 1,4 \text{ МПа};$$

$$E_b = 17 \cdot 10^3 \text{ МПа.}$$

3. Напружена арматура поздовжніх ребер класу А500,  $f_{yd} = 680 \text{ МПа}$ ,  $f_{yk} = 785 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 365 \text{ МПа}$

4. Робоча поздовжня арматура поперечних ребер зі сталі класу А400 при  $d = 10 \text{ мм}$ .

5. Сітка плити, поперечна і монтажна арматура класу В500 при  $d = 3 \text{ мм}$ ;

$$\begin{aligned} f_{yd} = 370 \text{ МПа, при } d = 4 \text{ мм, } f_{yd} = 310 \text{ МПа, } f_{ywd} = 265 \text{ МПа, при } d = 5 \text{ мм,} \\ f_{yd} = 360 \text{ МПа, } f_{ywd} = 260 \text{ МПа, } E_s = 1,7 \cdot 10^5 \text{ МПа. [17]} \end{aligned}$$

6. В панелі покриття допускається утворення тріщин. Спосіб попереднього напруження арматури електротермічний автоматизований на

упори форми. Попереднє напруження без врахування втрат прийнято  $\sigma_{sp} = 550 \text{ МПа}$

Бетон піддається тепловій обробці. Обтиск бетону проводиться при передаточній міцності

$$R_{bp} = 16 \text{ МПа} > 11 \text{ МПа} \cdot 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ МПа},$$

Панель покриття  $3 \times 6 \text{ м}$

Таблиця 4.8.

## Збір навантаження [14]

| № п/п | Вид навантаження   | Наван. при $f = 1 \text{ кН} / \text{м}^2$ | $f_f > 1$ | Наван. при $\gamma_f > 1 \text{ кН} / \text{м}^2$ |
|-------|--|--|-----------|---|
| 1.    | Постійне Шар гравію втопленого в бітумну мастику   | 0,15                                       | 1,3       | 0,195   |
| 2.    | 4-ри шари рулонного килиму на бітумній мастиці   | 0,13                                       | 1,3       | 0,169   |
| 3.    | Цементна стяжка – 30мм ( $P=2,2 \text{ т/м}^3$ )   |  |           |   |
| 4.    | Утеплювач (керамзитобетон) 200мм ( $P=0,55 \text{ т/м}^3$ )<br>$0,55 \cdot 0,12 \cdot 9,81 \cdot 0,95$ | 0,615                                      | 1,3       | 0,799   |
| 5.    | Пароізоляція 1 шар руберойду на бітумній мастиці.  | 0,032                                      | 1,3       | 0,042   |
|       | Всього:  | $q_H = 2,86$                               |           | $q = 3,41$  |
|       | Тимчасове (короткочасне)<br>Снігове ( $C=1$ ) для першого району<br>$0,5 \cdot 0,95$                   | $S_H = 0,47$                               | 1,4       | $S = 0,66$  |
|       | Зосереджена сила від робочого з інструментом $1 \cdot 0,95$  | 0,95                                       | 1,2       | 1,14  |

Розрахунок плити панелі.

Плита панелі являє собою багато проміжну однорядну плиту з ребрами по периметру. Плита панелі армується однією зварною сіткою, що вкладається посередині її товщини.

Розрахункові прольоти:

— для середніх ділянок

$$l_{01} = 150 - 9 = 141 \text{ м}$$

$$l_{02} = 298 - 2(1,5 + 10,5) = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м}$$

$$l_{02} / l_{01} = 2,74 / 1,41 = 1,94 < 3$$

— для крайніх ділянок

$$l_{01} = 148,5 - 1 - 17,5 - 9/2 = 125,5 \text{ см} = 1,255 \text{ м}$$

$$l_{02} = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м}$$

$$l_{02} / l_{01} = 274 / 125,5 = 2,18 < 3.$$

Розрахункове постійне навантаження на  $1 \text{ м}^2$  включаючи масу плити товщиною 30 мм.

$$q = q_1 + h \cdot 1,1 \cdot 2,5 \cdot \gamma_f \cdot 9,81 \cdot \gamma_n = 1,775 + 0,03 \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 2,5 \text{ кН/м}^2;$$

де  $2,5 \text{ м/м}^3$  – густина.

Розрахункові згинальні моменти.

При дії постійного і тимчасового (снігового) навантаження.

$$\text{Умова рівноваги } \frac{(q+V)l_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) = (2M_1 + M_{II} + M_{II}')l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}')l_{01}.$$

Розрахункові схеми і позначення моментів, діючих в плиті панелі.

Розглянемо спочатку середні ділянки.

Приймаємо слідуєчи співвідношення між моментами:

$$\frac{M_2}{M_1} = 0,4; \quad M_1 = M_I = M_I'; \quad M_2 = M_{II}' = M_{II} = 0,4M_1.$$

Тоді умову рівноваги можна записати

$$\frac{(q+V)l_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) = (4l_{02} + 1,6l_{01})M_1;$$

Звідси

$$M_1 = \frac{(2,54 + 0,66) \cdot 1,41^2 \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41)}{12(4 \cdot 2,74 + 1,6 - 1,41)} = 0,273 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розглянемо крайні ділянки.

Приймаємо теж співвідношення між моментами і враховуємо, що на пальовому ребрі  $M_1 = 0$ .

$$M_1 = \frac{(2,54 + 0,66) \cdot 1,255^2 \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,255)}{12 \cdot 13 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,255} = 0,286 \text{ кНм};$$

1. При дії постійного і тимчасового зосередженого навантаження від ваги робітника з інструментом.

$$-\frac{ql_{01}^2}{12}(3l_{02} - l_{01}) + \frac{Fl_{01}}{2} = (2M_1 + M_I + M_I')l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}') \cdot l_{01}.$$

Співвідношення між моментами теж, що і при комбінації I.

Для середніх прольотів:

$$M_1 = \left( \frac{ql_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) + F \frac{l_{01}}{2} \right) / (4l_{02} + 1,6l_{01}) = \left( \frac{2,54 \cdot 1,41^2}{12} \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41) + 1,14 \cdot \frac{1,41}{2} \right) \div (4 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,41) = 0,278 \text{ кНм}.$$

– для крайніх прольотів

$$M_1 = \left( \frac{ql_{01}^2}{12} \cdot (3l_{02} - l_{01}) + F \frac{l_{01}}{2} \right) / (3l_{02} + 1,6l_{01}) = \left( \frac{2,54 \cdot 1,255^2}{12} \cdot (3 \cdot 2,74 - 1,41) + 1,14 \cdot \frac{1,255}{2} \right) \div (3 \cdot 2,74 + 1,6 \cdot 1,225) = 0,2286 \text{ кНм.}$$

Розрахунковою являється комбінація I з визначенням арматури по моментах крайніх прольотів.

Виходячи з прийнятих співвідношень між моментами:

$$M_1 = M_I = 0,2286 \text{ кНм;}$$

$$M_2 = M_{II} \cdot M_{II} = 0,4 \cdot 0,2286 = 0,44 \text{ кНм.}$$

При підборі січень арматури плит при опорні моменти, визначені розрахунком, треба зменшити: в січеннях крайніх прольотів і парних проміжних опор на 10%, тобто помножити на коефіцієнт 0,9; в січеннях середніх прольотів – на 20%.

### Розрахунок армування

1. Арматура направлена вздовж панелі покриття. Мінімальна робоча висота плити при розміщенні арматурної сітки посередині товщини плити і діаметрі арматури 4мм визначається за формулою [21]:

$$h_0 = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = \frac{30}{2} - \frac{4}{2} = 13 \text{ мм.}$$

2. Характеристика стиснутої зони бетону

$$w = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767.$$

де  $\alpha = 0,85$ .

3. 4. 5. При бетоні класу C16/20 ( $\gamma_{b2} = 0,9$ ) і арматурі класу B<sub>500</sub> граничні значення відносної висоти стиснутої зони

$$\xi = \frac{w}{1 + \frac{\sigma + f_c}{\sigma_{sc,u} \left( 1 - \frac{w}{1,1} \right)}} = \frac{0,767}{1 + \frac{370 \left( 1 - \frac{0,767}{1,1} \right)}{500}} = 0,627$$

$\sigma_{sc,u} = 500 \text{ МПа}$  при  $\gamma_{b2} < 1$ .

6. Знаходимо величину.

$$\alpha_m = \frac{0,9 \cdot M_1}{f_{cd} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{0,9 \cdot 0,2286 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1000 \cdot 13^2} = 0,147.$$

7. При  $\alpha_m = 0,147$  висота стиснутої зони  $\xi = 0,16 < \xi_{opt} = 0,2$  менше максимального значення рекомендованої оптимальної висоти стиснутої зони бетону для плити.

8. Умова  $\xi = 0,16 < \xi_R = 0,627$  виконується.

9. При  $\alpha_m = 0,147$ , коеф.  $\xi = 0,92$ .

10. Площа січення арматури:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{0,9 \cdot 0,286 \cdot 10^6}{370 \cdot 0,92 \cdot 13} = 58,2 \text{ мм}^2.$$

11. Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_{s1}}{bh_0} = \frac{58,2}{1000 \cdot 13} = 0,0045 > \mu_{\min} = 0,0005$$

12. Приймаємо арматуру  $\varnothing 4$  В500 з кроком 200мм  $A_{s1} = 63 \text{ мм}^2 > 58,2 \text{ мм}^2$ .

### Поперечна арматура панелі покриття.

1. Мінімальна робоча висота плит з врахуванням діаметру арматури 3мм.

$$h_0 = \frac{30}{2} - \frac{3}{2} = 13,5 \text{ мм}.$$

2. Характеристика стиснутої зони бетону

$$w = \alpha - 0,008$$

$$f_{cd} 0,85 \cdot 0,008 \cdot 10,35 = 0,767;$$

$\alpha = 0,85$  для керамзитобетону.

3. 4. 5. При бетоні класу С16/20 ( $\gamma_{b2}' = 0,9$ ) і арматурі класу В500 граничні

значення відносної висоти стиснутої зони

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{sc,u} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)}} = \frac{0,767}{1 + \frac{370 \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)}{500}} = 0,627.$$

6. Знаходимо величину.

$$\alpha_m = \frac{0,9 \cdot M_2}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{0,2 \cdot 0,114 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1000 \cdot 13,5} = 0,054.$$

7.  $\alpha_m = 0,054$  - відносна висота стисненої зони  $\xi = 0,056 < \xi_{opt} = 0,2$

8. Умови  $\xi = 0,005 < \xi_R 0,627$  виконується.

9. При

$$\alpha_m = 0,054, \varphi = 0,972.$$

10. Площа арматури

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} \varphi h_0} = \frac{0,9 \cdot 0,114 \cdot 10^6}{375 \cdot 0,972 \cdot 13,5} = 20,9 \text{ мм}^2.$$

11. Коефіцієнт  $\mu = \frac{20,9}{1000 \cdot 13,5} = 0,0015 > \mu_{\min} = 0,0005$ .

12. Приймаємо арматуру  $\varnothing 3$  В500 з кроком 200мм,  $A_{s2} = 35,5 \text{ мм} > 20,9 \text{ мм}$ .

Отже, для армування плити приймаємо сітку

$$C \frac{4B500 - 200}{3B500 - 200} 2970 \times 5950.$$

### 3. Розрахунковий прольот, навантаження і зусилля в поперечному ребрі.

Розраховуємо середнє поперечне ребро, як найбільш завантажене.

Трапецевидна форма епюри пояснюється операнням на ребро плит, опертих по контуру. Розрахунковий проліт прийнято рівним відстані між поздовжніми ребрами.

$$l_0 = l_{02} = 274 \text{ см.}$$

Розрахункові навантаження на ребро складаються з навантаження від власної ваги ребра і навантаження на плиту, зібраного з ширини  $l_1 = 1,5 \text{ м}$ .

Маса 1м поперечного ребра з врахуванням  $\gamma_n = 0,95$

$$q_1 = \frac{0,05 + 0,09}{2} (0,15 - 0,03) \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 0,216 \text{ кН / м}^2$$

Навантаження від маси плити і ізоляційного килима

$$q_2 = 2,54 \cdot 1,5 = 3,81 \text{ кН / м}^2$$

Розрахункове снігове навантаження.

$$S = 0,66 \cdot 1,5 = 0,99 \text{ кН / м}^2.$$

Зусилля від розрахункових постійного і снігового навантаження.

$$M = \frac{(q_1 + q_2 + S)l_0^2}{8} - \frac{(q_2 + S)l_1^2}{24} = \frac{(0,216 + 3,81 + 0,99) \cdot 2,74^2}{8} - \frac{(3,81 + 0,99) \cdot 1,5^2}{24} = 4,26 \text{ кНм};$$

$$Q = \frac{(q_1 + q_2 + S)l_0}{2} - \frac{(q_2 + S)l_1}{4} = \frac{(0,216 + 3,81 + 0,99) \cdot 2,74}{2} - \frac{(3,81 + 0,99) \cdot 1,5}{4} = 5,07 \text{ кН}.$$

Зусилля від постійного і зосередженого (вага робітника з інструментом) навантажень.

$$M = \frac{(q_1 + q_2)l_0^2}{8} + \frac{q_2 l_1}{24} + F \frac{l_0}{5} = \frac{(0,216 + 3,81) \cdot 2,74^2}{8} + \frac{3,81 \cdot 1,5^2}{24} + \frac{1,14 \cdot 2,74}{5} = 4,05 \text{ кНм}.$$

(При визначенні моменту від зосередженого навантаження враховано часткове защемлення ребра).

$$Q = \frac{(q_1 + q_2)l_0}{2} - \frac{q_2 l_1}{4} + F = \frac{(0,216 + 3,81) \cdot 2,74}{2} + \frac{3,81 \cdot 1,5^2}{4} + 1,14 = 5,03 \text{ кН}$$

(При визначенні поперечної сили зосереджене навантаження розміщене біля опори).

Отже розрахунковою по  $M$  і  $Q$  являється комбінація I:  $M = 4,26 \text{ кНм}$ ;  $Q = 5,07 \text{ кН}$ .

#### 4. Розрахунок по міцності нормальних січень поперечного ребра.

Поперечне ребро  $h=150\text{мм}$  працює в стиснутій зоні сумісно з ділянкою плити товщиною  $h_f' = 30\text{мм}$ . Так як співвідношення

$$h_f' / h = 0,3 / 1,5 = 0,2 > 0,1.$$

– розрахункова ширина полки таврового січення:

$$b_f' = \frac{1}{3}l_0 + b = \frac{1}{3} \cdot 2740 + 90 = 1002\text{мм}$$

1. Робоча висота ребра при арматурі  $\varnothing 12\text{мм}$

$$h_0 = h - a = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129\text{мм}$$

де 15мм – захисний шар бетону.

2. При бетоні класу С16/20 ( $\gamma_{b2} = 0,9$ ) і арматурі класу А400С, з врахуванням розрахунку міцності плити

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,628;$$

де  $\sigma_{SR} - f_{yd} = 365\text{МПа}$

3. Умова

$$M = 4,26 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} < f_{cd} \cdot b_f' \cdot h_f' \left( h_0 + 0,5h_f' \right) = \\ = 10,35 \cdot 1002 \cdot 30 (119 - 0,5 \cdot 30) = 36,8 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

4. Розраховуємо величину:

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{4,26 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1002 \cdot 129^2} = 0,0247$$

5. При  $\alpha_m = 0,0247$ , то  $\xi = 0,025 < \xi_a = 0,628$

6. При  $\alpha_m = 0,0247$ , то  $\varphi = 0,988$ .

7. Площа січення поздовжньої арматури:

$$A_{s1} = \frac{M}{f_{yd} \varphi h_0} = \frac{4,26 \cdot 10^6}{365 \cdot 0,988 \cdot 129} = 91,6\text{мм}^2.$$

8. Коефіцієнт армування при  $b = \frac{915}{2} = 7\text{см}$

$$\mu = \frac{A_{s1}}{bh_0} = \frac{91,6}{70 \cdot 129} = 0,0101 > \mu_{\min} = 0,0005$$

9. Приймаємо в кожній зоні ребра

$$1\varnothing 12 \text{ А400}, A_s = 113,1\text{мм}^2 > 91,3\text{мм}^2.$$

#### 5. Розрахунок похилих січень поперечного ребра по міцності.

1. Розрахункова висота ребра  $h_0 = 129\text{мм}$ ;

## 2. Розподільне навантаження

$$q_1 = q_1 + q_2 + q / 2 = 0,216 + 3,81 + 0,99 / 2 = 4,521 \text{кН} / \text{м}$$

## 3. Оскільки

$$q_1 = 4,521 \text{Н} / \text{мм} < q_a = 0,16 Q_b (1 + \varphi_n) f_{ctd} \cdot b = 0,16 \cdot 1,5 + 0,81 \cdot 70 = 13,61 \text{Н} / \text{мм}$$

то довжину проекції найбільш небезпечного похилого січення приймаємо

$$C = 2,5 h_0 = 2,5 \cdot 129 = 322,5 \text{мм}.$$

Коефіцієнт  $\varphi_{en} = 1,5$ , а коефіцієнт  $\varphi_m = 0$ , так як відсутня повздовжня стискаюча сила.

## 4. Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури по розрахунку

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\max} - q_1 \cdot C = 5070 - 4,521 \cdot 322,5 = 36124 < Q_s = \\ &= \varphi_{en} (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot h_0^2 / C = 1,5 \cdot 0,81 \cdot 70 \times \\ &\times 129^2 / 322,5 = 4389 \text{Н} \end{aligned}$$

тобто поперечна арматура встановлюється тільки по конструктивних вимогах.

Приймаємо поперечні стержні з проволочи класу В500  $\varnothing 4 \text{мм}$  з кроком  $75 \text{мм}$ .

6. Розрахунковий проліт, навантаження і зусилля в поздовжніх ребрах.

Розрахункова схема поздовжнього ребра.

Розрахунковий опір ребра по осях

$$l_0 = 5,97 - 2 \cdot 0,05 = 5,87 \text{м},$$

де  $0,05$  – відстань осі опори від торця панелі.

Таблиця 4.8

Підрахунок навантажень на 1м панелі [14]

| Вид навантаження  | Навант. при $f = 1 \text{кН} / \text{м}.$                        | $\gamma_1 > 1$ | Навант. При $\gamma_f > 1 \text{кН} / \text{м}$ |
|---|--|----------------|---|
| Постійне:<br>Панель покриття з бетон.<br>замон.<br>Ізоляційний килим<br>Всього: | $1,49 \times 3 = 4,47$<br>$1,37 \times 3 = 4,11$<br>$q_n = 8,52$ | $1,1$<br>$1,3$ | $4,92$<br>$5,34$<br>$q = 10,26$                 |
| Тимчасове:<br>Снігове<br>Повне навантаження                                     | $S_n = 0,47 \cdot 3 = 1,41$<br>$q_n = 9,99$                      | $1,4$          | $S = 1,97$<br>$q = 12,29$                       |

Зусилля в повздовжніх ребрах:

- від повного навантаження при  $\gamma_f > 1$ :

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{12,23 \cdot 5,87}{8} = 52,7 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{12 \cdot 23 \cdot 5,87}{2} = 35,9 \text{кН} \cdot \text{м}$$

- від повного навантаження при  $\gamma_f = 1$

$$M = \frac{q_n l_0^2}{8} = \frac{9,99 \cdot 5,87^2}{8} = 43,0 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = \frac{q_n l_0}{2} = \frac{9,99 \cdot 5,87}{2} = 29,3 \text{кН} \cdot \text{м}$$

- від постійного навантаження  $q_n$  при  $\gamma_f = 1$

$$M = \frac{q_n l_0^2}{8} = \frac{8,58 \cdot 5,87^2}{8} = 36,9 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = \frac{q_n l_0}{2} = \frac{8,58 \cdot 5,87}{2} = 25,2 \text{кН} \cdot \text{м}$$

### 7. Розрахунок нормальних січень поздовжніх ребер по міцності.

Поперечне січення панелі проводимо до таврової форми і в розрахунок вводим ширину плити поверху помножену на коефіцієнт  $W=0,65$ , що враховує нерівномірний розподіл стискаючих напружень по ширині тонкої полицки

$$b_f' = (2980 - 2 \cdot 15) \cdot 0,65 = 1918 \text{мм.}$$

1. Робоча висота ребра

$$h_0 = h - a = 300 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 273 \text{мм,}$$

$$\text{де } a = a_3 + \frac{d}{2}$$

2. Коефіцієнт  $w = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767$

3. Напруження при електротермічному способі натягу

$$p = 300 + 90 / l = 30 + \frac{90}{6} = 45 \text{МПа,}$$

$l = 6 \text{м}$  - ширина стержня, який натягують.

4. Коефіцієнт  $\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 = \frac{1}{\sqrt{\text{Пр}}}\right) = 0,5 \cdot \frac{45}{550} \left(1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0,07,$

де  $\text{Пр}=2$  – попередньо прийняте число стержнів напруженої арматури в двох поздовжніх ребрах.

5. Так як  $\Delta\gamma_{sp} = 0,07 < 0,1$ , мінімально допустимого значення, то приймаємо  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$ .

6. Втрати попереднього напруження від деформації анкерів, розміщених біля натяжних пристроїв.

$$\sigma_s = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s = \frac{3,35}{6000} \cdot 19 \cdot 10^4 = 106 \text{МПа,}$$

де  $\Delta l = 1,25 + 0,15d = 1,25 + 0,15 \cdot 14 = 3,35 \text{ мм}$ .

$d = 14$  - прийнятий діаметр поздовжньої робочої арматури.

7. Втрати попереднього напруження від деформації сталі  $\sigma_3 < 30 \text{ МПа}$

8. Попереднє напруження в арматурі, що напружується до обтиску бетону з врахуванням втрат  $\sigma_s$  і  $\sigma_5$ .

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} (1 - \Delta \gamma_{sp}) - \sigma_s - \sigma_5 = 550 - (1 - 0,1) - 106 - 30 = 359 \text{ МПа}$$

9. Напруження  $\Delta \sigma_{sp} = 1500 \frac{\sigma_{sp1}}{f_{yd}} - 1200 = 1500 \cdot \frac{359}{680} - 1200 < 0$ .

Приймаємо  $\Delta \sigma_{sp} = 0$ .

10. Попереднє напруження в арматурі при невідомому значенні повних втрат для розрахунку напруження  $\sigma_{SR}$  приймаємо:

$$\sigma_{SR} - 0,6 f_{yf} = 0,6 \cdot 680 = 408 \text{ МПа}$$

11. Напруження

$$\sigma_R = f_{yd} + 400 - \sigma_{sp} - 680 + 400 - 408 - 0 = 672 \text{ МПа}$$

12. При коефіцієнті  $\gamma_s = 0,9$  напруження  $\sigma_{sc\phi} = 500 \text{ МПа}$ .

13. Гранична відносна висота стиснутої зони

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{sc\phi}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{672}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,545$$

14. Умова  $M = 52,7 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} < f_{cd} \cdot b_f' \cdot h_f' (h_0 - 0,5 h_f') =$   
 $= 10,35 \cdot 1918 \cdot 30 (273 - 0,5 \cdot 30) = 154 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ ,

виконується, тобто нейтральна вісь знаходиться в полиці, а розрахункове січення має вигляд прямокутника шириною  $b_f' = 1918 \text{ мм}$  і висотою  $300 \text{ мм}$ .

15. Величина  $\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} b_f' h_0^2} = \frac{52,7 \cdot 10^6}{10,35 \cdot 1918 \cdot 273^2} = 0,036$ ; при  $\alpha_m = 0,036$ ,  $\xi = 0,037$ .

16. Умова  $\xi = 0,037 < \xi_R = 0,545$  виконується.

17. Враховуємо коефіцієнт умов роботи

$$\gamma_{S6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 - \frac{\xi}{\xi_R} - 1\right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 - \frac{0,037}{0,545} - 1\right) = 1,28$$

$\eta = 1,15$  для арматури класу А500С

18. Так як  $\gamma_{S6} = 1,28 > \eta = 1,15$ , то приймаємо  $\gamma_{S6} = 1,15$ .

19. При  $\alpha_m = 0,036$ ;  $\xi = 0,037$ .

20. Необхідна площа січення поздовжньої попередньо напруженої арматури

$$A_{sp1} = \frac{M}{\gamma_{s6} f_{yd} h_0 \xi} = \frac{52,7 \cdot 10^6}{0,905 \cdot 1,15 \cdot 680 \cdot 273} = 272,8 \text{ мм}^2.$$

роботу звичайної повздовжньої арматури не враховує.

#### 21. Коефіцієнт армування

$$\mu = \frac{A_{sp1}}{bh_0} = \frac{273}{180 \cdot 273} = 0,0055 > \mu_{\min} = 0,005,$$

де  $b = 2(75 + 105) / 2 = 180 \text{ мм}$  - розрахункова сумарна ширина двох ребер.

Приймаємо попередньо напружену арматуру повздовжніх ребер з 2Ø14A500

$$A_{sp} = 308 \text{ мм}^2 > A_{sp1} = 273 \text{ мм}^2.$$

(по одному стержні в кожному ребрі).

### 8. Розрахунок по міцності похилих січень повздовжніх ребер.

1. Робоча висота ребра  $h_0 = 273 \text{ мм}$ .

2. Розподільне навантаження.

$$q_1 = q + \frac{S}{2} = 10,26 + \frac{1,97}{2} = 11,24 \text{ кН / м}.$$

Так як  $q_1 = 11,24 \text{ кН / м} < q_0 = 0,16 \varphi_{ei} (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b =$   
 $= 0,16 \cdot 1,5(1 + 0,313) \cdot 0,81 \cdot 180 = 45,94 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

То приймаємо довжину проєкції  $C = 2,5 \cdot h_0 = 682,5 \text{ мм}$ ,

$$\text{де } \varphi_n = 0,1 \frac{p}{f_{ctd} \cdot b \cdot h_0} = \frac{124700}{0,81 \cdot 180 \cdot 273} = 0,313 < 0,5.$$

3. Зусилля обтиску  $p$  прийнято при орієнтовних значеннях сумарних витрат  $\sigma_c = 100 \text{ МПа}$  і коефіцієнт  $\gamma_{sp} < 1$ , тобто  $p = \gamma_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_c) \cdot A_{sp} = (1 - 0,1) \cdot (550 - 100) \cdot 308 = 124700 \text{ Н}$ .

4. Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури по розрахунку

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 35900 - 11,24 \cdot 682,5 = 28229 < Q_e = \varphi_{ei} (1 + \varphi_n) f_{ctd} \cdot b \cdot h_0^2 / c =$$

$$= 1,5(1 + 0,313) \cdot 0,81 \cdot 180 \cdot 273^2 / 682,5 = 31360 \text{ Н}$$

тобто поперечна арматура встановлюється тільки по конструктивних вимогах. В цьому випадку немає необхідності перевіряти міцність похилої полоси. Приймаємо поперечні стержні з проволони класу В500 Ø4мм з кроком 150мм.

### 9. Геометричні характеристики поперечного січення панелі.

2Ø14 А400 ( $A_{sp} = 308 \text{ мм}^2$ ); 2Ø5 В500 ( $A_{sp} = 39,2 \text{ мм}^2$ ) нижня повздовжня арматура каркасів двох повздовжніх ребер: 2Ø5 В500 і 16Ø4 В500

( $A'_s = 39,2 + 201,6 = 240,8 \text{ мм}^2$ ) – верхні стержні каркасів двох повздовжніх ребер і арматура плити панелі.

$$\text{Тоді } A_{sp} + A_s + A'_s = 308 + 39,2 + 240 = 588 \text{ мм}^2.$$

3. Так, як  $A = 0,008 \cdot 137100 = 1097 \text{ мм}^2 > 588 \text{ мм}^2$ , то геометричні характеристики приведенного січення панелі спрощено визначаємо без врахування повздовжньої арматури [17].

4. Площа приведенного січення панелі

$$A_{red} = A = 137100 \text{ мм}^2$$

5. Статичний момент приведенного січення відносно нижньої грані.

$$S_{red,00} = b_f' \cdot h_f' (h - h_f') + b (h - h_f') \cdot \frac{h - h_f'}{2} = 2950 \cdot 30 \left( 300 - \frac{30}{2} \right) + 180(300 - 30) \frac{300 - 30}{2} = 3178 \times 10^4 \text{ мм}^3$$

6. Відстань від центру ваги приведенного січення до нижньої грані.

$$y_0 = \frac{S_{red,00}}{A_{red}} = \frac{3178 \cdot 10^4}{137100} = 231,8 \text{ мм}.$$

7. Момент інерції приведенного січення відносно його центру ваги

$$I_{red} = b_f' (h_f')^3 + b_f' h_f' \left( h - y_0 - \frac{h_f'}{2} \right)^2 + b \frac{(h - h_f')^3}{12} + b (h - h_f') \cdot \left( y_0 - \frac{h - h_f'}{2} \right)^2 = \frac{2950 \cdot 30^3}{12} + 2950 \times 30 \left( 300 - 231,8 - \frac{30}{2} \right)^2 + \frac{180(300 - 30)^3}{12} + 180(300 - 30) \times \left( 231,8 - \frac{300 - 30}{2} \right)^2 = 1008 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

8. Момент опору приведенного січення для крайнього нижнього волокна.

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{h - \varphi_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{231,8} = 4348 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

9. Момент опору приведенного січення для крайнього нижнього волокна з врахуванням не пружних деформацій бетону визначаємо:

$$W_{pl} = W_{red} \cdot \gamma = 4348 \cdot 10^3 \cdot 1,75 = 7609 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

10. Момент опору приведенного січення для крайнього верхнього волокна

$$W_{red}' = \frac{I_{red}}{h - \varphi_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{300 - 231,8} = 1478 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

11. Момент опору приведенного січення для крайнього верхнього волокна з врахуванням не пружних деформацій бетону і поличкою в розтягнутій зоні ( $b_f = 2950 \text{ мм}$ ) при  $b_{f/b} = 2950/180 = 16,4 > 2$ ;  $h_{f/h} = 3/30 = 0,1 < 0,2$

Коефіцієнт  $\gamma' = 1,5$ .

Тоді  $W_{pl}' = \gamma' W_{red} = 1,5 \cdot 1478 \cdot 10^4 = 2217 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$ .

### 10. Визначення втрат попереднього напруження арматури.

Перевіряємо, чи знаходиться прийняте значення попереднього напруження  $\sigma_{sp}$  при коефіцієнті  $\gamma_{sp} = 1$  в рекомендованих границях

$$\sigma_{sp} + p = 550 + 45 = 595 \text{ МПа} < f_{yk} = 785 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{sp} - p = 550 - 45 = 505 \text{ МПа} > f_{yk} = 0,3 \cdot 785 = 236 \text{ МПа},$$

Напруження  $\sigma_{sp}$  знаходяться в допустимих границях.

Перші втрати  $\sigma_1$

1. Від релаксації напружень стержневої арматури при електричному способі натягу

$$\sigma_1 = 0,03 \cdot \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 550 = 16,5 \text{ МПа}$$

2. Від температурного перепаду при агрегатно-поточній технології виготовлення панелі  $\sigma_2 = 0$

3. Від деформації анкерів  $\sigma_3 = 0$ , так як ці втрати враховуються при визначенні повного видовження арматури.

4. Від тертя арматури до огинаючих пристосувань  $\sigma_4 = 0$ , так як арматура прямолінійна.

5. Від деформації сталевих форм  $\sigma_5 = 0$ , так як ці втрати враховують при визначенні повного видовження арматури.

6. Для визначення втрат від повзучості бетону  $\sigma_6$  враховуємо ряд величин. Зусилля попереднього обтиску з врахуванням втрат  $\sigma_1 - \sigma_5$

$$p = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5) = 308(550 - 16,5) = 164,3 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

7. Ексцентриситет прикладання зусилля  $p$  відносно центру ваги проведеного січення  $l_{op} = y_{sp} = y_0 - \varphi_5 = 231,8 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 204,8 \text{ мм}$ .

8. Стискаючі напруження в бетоні на рівні центру ваги арматури  $A_{sp}$  при  $y_{sp} = l_{op}$ .

$$\sigma_{\varphi}' = \frac{p}{A_{red}} + \frac{p_{lop} y_{sp}^2}{I_{red}} = \frac{164,3 \cdot 10^3}{1371100} + \frac{164,3 \cdot 10^3 \cdot 204,8^2}{1008 \cdot 10^6} = 8,04 \text{ МПа}$$

9. Теж для крайнього верхнього волокна

$$\sigma'_{\text{сп}} = \frac{p}{A_{\text{ред}}} + \frac{p l_{\text{оп}} (h - y_0) y_{\text{сп}}^2}{I_{\text{ред}}} = \frac{164,3 \cdot 10^3}{1371100} - \frac{164,3 \cdot 10^3 \cdot 204,8^2 (300 - 231,8)}{1008 \cdot 10^6} = -466,1 < 0$$

- розтяг.

$$10. \text{ Так, як } \frac{\sigma_{\text{сп}}}{R_{\text{сп}}} = \frac{34 \cdot 8,04}{16} = 17,1 \text{ МПа}; \sigma_6 = 0$$

при  $\sigma_{\text{сп}} = 0$ . При визначенні  $\sigma_{\text{сп}}$  і  $\sigma'_{\text{сп}}$  напруженнями, що виникають і зменшують втрати.

Визначаються перші втрати  $\sigma_{11}$

$$\sigma_{11} = \sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 \sigma_4 \sigma_5 \sigma_6 = 16,5 + 17,1 \text{ МПа}$$

Визначаються другі втрати  $\sigma_{12}$

Від усадки тяжкого бетону класу С16/20, що піддається тепловій обробці при атмосферному тиску

$$\sigma_l = \sigma'_s = 35 \text{ МПа}.$$

Уточнюємо стискаючі напруження, враховуючи моменти від власної маси панелі  $M_y$ , зусилля попереднього обтиску  $p_1$  і втрати  $\sigma_l$ , при  $\gamma_{sr} = 1$ .

$$Mg = \frac{g_1 n l_0^2}{8} = \frac{4,47 \cdot 5,87^2}{8} = 19,3 \text{ кНм} = 193 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$P_1 = A_{\text{сп}} (\sigma_{\text{сп}} - \sigma_{11}) - \sigma_s A_s = 308(550 - 33,6) - 17,1 \cdot 39,2 = 1584 \cdot 10^2 \text{ Н}$$

$$\sigma_{\text{сп}1} = \frac{P_1}{A_{\text{ред}}} + \frac{P_1 l_{\text{оп}} y_{\text{сп}}^2}{I_{\text{ред}}} - \frac{M_y y_{\text{сп}}}{I_{\text{ред}}} = \frac{15854 \cdot 10^2}{137110} + \frac{1504 \cdot 10^2 \cdot 204,8^2}{1008 \cdot 10^6} - \frac{193 \cdot 10^5 \cdot 204,8}{100 \cdot 8 \cdot 10^6} = 3,83 \text{ МПа}.$$

$$\sigma'_{\text{сп}1} = \frac{P_1}{A_{\text{ред}}} - \frac{P_1 l_{\text{оп}} (h - y_0)}{I_{\text{ред}}} + \frac{Mg(h - y_0)}{I_{\text{ред}}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{1371100} - \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204,8(300 - 231,8)}{1008 \cdot 10^6} + \frac{193 \cdot 10^5 (300 - 231,8)}{1008 \cdot 10^6} = 0,266 \text{ МПа}$$

Так як  $\frac{\sigma_{\text{сп}1}}{R_{\text{сп}}} = \frac{3,83}{16} = 0,241 < 0,75$  витрати від повзучості бетону

$$\sigma_y = 128 \frac{\sigma_{\text{сп}1}}{R_{\text{бп}}} = 128 \cdot \frac{3,84}{16} = 30,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma'_y = 128 \frac{\sigma'_{\text{сп}1}}{R_{\text{бп}}} = 128 \cdot \frac{0,266}{16} = 2,12 \text{ МПа}$$

Визначаються другі втрати  $\sigma_{12}$ .

$$\sigma_{12} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 30,6 = 65,6 \text{ МПа}$$

Сумарні втрати.

$$\sigma_l = \sigma_{l1} + \sigma_{l2} = 33,6 + 65,6 = 99,2 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа}$$

Так як по розрахунку  $\sigma_l < 100 \text{ МПа}$ , в подальшому приймаємо  $\sigma_l = 100 \text{ МПа}$ .

Розрахунок нормальних січень повздожніх ребер за утворенням тріщин [21].

А. Розрахунок у стадії виготовлення.

1. Попереднє напруження з врахуванням первинних втрат  $\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} - \sigma_{l1} = 550 - 33,6 = 516,4 \text{ МПа}$ .

2. Верхня попередньо напружена арматура відсутня ( $A_{sp}' = 0$ ).

3. Напруження  $\sigma_s' - \sigma_6 = 17,1 \text{ МПа}$

$$\sigma_s' - \sigma_6 = 0$$

Зусилля попереднього обтиску з врахуванням перших втрат.

$$P_1 = \sigma_{sp1} A_{sp} - \sigma_s A_s = 516,4 \cdot 308 - 17,1 \cdot 39,2 = 1584 \cdot 10^2 \text{ Н}$$

Ексцентриситет зусилля  $P_1$ .

$$l_{op1} = \frac{\sigma_{sp1} \cdot A_{sp} \cdot y_{sp} - \sigma_s A_s y_s}{P_1} = \frac{516,4 \cdot 308 \cdot 204,8}{1584 \cdot 10^2} - \frac{17,1 \cdot 39,2 \cdot 213,8}{1584 \cdot 10^2} = 204,7 \text{ мм};$$

$l_{y_s} = y_0 - A_s = 231,8 - 18 = 213,8 \text{ мм}$  - відстань від центру ваги арматури  $A_s$  до центру тяжіння приведенного січення.

Максимальне напруження в стиснутому бетоні від зусиль обтиску і зовнішнього навантаження

$$\sigma_b = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 l_{01} y_{sp}}{I_{red}} + \frac{M_g y_{sp}}{I_{red}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{1371100} + \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204,7 \cdot 204,8}{1008 \cdot 10,6} + \frac{326 \cdot 10^4 \cdot 204,8}{1008 \cdot 10^6} = 8,39 \text{ МПа}$$

$$M_g = \frac{g_{in} k d_l^2}{2} = \frac{4,47 \cdot 1,4 \cdot 1,02^2}{2} = 3,26 \text{ кНм} = 326 \cdot 10^4 \text{ Нмм}$$

Напруження  $\sigma_b = 8,39 \text{ МПа} < k R_{bp} = 0,75 \cdot 16 < 12 \text{ МПа}$

$M_g$  - згинальний момент від власної ваги плити покриття в місці розміщення монтажних петель на відстані  $l = 1,02 \text{ м}$  від торця плити з врахуванням коефіцієнта динамічності  $k_d = 1,4$ .

Відстань від центру ваги приведенного січення до нижньої ядрової точки

$$\gamma = \frac{\varphi W'_{red}}{A_{red}} = 0,9 \frac{1478 \cdot 10^4}{1371100} = 97 \text{ мм},$$

$$\text{де } \varphi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{bp,ser}} = 1,6 - \frac{8,39}{12} = 0,92 < 1 \text{ і більше } 0,7.$$

$$R_{bp,ser} = 12 \text{ мПа прийнято для } R_{bp} = 16 \text{ мПа.}$$

По інтерполяції між каркасами. Момент обтиску відносно нижньої границі ядра перерізу

$$M_{з.р} = P_1(l_{оп1} - \gamma) = 1584 \cdot 10^2 (204,7 - 97) = 1706 \cdot 10^4 \text{ Нмм}$$

Перевіримо умову тріщеностворювання

$$\begin{aligned} H_{mp} = M_g &= 326 \cdot 10^4 \text{ Нмм} < M_{crc} = f_{ctk} \cdot W_{pl}' - M_{rp} = \\ &= 1,2 \cdot 217 \cdot 10^4 - 1706 \cdot 10^4 = 954 \cdot 10^4 \text{ Нмм,} \end{aligned}$$

де  $f_{ctk} = 1,2 \text{ мПа}$  прийнято для  $f_{cd} = 16 \text{ мПа}$  по інтерполяції табличних даних між класами С12/15 і С16/20.

Умова виконується, тому тріщини в верхній зоні по всій довжині панелі в стадії виготовлення не утворюється.

## 5. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 5.1. Вибір раціонального способу виробництва робіт на основі порівняння варіантів

Для розробки котлованів використовуємо одноківшовий екскаватор із зворотною лопатою [30].

Розробку ґрунту ведемо під стрічкові фундаменти.

Вибираємо екскаватор по технічних параметрах:

Е – 302 Б з ємністю ковша  $0,4 \text{ м}^2$  ;

Е – 5015 А з ємністю ковша  $0,5 \text{ м}^2$  ;

$V_k=2121 \text{ м}^2$

Зміна продуктивності екскаваторів:

Е – 5015 А –  $121 \text{ м}^2/\text{дм}$ ;

Е-302 Б –  $143 \text{ м}^2/\text{дм}$ .

Собівартість екскаватора визначаємо за формулою:

$$C = E + \left( \frac{E_{\text{річн}}}{T_{\text{річн}}} + E_{\text{зм}} \right) \cdot T_{\text{ф}}, \text{ де}$$

Е – одночасні витрати;

Е<sub>зм</sub> – змінні експлуатаційні витрати;

Е<sub>річ</sub> – амортизаційні витрати;

Т<sub>річ</sub> – число м/зм роботи екскаватора в рік;

Т<sub>ф</sub> – число м/зм роботи екскаватора на об'єкті.

| Екскаватор | Е <sub>річ</sub> | Е <sub>зм</sub> | Т <sub>річ</sub> | Т <sub>ф</sub> | Е     | Об'єм робіт |
|------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|-------|-------------|
| Е – 302 Б  | 2360             | 10,93           | 400              | 2,75           | 3,60  | 394         |
| Е – 6016 А | 2144             | 9,60            | 400              | 3,25           | 14,40 | 394         |

Тривалість роботи на об'єкті:

$$E - 5015 A \quad T_{\text{ф}} = \frac{394}{121} = 3,25 \text{ м/зм}$$

$$E - 302 B \quad T_{\text{ф}} = \frac{394}{143} = 2,75 \text{ м/зм}$$

Собівартість екскаватора:

$$E - 5015 A \quad C = 14,40 + \left( \frac{2144}{400} + 9,60 \right) \cdot 3,25 = 63,02 \text{ грн.}$$

$$E - 302 \text{ Б} \quad C = 14,40 + \left( \frac{2360}{400} + 10,93 \right) \cdot 2,15 = 49,88 \text{ грн.}$$

По собівартості і тривалості роботи екскаватора приймаємо екскаватор із зворотною лопатою і ємністю ковша  $0,4 \text{ м}^3$  – Е –302 Б.

## 5.2. Визначення потреби в будівельних машинах, механізмах і транспортних засобах

Підбір автосамоскидів.

Кількість потрібних автосамоскидів [31]:

$$N_{TP} = \frac{T_y}{t_n}; \quad T_y = t_n + \frac{2L}{v_{cp}} + t_{pm} + t_m, \quad t_n = \frac{M}{n_t \cdot K_T} = \frac{Q \cdot n_t \cdot K_T}{q \cdot K_e}$$

де  $L = 3 \text{ км}$ ;  $v = 30 \text{ км/ч}$ ;

$t_{pm} = 1,9 \text{ кв.}$ ;  $t_m = 2 \text{ хв.}$

$Q = 10 \text{ м}^3$ ;  $q = 0,4 \text{ м}^3$

$K_T = 0,9$

$$n_T = 60 \cdot \frac{K_e}{t_y} = 60 \cdot \frac{0,8}{15} = 3,2; \quad t_n = \frac{0,9}{0,21} = 4,28$$

$$t_n = \frac{10 \cdot 3,2 \cdot 0,9}{0,4 \cdot 4,28} = 17; \quad T_y = 17 + \frac{2 \cdot 3}{30/60} + 1,9 + 2 = 32,9 \text{ (кв)}$$

$$T_y = \frac{32,9}{17} = 1,94 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 автосамоскиди марки КАМАЗ-5511.

До комплекту машин також входять:

- бульдозер 493;

- причіпний каток ДУ-16 з колісним тягачем МАЗ-529Е.

## 5.3. Підбір будівельного крану

Для виконання монтажних робіт підбираємо кран [26].

Максимальна висота будинку – 14,5 м., ширина – 33 м., довжина – 80 м.

Приймаємо гусеничний стріловий кран самохідний повноповоротний марки СКГ-160.

Параметри крана:

→ найбільша висота підйому крюка при найбільшому виліті основної стріли – 18 м.;

→ найбільший виліт крюка з гуськом – 38 м.;

→ вантажопідйомність на головні стрілі при найбільшому виліті – 8,7 тс.;

→ довжина головної стріли – 30 м.;

База крана  $V_1$  становить 7100 мм

Довжина гусеничного ходу  $l_x = 8420$  мм.

Привід від зовнішньої мережі; електродвигун крана – потужність 237 кВт.

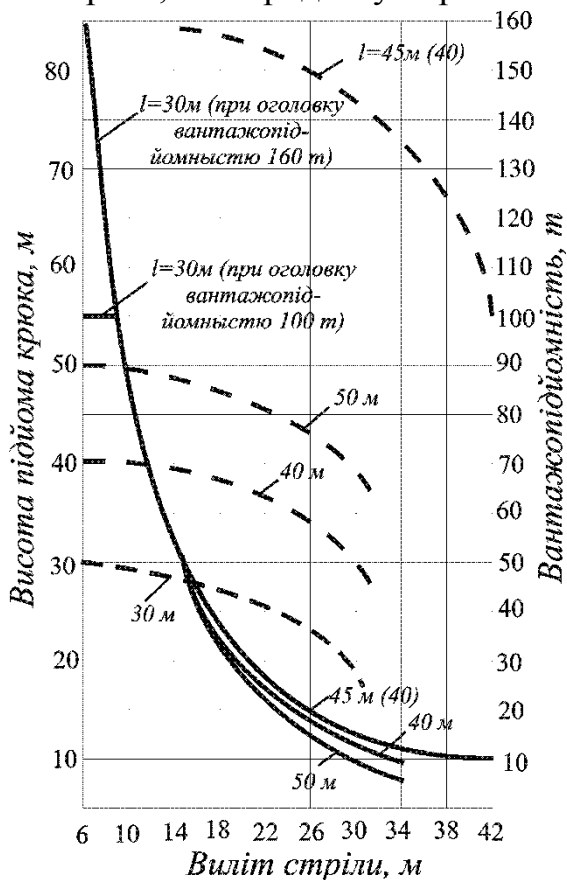


Рис. 5.1. Монтажні характеристики крана

#### 5.4. Калькуляція трудових витрат на влаштування монолітної з/б балки

Таблиця 5.1

| Обгр. по ЕНіР | Назва робіт               | Обсяг робіт        |           | Склад ланки                     | Норма часу (люд.-год.) | Трудо-містк. (люд.-год.) | Розділ ЄРОР, грн. | Зар – плата грн. |
|---------------|---------------------------|--------------------|-----------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
|               |                           | Один. виміру       | Кількість |                                 |                        |                          |                   |                  |
| Е 6-13        | Улаштування риштувань     | 100 м <sup>2</sup> | 1,32      | Тесляр<br>4р – 1л<br>3р – 1л    | 4,89                   | 0,85                     | ЄРОР 10-75        | 1,15             |
| Б4-1-37       | Улаштування опалубки      | 1 м <sup>2</sup>   | 115,2     | Слюсар<br>4р – 1л<br>3р – 1л    | 0,39                   | 5,93                     | ЄРОР 9-107        | 14,2             |
| Е4-1-49       | Влаштування арматури вол. | 1 т                | 0,352     | Арматурщ.<br>4р – 1л<br>2р – 3л | 2,4                    | 0,84                     | ЄРОР 9-199        | 18,3             |
| Е4-1-         | Бетонування               | 1 м <sup>3</sup>   | 9,89      | Бетонув                         | 0,42                   | 0,55                     | ЄРОР              | 8,76             |

|         |                      |                  |       |                                   |      |       |            |       |
|---------|----------------------|------------------|-------|-----------------------------------|------|-------|------------|-------|
| 44      | балки гл. залу       |                  |       | 4р - 1л.                          |      |       | 6-161      |       |
| E4-1-37 | Розбір опалубки      | 1 м <sup>2</sup> | 115,2 | 2р - 1л<br>Слюсар                 | 0,21 | 3,23  | ЄРОР 9-107 | 14,2  |
| E12-26  | Подача матеріалів    | 100 тс           | 0,74  | 4р - 1л<br>3р - 1л<br>Робочий 2 р | 1,9  | 0,81  | ЄРОР 16-11 | 6,34  |
|         | Непередбачені роботи | 10 %             |       |                                   |      |       |            |       |
|         |                      |                  |       | Всього:                           |      | 12,21 |            | 796,9 |

### 5.5. Розрахунок кількості телескопічних стійок для металеві опалубки

Навантаження на опалубку становить [14]:

$$q = q_{вв} + q_6 = 1,31 \cdot 10^3 + 1,8 \cdot 10^3 = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}$$

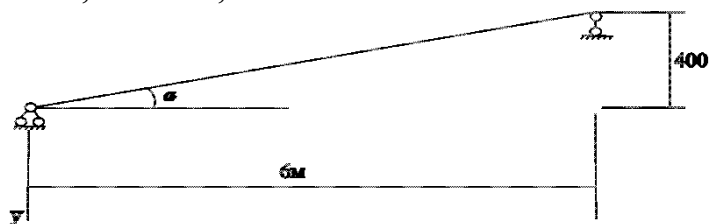


Рис. 5.2. Розрахункова схема до визначення зусиль у стійках

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,4}{6} = 0,067$$

$$\alpha = 3,8^\circ$$

Кут  $\alpha \Rightarrow 0$ , тому довжина балки майже не відрізняється від довжини прольоту (т.т.  $l_6 = 6\text{м}$ )

Ставимо одну стійку посередині (балки) прольоту.

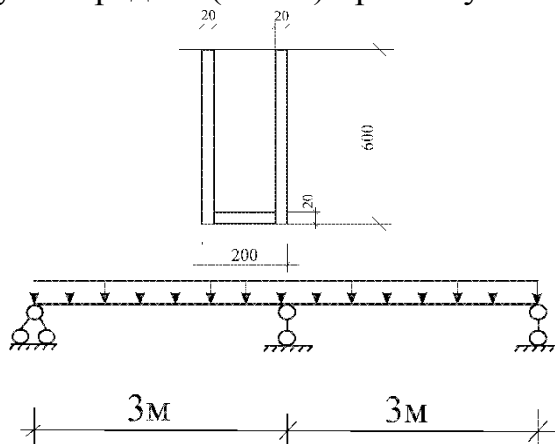


Рис. 5.3.

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^4}{EI};$$

$$I_{ол} = \frac{0,02 \cdot 0,6^3}{12} \cdot 2 + \frac{0,2 \cdot 0,02^3}{12} = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4$$

$$E = 3,8 \cdot 10^8 \text{ кг/м}^2$$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,11 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3^4}{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}} = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,9 \text{ мм} < \frac{l}{250} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ мм}$$

$$q = \frac{384}{5} \cdot f \cdot \frac{EI}{l^4}$$

$$q_{3,м} = \frac{384}{5} \cdot 5,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}}{3^4} = 1530,5 \text{ кг/м}^2$$

$$q_{6,м} = 1530,5 \cdot 2 = 3061,1 \text{ кг/м} = 3,06 \cdot 10^3 \text{ кг/м} < q = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$$

Однієї стійки недостатньо, тоді ставимо дві стійки.

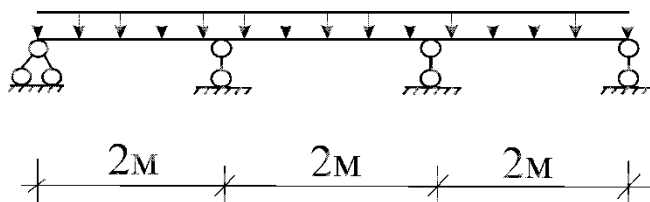


Рис. 5.4.

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,11 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2^4}{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}} = 7,9 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,79 \text{ мм} < \frac{l}{250} = \frac{2000}{250} = 8 \text{ мм}$$

$$q_{2,м} = \frac{384}{5} \cdot 7,9 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{3,8 \cdot 10^8 \cdot 7,2 \cdot 10^{-4}}{2^4} = 1037,5 \text{ кг/м}^2$$

$$q_{6,м} = 1037,5 \cdot 3 = 3112,5 \text{ кг/м} = 3,112 \cdot 10^3 \text{ кг/м} > q = 3,11 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^2$$

Отже, дві стійки в проліті балки достатньо і необхідно для забезпечення стійкості і прогину металевої опалубки.

## 5.6. Вказівки до виконання робіт

### Вказівки до виконання земляних робіт

Перед початком будівництва, тобто на стадії планування ділянки, проводиться водовідвід поверхневих вод [26].

Геодезичні роботи підлягають обов'язковому активуванню з приложеними до актів схемами розбивки і прив'язки до опорної геодезичної сітки.

Розробка ґрунту екскаватором Е-302Б виконується торцевими проходженнями з переміщенням екскаватора забав "на себе" на себе з копання ґрунту нижче його стоянки.

Відхилення відміток котлованів і траншей допускається не більше  $\pm 5$  мм при умові, що ці відхилення не будуть перевищувати товщина відсипаного підстелаючого шару. Відхилення від проекту вертикального планування не повинні перевищувати: 0,001 – по схилах спланованої території; 0,0005 – по схилах водовідвідних каналів; 10% - товщина шару землі (рослинного шару ґрунту) .

Задача земляних робіт повинна бути оформлена актом:

- а) перелік технічної документації, на основі якої були виконані роботи;
- б) дані по перевірці правильності виконання земляних робіт і по перевірці несучої здатності основи;
- в) дані по топографічних, гідрогеологічних і ґрунтових умовах, при яких були виконані земляні роботи, в тому числі при рівні ґрунтових вод;
- г) перелік недоробок, які не заважають експлуатації земляних споруд, з вказаним терміном їх виконання.

Вертикальне планування майданчика здійснюється бульдозером Д – 493.

До початку розробки землі в котловані, виконується його розбивка на контури і осі проходження екскаватора.

Котлован розробляється екскаватором Е – 302Б, обладнаний зворотною лопатою.

### **Влаштування фундаментів і стін підвалу**

Після розбивки осей будинку і влаштування піщаної підготовки, по кутах споруди встановлюють фундаментні блоки, а через кожні 15 м – маячні блоки. Потім на натягнутій вздовж лінії фундаментів нитці розміщують всі решта блоки першого ряду.

Поверх них робиться трьох-сантиметровий армуючий пояс із цементного розчину (діаметр – 8 мм).

Фундаментні і стінові блоки підземної частини будинку монтують стріловим краном СКГ-160. По верху обрізу останнього ряду стін підвалу роблять п'яти-сантиметровий бетонний пояс, армований стальними стяжками діаметром 12 мм.

По цьому вирівнюючому шару робимо гідроізоляцію з двох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Перед встановленням стінового блоку на місце, на вирівнюючий шар бетонного розчину вкладають не менше двох клинів, які потім використовуються для приведення блока в проектне положення. При встановленні зовнішніх стінових блоків клини кладуть з внутрішньої сторони, де стоять монтажники [26].

Після встановлення блоків на місце, перевіряють їх вертикальність, часто вибиваючи клинки із шва, опускають його внутрішню поверхню до приведення блоку в вертикальне положення. Забивати клини зворотньо заборонено, так як це може привести до утворення порожнини в горизонтальному шві.

Монтаж зовнішніх стін починається з кута, потім в місцях примикання зовнішніх і внутрішніх стін встановлюють маячні блоки, між ними, на спеціальних підтримувачах, закріплюють і натягують причолку, по якій встановлюють проміжні блоки.

### **Технологія кладки з цегли**

Кладка зовнішніх і внутрішніх стін виконується одночасно. Кладка виконується середньої складності і роботу веде ланка “трійка”

Методом організації цегляної кладки є поточно розмежувальний, який передбачає розбивку споруди на чотири захватки.

Для перекриття отворів влаштовують збірні залізобетонні перемички, які збираються із окремих плит або брусків, відповідно товщині стіни. Плитні перемички застосовуються в самонесучих стінах, і брускові – несучих стінах.

Збірні елементи перемичок укладаються в отвір по ходу зведення стіни. Кінці плит і брусків заробляють в кладку на глибину 20 см.

Контроль якості кладки відбувається відповідно її вимогам СНиПу. В процесі роботи виконується його систематичний поопераційний контроль кладки з допомогою контрольно-вимірювальних приладів і пристосувань. Горизонтальність перевіряється правилом і рівнем не рідше 2 разів на кожному ярусі кладки. Вертикальність граней і кутів виконують за допомогою виска і рівня через кожні 0,5 – 0,6 м. Не рідше трьох разів по висоті поверху шляхом забирання контрольних цеглин перевіряється правильність перев'язки швів. Товщину швів визначають по її середній величині через кожні 5-6 рядів кладки. Величини допустимих відхилень для кам'яних конструкцій викладені у ДБН [20].

Якість матеріалів контролюють при поступленні їх на об'єкт. Встановлюється відповідність їх характеристик вказаним в супровідних документах на виробі. На об'єкті візуально визначають однорідність і за допомогою стандартного конуса – рухомість розчину.

У процесі виконання робіт складається технічна документація, яка потім подається державній комісії при здачі об'єкта.

В актах на скриті роботи мають бути відображені стани таких робіт: влаштування основ фундаментів, глибина закладення; рівень ґрунтових вод, якість кладки, вертикальна і горизонтальна гідроізоляція фундаментів і стін підвалів; опирання плит і ферм на стіни, заробка їх в кладці вентиляційних

каналів; закріплення віконних і дверних блоків в кладці стін; ізоляція коробок від цегли.

### **Технологія влаштування монолітної залізобетонної балки**

Для зведення монолітної балки застосовують розбірно-пересувна металева опалубка, яка складається із окремих елементів. Опалубка попередньо укріплюється в блоки [30, 31].

Перед влаштуванням опалубки виконують розмітку осей конструкції, наносячи фарбою риски на їх основу і нижню частину опалубкових щитів.

Встановлена опалубка до початку бетонування повинна бути оглянута і прийнята майстром. При цьому перевіряються: відповідність геометричних розмірів і відміток рівнів опалубки вимогам проекту, правильність прив'язки її до осей конструкції, суцільність стиків і спряжень елементів опалубки, вірність встановлення несучих і підтримуючих елементів, анкерних влаштувань і елементів кріплення.

Збір опалубки балки починається з моменту телескопічних стійок. На стійки опираються опалубкові щити днища, а потім бічні щити балок і распорки.

Розпалубка виконується в зворотному порядку. Після розводки кронштейнів струбцин і відриву від бетону бічних щитів опускають телескопічні стійки на 10 – 15см і починають розбирати щити.

Балка армується плоскими каркасами, які влаштовуються за допомогою крана і з'єднуються за допомогою крана і з'єднуються між собою роздільною арматурою. Арматуру між собою зв'язують вручну за допомогою арматурних кусачок або гачками. Для в'язки застосовують м'які дроти діаметром близько 1мм.

Процес укладки бетонної суміші включає такі операції: підготовку основи, подачу бетонної суміші в конструкцію, розподілення її і ущільнення.

Перед вкладанням бетонної суміші опалубку слід очистити від сміття та бруду, якщо є щілини, то їх слід заробити.

До початку бетонування особливо ретельно перевіряють правильність встановлення арматури, наявність бетонних підкладок і інших пристроїв, які забезпечують задану товщину захисного шару бетону. По опалубці для проходу робочих вкладають вузькі дощаті щити на підставках.

По мірі подання в опалубку бетонної суміші розподіляють горизонтальними шарами однакової товщини, які вкладаються в одному напрямку.

Ущільнення ґрунту відбувається ручними вібраторами і тому і тому товщина горизонтальних шарів повинна бути на 5-10см менша довжини робочої частини вібратора. Перекриття попереднього шару бетонної суміші

наступним повинно бути виконано до початку зчеплення цементу в попередньому шарі.

Подається бетонна суміш в бадіях за допомогою крана.

### **Зварювальні роботи**

Звичайне дугове зварювання потрібно виконувати для з'єднання в нижнім і верхнім вертикальними положеннях плоских деталей між собою і арматурними стержнями. Багатошарове зварювання короткими швами використовується при з'єднанні в нижньому або вертикальному положенні арматурних стержнів.

Запалювання зварочної дуги виконується двома способами.

Розміщення електрода при зварюванні залежить від положення шва в просторі.

При зварюванні в нижньому положенні електрод має нахил  $15-30^{\circ}$  від вертикалі. При зварюванні вертикальних швів електрод має нахил  $40-45^{\circ}$ .

При багатошарових швах потрібно забезпечити однакову ширину шарів по всій її довжині, для цього передостанні шари повинні мати плоскі поверхню і бути на 1 - 2мм нижче верхніх кромek зварювальних деталей.

Утворення багатошарового шва потрібно закінчити наплавкою підсиленою висотою 1 – 2 мм, рахуючи від поверхні основного металу.

### **Влаштування покриття з рулонних матеріалів**

Основою під рулонний килим є залізобетонні плити покриття, цементно – пісочні стики, утеплювач [13].

Цементно-пісочна вирівнююча стяжка робиться із розчину не нижче М50 смугами шириною 2 – 4м і товщиною до 30мм, які виконуються через одну після зчеплення розчину.

Перед наклеюванням рулонного килими стяжка повинна бути просушена, очищена і погрунтована. Грунтують основу холодною бітумною грунтовкою.

Влаштування гідроізоляційного килима починають з карнизів, з'єднань, водостічних воронok від понижених ділянок до підвищених (знизу вверх).

Наплавлюваний руберойд приклеюють шляхом оплавлення мастичного покриття з нижнього боку шарів наклеєного руберойду гарячим повітрям.

Влаштування захисного шару рулонного килима механізують, застосовуючи спеціальний бункер, який завантажують гравійною крошкою. Після нанесення мастики її посипають крошкою і прикатують катком.

## 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 6.1. Визначення обсягів виконання робіт

Обсяги будівельно-монтажних робіт визначаються за робочими кресленнями будинку культури. Розрахунок обсягу робіт проводиться на чотири захватки і записується у відомість у формі таблиці 6.1 [26].

Таблиця 6.1

#### Відомість підрахунку обсягів робіт

| № п/п                     | Назва роботи   | Одиниця виміру      | Формула підрахунку                         | Захватки | Обсяг робіт |
|---------------------------|--|---------------------|--|----------|-------------|
| 1                         | 2  | 3                   | 4  | 5        | 6           |
| <b>1. Земляні роботи.</b> |  |                     |  |          |             |
| 1.                        | Зріз рослинного шару ґрунту бульдозером Д-493А (гр. I кат.)                                  | 1000 м <sup>2</sup> | $S=(a+5)(b+10)$                            | 1        | 1,2         |
|                           |  |                     |  | 2        | 0,4         |
|                           |  |                     |  | 3        | 1,6         |
|                           |  |                     |  | 4        | 0,77        |
| 2.                        | Планування майданчика під забудову   | 1000 м <sup>2</sup> | $S=a \times b$                             | 1        | 0,68        |
|                           |  |                     |  | 2        | 0,54        |
|                           |  |                     |  | 3        | 1,02        |
|                           |  |                     |  | 4        | 0,41        |
| 3.                        | Розробка ґрунту екскаватором із зворотньою лопатою з погрузкою Е-302Б (q=0,4м <sup>3</sup> ) | 100 м <sup>2</sup>  | $V_1=V \times 0,4$                         | 1        | 5,44        |
|                           |  |                     |  | 2        | 4,32        |
|                           |  |                     |  | 3        | 8,16        |
|                           |  |                     |  | 4        | 3,28        |
| 4.                        | Ручна доробка ґрунту   | 100 м <sup>2</sup>  | $V=S_{\text{дна}} \times 0,1$              | 1        | 68          |
|                           |  |                     |  | 2        | 54          |
|                           |  |                     |  | 3        | 102         |
|                           |  |                     |  | 4        | 41          |
| 5.                        | Зворотня засипка ґрунту бульдозером  | 100 м <sup>2</sup>  | $V=((c+d) \times h \times l \times 0,4)/2$ | 1        | 13,65       |
|                           |  |                     |  | 2        | 10,84       |
|                           |  |                     |  | 3        | 20,48       |
|                           |  |                     |  | 4        | 8,23        |
| 6.                        | Ущільнення ґрунту причіпними катками ДУ-16   | 100 м <sup>3</sup>  | $V=((c+d) \times h \times l \times 0,4)/2$ | 1        | 13,65       |
|                           |  |                     |  | 2        | 10,84       |
|                           |  |                     |  | 3        | 20,48       |
|                           |  |                     |  | 4        | 8,23        |
| 7.                        | Ущільнення ґрунту під підлогу причіпними катками   | 100 м <sup>2</sup>  | $S=a \times b$                             | 1        | 0,68        |
|                           |  |                     |  | 2        | 0,54        |
|                           |  |                     |  | 3        | 1,02        |
|                           |  |                     |  | 4        | 0,41        |
| <b>2. Каркас будинку.</b> |  |                     |  |          |             |
| 8.                        | Монтаж фундаментів стаканного типу під колони  | шт.                 |  | 1        | -           |
|                           |  |                     |  | 2        | -           |
|                           |  |                     |  | 3        | 15          |

|     |  |                 |  |                  |                        |
|-----|--|-----------------|--|------------------|------------------------|
|     |  |                 |  | 4                | 4                      |
| 9.  | Монтаж фундаментних балок  | шт.             |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>15<br>3      |
| 10. | Встановлення блоків стрічкових фундаментів                       | шт.             |  | 1<br>2<br>3<br>4 | 100<br>88<br>56<br>100 |
| 11. | Влаштування металевої опалубки для замоколіч. балки глядац. залу | 1м <sup>2</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>144<br>-     |
| 12. | Влаштування каркасів в обалубку                                  | 1т              |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>0,44<br>-    |
| 13. | Нагнітання бетонної суміші                                       | 1м <sup>3</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>12,36<br>-   |
| 14. | Зняття опалубки  | 1м <sup>2</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>144<br>-     |
| 15. | Влаштування опалубки металом для зведення монолітної рами        | 1м <sup>2</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>80,2<br>-    |
| 16. | Влаштування каркасів в опалубку                                  | 1т              |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>1,076<br>-   |
| 17. | Нагнітання бетонної суміші в опалубку                            | 1м <sup>3</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>21,4<br>-    |
| 18. | Зняття опалубки  | 1м <sup>3</sup> |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>80,2<br>-    |
| 19. | Монтаж колон в стакани фундаментів                               | шт.             |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>15<br>4      |
| 20. | Замонолічування монтажних стиків колон                           | шт.             |  | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>-<br>15<br>4      |
| 21  | Зведення зовнішніх   | м <sup>3</sup>  |  | 1                | 741,2                  |

|                    |   |                   |  |   |       |
|--------------------|---|-------------------|--|---|-------|
|                    | цегляних стін ( $\delta=510\text{мм}$ )   |                   |  | 2 | 716,2 |
|                    |   |                   |  | 3 | 639,8 |
|                    |   |                   |  | 4 | 526,4 |
| 22.                | Зведення внутрішніх цегляних стін ( $\delta=510\text{мм}$ )                     | $\text{м}^3$      |  | 1 | 194,3 |
|                    |   |                   |  | 2 | 158,6 |
|                    |   |                   |  | 3 | 180,1 |
|                    |   |                   |  | 4 | 203,4 |
| 23.                | Вкладання зіб ригелів (до 3т)   | шт.               |  | 1 | -     |
|                    |   |                   |  | 2 | -     |
|                    |   |                   |  | 3 | 10    |
|                    |   |                   |  | 4 | 6     |
| 24.                | Влаштування гідроізоляції по фундаментних блоках                                | $100 \text{ м}^2$ |  | 1 | 2,1   |
|                    |   |                   |  | 2 | 0,79  |
|                    |   |                   |  | 3 | 1,4   |
|                    |   |                   |  | 4 | 2,1   |
| 25.                | Влаштування бетонного шару товщиною 150мм                                       | $100 \text{ м}^3$ |  | 1 | 0,45  |
|                    |   |                   |  | 2 | 0,55  |
|                    |   |                   |  | 3 | 1,3   |
|                    |   |                   |  | 4 | 0,49  |
| 26.                | Влаштування цементної стінки ( $\delta=20\text{мм}$ )                           | $100 \text{ м}^2$ |  | 1 | 3,03  |
|                    |   |                   |  | 2 | 3,68  |
|                    |   |                   |  | 3 | 8,64  |
|                    |   |                   |  | 4 | 3,24  |
| 27.                | Влаштування шару з легкого бетону ( $\delta=60\text{мм}$ )                      | $1 \text{ м}^3$   |  | 1 | 35,16 |
|                    |   |                   |  | 2 | 38,9  |
|                    |   |                   |  | 3 | 17,3  |
|                    |   |                   |  | 4 | 6,48  |
| 28.                | Влаштування гідроізоляції підлоги (водостійка мастика) ( $\delta=10\text{мм}$ ) | $100 \text{ м}^2$ |  | 1 | 5,86  |
|                    |   |                   |  | 2 | 6,48  |
|                    |   |                   |  | 3 | 2,88  |
|                    |   |                   |  | 4 | 1,08  |
| 29.                | Монтаж плит перекриття (3х6м)   | шт.               |  | 1 | 44    |
|                    |   |                   |  | 2 | 40    |
|                    |   |                   |  | 3 | 38    |
|                    |   |                   |  | 4 | 28    |
| 30.                | Влаштування монолітних ділянок з бетону В-15                                    | 100м шва          |  | 1 | 1,8   |
|                    |   |                   |  | 2 | 2,04  |
|                    |   |                   |  | 3 | 1,9   |
|                    |   |                   |  | 4 | 1,3   |
| <b>3. Покриття</b> |   |                   |  |   |       |
| 31.                | Монтаж металевих ферм   | шт.               |  | 1 | -     |
|                    |   |                   |  | 2 | -     |
|                    |   |                   |  | 3 | 3     |
|                    |   |                   |  | 4 | -     |
| 32.                | Монтаж плит покриття  | шт.               |  | 1 | 22    |
|                    |   |                   |  | 2 | 20    |
|                    |   |                   |  | 3 | 55    |
|                    |   |                   |  | 4 | 14    |
| 33.                | Електрозварка монтажних стиків плит покриття з                                  | 1м шва            |  | 1 | -     |
|                    |   |                   |  | 2 | -     |

|                                 |  |                    |                                      |   |       |
|---------------------------------|--|--------------------|--------------------------------------|---|-------|
|                                 | фермами  |                    |                                      | 3 | 43,2  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | -     |
| 34.                             | Заливка швів плит покриття                                   | 100м шва           |                                      | 1 | -     |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | -     |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,36  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | -     |
| 35.                             | Влаштування утеплювача (мінватна плита) $\delta=10\text{мм}$ | 100 м <sup>2</sup> |                                      | 1 | 2,96  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 3,65  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 10,08 |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 3,78  |
| 36.                             | Влаштування цементно – пісочної стяжки                       | 100 м <sup>2</sup> |                                      | 1 | 2,96  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 3,65  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 10,08 |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 3,78  |
| 37.                             | Влаштування покриття з двох шарів рубероїду                  | 100 м <sup>2</sup> |                                      | 1 | 2,96  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 3,65  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 10,08 |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 3,78  |
| <b>4. Оздоблювальні роботи.</b> |  |                    |                                      |   |       |
| 38.                             | Монтаж віконних дерев'яних перепльотів                       | 100м <sup>2</sup>  | $N_{\text{в}} \times S$              | 1 | 1,035 |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 0,855 |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,563 |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,473 |
| 39                              | Фарбування рам масляною фарбою                               |                    | $N_{\text{вік}} \times 0,2$          | 1 | 0,092 |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 0,076 |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,05  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,042 |
| 40.                             | Нарізка шкла   |                    | $N_{\text{в}} \times P_{\text{вік}}$ | 1 | 1,52  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 1,25  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,83  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,69  |
| 41.                             | Встановлення шкла  |                    |                                      | 1 | 1,52  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 1,25  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,83  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,69  |
| 42.                             | Монтаж дверних коробок                                       |                    | $N_{\text{д}} \times S$              | 1 | 0,594 |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 0,90  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,81  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,63  |
| 43.                             | Фарбування коробок масляною фарбою                           | 100м <sup>2</sup>  | $N_{\text{д}} \times 0,2$            | 1 | 0,066 |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 0,10  |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 0,09  |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 0,07  |
| 44.                             | Влаштування вітражів на сходових клітках                     | шт.                |                                      | 1 | -     |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 2     |
|                                 |  |                    |                                      | 3 | 5     |
|                                 |  |                    |                                      | 4 | 1     |
| 45.                             | Тинкування вапняним розчином                                 | 100м <sup>2</sup>  |                                      | 1 | 1,02  |
|                                 |  |                    |                                      | 2 | 0,99  |

|     |   |                   |  |   |      |
|-----|---|-------------------|--|---|------|
|     |   |                   |  | 3 | 1,34 |
|     |   |                   |  | 4 | 1,13 |
| 46. | Облицювання всередині будинку керамічною плиткою          | 1м <sup>2</sup>   |  | 1 | 53   |
|     |   |                   |  | 2 | 48   |
|     |   |                   |  | 3 | 76   |
|     |   |                   |  | 4 | 63   |
| 47. | Покращена штукатурка всередині споруди вапняним розчином  | 100м <sup>2</sup> |  | 1 | 2,05 |
|     |   |                   |  | 2 | 1,98 |
|     |   |                   |  | 3 | 2,23 |
|     |   |                   |  | 4 | 2,18 |
| 48. | Високоякісна побілка на водоемульсійних складниках        | 100м <sup>2</sup> |  | 1 | 1,87 |
|     |   |                   |  | 2 | 1,62 |
|     |   |                   |  | 3 | 2,01 |
|     |   |                   |  | 4 | 1,98 |
| 49. | Тинкування фасадів високоякісними декоративними розчинами | 1м <sup>2</sup>   |  | 1 | 8,43 |
|     |   |                   |  | 2 | 7,87 |
|     |   |                   |  | 3 | 8,16 |
|     |   |                   |  | 4 | 7,28 |

## 6.2. Визначення витрат праці

Трудомісткість робіт і витрати машино-змін на них визначаються на основі попередніх розрахунків і зводяться у відомість (у табл. формі, табл. 6.2).

Таблиця 6.2

### Визначення трудомісткості робіт

| № п/п    | Назва роботи                                      | Од. вим.            | Зах - ват. | Обсяг робіт | Норма часу |              | Трудомістк. |           |
|----------|---|---------------------|------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|
|          |   |                     |            |             | люд.- год. | машин.- год. | люд.- дні   | маш.- дні |
| 1        | 2   | 3                   | 4          | 5           | 6          | 7            | 8           | 9         |
| 1.       | Зріз рослинного шару бульдозером                  | 1000 м <sup>2</sup> | 1          | 1,2         | 0,69       | 0,69         | 0,103       | 0,103     |
|          |   |                     | 2          | 1,04        |            |              | 0,09        | 0,09      |
|          |   |                     | 3          | 1,6         |            |              | 0,14        | 0,14      |
|          |   |                     | 4          | 0,77        |            |              | 0,07        | 0,07      |
| 2.       | Планування майданчика під будову                  | 1000 м <sup>2</sup> | 1          | 0,68        | 0,21       | 0,21         | 0,02        | 0,02      |
|          |   |                     | 2          | 0,54        |            |              | 0,014       | 0,014     |
|          |   |                     | 3          | 1,02        |            |              | 0,03        | 0,03      |
|          |   |                     | 4          | 0,41        |            |              | 0,01        | 0,01      |
| <i>1</i> | <i>3</i>  | <i>4</i>            | <i>5</i>   | <i>6</i>    | <i>7</i>   | <i>8</i>     | <i>9</i>    | <i>10</i> |
| 3.       | Розробка ґрунту екскаватором із зворотною лопатою | 100 м <sup>3</sup>  | 1          | 5,44        | 2,7        | 2,7          | 1,84        | 1,84      |
|          |   |                     | 2          | 4,32        |            |              | 1,46        | 1,46      |
|          |   |                     | 3          | 8,16        |            |              | 2,75        | 2,75      |
|          |   |                     | 4          | 3,28        |            |              | 1,11        | 1,11      |
| 4.       | Ручна доробка ґрунту                              | 100 м <sup>3</sup>  | 1          | 68          | 0,86       | -            | 7,31        |           |
|          |   |                     | 2          | 54          |            |              | 5,81        | -         |
|          |   |                     | 3          | 102         |            |              | 11,0        |           |
|          |   |                     | 4          | 41          |            |              | 4,41        |           |
| 5.       | Зворотна засипка ґрунту лопатою                   | 100 м <sup>3</sup>  | 1          | 13,65       | 0,31       | 0,31         | 0,53        | 0,53      |
|          |   |                     | 2          | 10,84       |            |              | 0,42        | 0,42      |

|    |   |                    |   |       |      |      |       |       |
|----|---|--------------------|---|-------|------|------|-------|-------|
|    |   |                    | 3 | 20,48 |      |      | 0,79  | 0,79  |
|    |   |                    | 4 | 8,23  |      |      | 0,31  | 0,31  |
| 6. | Ущільнення ґрунту причіпними катками                | 100 м <sup>3</sup> | 1 |       |      |      | 0,65  | 0,65  |
|    |   |                    | 2 |       |      |      | 0,52  | 0,52  |
|    |   |                    | 3 | 0,33  | 0,33 |      | 0,97  | 0,97  |
|    |   |                    | 4 |       |      |      | 0,39  | 0,39  |
| 7. | Ущільнення ґрунту під підлогу катками               | 100 м <sup>2</sup> | 1 | 0,68  |      |      | 0,085 | 0,085 |
|    |   |                    | 2 | 0,54  |      |      | 0,068 | 0,068 |
|    |   |                    | 3 | 1,02  | 0,92 | 0,92 | 0,13  | 0,13  |
|    |   |                    | 4 | 0,41  |      |      | 0,04  | 0,04  |
| 8  | Монтаж фундаментів стаканного типу                  | шт.                | 1 | -     | -    | -    | -     | -     |
|    |   |                    | 2 | -     | -    | -    | -     | -     |
|    |   |                    | 3 | 15    | 2    | 0,67 | 3,75  | 1,26  |
|    |   |                    | 4 | 4     | 2    | 0,67 | 1     | 0,34  |
| 9. | Монтаж фундаментних балок                           | шт.                | 1 | -     | -    | -    | -     | -     |
|    |   |                    | 2 | -     | -    | -    | -     | -     |
|    |   |                    | 3 | 15    | 1,1  | 0,37 | 2,06  | 0,69  |
|    |   |                    | 4 | 3     | 1,1  | 0,34 | 0,41  | 0,14  |
| 10 | Встановлення блоків стрічкових фундамент.           | шт.                | 1 | 100   |      |      | 9,75  | 3,25  |
|    |   |                    | 2 | 88    |      |      | 8,58  | 2,86  |
|    |   |                    | 3 | 156   | 0,78 | 0,26 | 15,21 | 5,07  |
|    |   |                    | 4 | 100   |      |      | 9,75  | 3,25  |
| 11 | Влаштування металевої опалубки для балки гляд. залу | 1м <sup>2</sup>    | 1 | -     | -    |      | -     |       |
|    |   |                    | 2 | -     | -    |      | -     |       |
|    |   |                    | 3 | 144   | 0,39 | -    | 7,02  | -     |
|    |   |                    | 4 | -     | -    |      | -     |       |
| 12 | Влаштування арматури в опалуб.                      | 1т                 | 3 | 0,44  | 2,4  | -    | 0,132 | -     |
| 13 | Нагнітання бетонної суміші                          | 1м <sup>3</sup>    | 3 | 12,36 | 0,42 | -    | 0,65  | -     |
| 14 | Зняття опалубки                                     | 1м <sup>2</sup>    | 3 | 144   | 0,21 | -    | 3,78  | -     |
| 15 | Влаштування опалубки для мон. рами                  | 1м <sup>2</sup>    | 3 | 80,2  | 0,39 | -    | 3,91  | -     |
| 16 | Влаштування арматури в опал.                        | 1т                 | 3 | 1,076 | 2,4  | -    | 0,32  | -     |
| 17 | Нагнітання бетонної суміші                          | 1м <sup>3</sup>    | 3 | 21,4  | 0,42 | -    | 1,12  | -     |
| 18 | Зняття опалубки                                     | 1м <sup>2</sup>    | 3 | 80,2  | 0,21 | -    | 2,11  | -     |
| 19 | Монтаж колон в стакани фундаментів                  | шт.                | 3 | 15    |      |      | 8,25  | 0,825 |
|    |   |                    | 4 | 4     | 4,4  | 0,44 | 2,2   | 0,22  |
| 20 | Замоноліч. монтажних стиків колон                   | шт.                | 3 | 15    |      |      | 1,82  | -     |
|    |   |                    | 4 | 4     | 0,97 | -    | 0,49  | -     |
| 21 | Зведення зовнішніх цегляних стін (δ=510мм)          | м <sup>3</sup>     | 1 | 741,2 |      |      | 444,7 | -     |
|    |   |                    | 2 | 716,2 |      |      | 729,7 | -     |
|    |   |                    | 3 | 639,8 | 4,8  | -    | 383,8 | -     |
|    |   |                    | 4 | 526,4 |      |      | 315,8 | -     |

|    |  |                    |   |       |      |      |       |       |
|----|--|--------------------|---|-------|------|------|-------|-------|
| 22 | Зведення внутрішніх цегляних стін ( $\delta=510\text{мм}$ )    | $\text{м}^3$       | 1 | 194,3 | 5,2  | -    | 126,3 | -     |
|    |  |                    | 2 | 158,6 |      |      | 103,9 | -     |
|    |  |                    | 3 | 180,1 |      |      | 117,1 | -     |
|    |  |                    | 4 | 203,4 |      |      | 132,2 | -     |
| 23 | Вкладання ригелів  | шт.                | 3 | 10    | 1,9  | 0,38 | 2,38  | 0,475 |
|    |  |                    | 4 | 6     |      |      | 1,43  | 0,285 |
| 24 | Влаштування гідроізоляції по фонд. блоках                      | $100\text{ м}^2$   | 1 | 2,1   | 10,5 | -    | 2,76  | -     |
|    |  |                    | 2 | 0,79  |      |      | 1,04  |       |
|    |  |                    | 3 | 1,4   |      |      | 1,84  |       |
|    |  |                    | 4 | 2,1   |      |      | 2,76  |       |
| 25 | Влаштування бетонного шару ( $\delta=150\text{мм}$ )           | $100\text{ м}^3$   | 1 | 0,45  | 2,7  | -    | 1,52  | -     |
|    |  |                    | 2 | 0,55  |      |      | 4,86  |       |
|    |  |                    | 3 | 1,3   |      |      | 4,39  |       |
|    |  |                    | 4 | 0,49  |      |      | 1,65  |       |
| 26 | Влаштування цементної стяжки ( $\delta=20\text{мм}$ )          | $100\text{ м}^2$   | 1 | 3,03  | 13,5 | -    | 5,11  | -     |
|    |  |                    | 2 | 3,68  |      |      | 6,21  |       |
|    |  |                    | 3 | 8,64  |      |      | 14,58 |       |
|    |  |                    | 4 | 3,24  |      |      | 5,47  |       |
| 27 | Влаштування шару з легкого бетону ( $\delta=60\text{мм}$ )     | $\text{м}^3$       | 1 | 35,16 | 1,6  | -    | 7,03  | -     |
|    |  |                    | 2 | 38,9  |      |      | 7,78  |       |
|    |  |                    | 3 | 17,3  |      |      | 3,46  |       |
|    |  |                    | 4 | 6,48  |      |      | 1,3   |       |
| 28 | Влаштування гідроізоляції підлоги (водост. маст.)              | $100\text{ м}^2$   | 1 | 5,86  | 4,4  | -    | 3,22  | -     |
|    |  |                    | 2 | 6,48  |      |      | 3,56  |       |
|    |  |                    | 3 | 2,88  |      |      | 1,58  |       |
|    |  |                    | 4 | 1,08  |      |      | 0,59  |       |
| 29 | Монтаж плит перекриття (3х6м)                                  | шт.                | 1 | 44    | 1,1  | 0,28 | 6,05  | 1,54  |
|    |  |                    | 2 | 40    |      |      | 5,5   | 1,4   |
|    |  |                    | 3 | 38    |      |      | 5,23  | 1,33  |
|    |  |                    | 4 | 28    |      |      | 3,85  | 0,98  |
| 30 | Влаштування монолітних ділянок з бетону Б-15                   | $100\text{ м шва}$ | 1 | 1,8   | 6,4  | -    | 1,44  | -     |
|    |  |                    | 2 | 2,04  |      |      | 1,63  |       |
|    |  |                    | 3 | 1,9   |      |      | 1,53  |       |
|    |  |                    | 4 | 1,3   |      |      | 1,04  |       |
| 31 | Монтаж металевих ферм.   | шт.                | 3 | 3     | 0,35 | 0,12 | 0,131 | 0,045 |
| 32 | Монтаж плит покриття (3х6м)                                    | шт.                | 1 | 22    | 1,2  | 0,3  | 3,3   | 0,825 |
|    |  |                    | 2 | 20    |      |      | 3,0   | 0,275 |
|    |  |                    | 3 | 55    |      |      | 8,25  | 2,06  |
|    |  |                    | 4 | 14    |      |      | 2,1   | 0,525 |
| 33 | Електрозварка монтажних плит з фермами                         | $1\text{ м шва}$   | 3 | 43,2  | 2,7  | -    | 14,58 | -     |
| 34 | Заливка швів плит покриття                                     | $100\text{ м шва}$ | 3 | 0,36  | 6,4  | -    | 0,288 | -     |
| 35 | Влаштування утеплювача (мінватна плита $\delta=100\text{мм}$ ) | $100\text{ м}^2$   | 1 | 2,96  | 7,6  | -    | 2,812 | -     |
|    |  |                    | 2 | 3,65  |      |      | 3,47  |       |
|    |  |                    | 3 | 10,08 |      |      | 9,58  |       |
|    |  |                    | 4 | 3,78  |      |      | 3,59  |       |
| 36 | Влаштування  | 100                | 1 | 2,96  | 13,5 | -    | 5     | -     |

|    |  |                       |                  |                                  |                          |                           |                                  |                              |
|----|--|-----------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|
|    | цементно - пісчаної<br>стяжки                                      | м <sup>2</sup>        | 2<br>3<br>4      | 3,65<br>10,08<br>3,78            |                          |                           | 6,16<br>17,01<br>6,38            |                              |
| 37 | Влаштування<br>покриття з двох<br>шарів рубероїду                  | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 2,96<br>3,65<br>10,08<br>3,78    | 4,2                      | -                         | 1,55<br>1,92<br>5,29<br>1,98     | -                            |
| 38 | Монтаж віконних<br>дерев'яних<br>перепльотів                       | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 1,035<br>0,855<br>0,563<br>0,473 | 32<br>47<br>47<br>47     | -<br>-<br>-<br>-          | 3,23<br>6,31<br>4,15<br>3,49     | -<br>-<br>-<br>-             |
| 39 | Фарбування рам<br>масляною фарбою                                  | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 0,092<br>0,076<br>0,05<br>0,042  | 8,2                      | -                         | 0,094<br>0,078<br>0,051<br>0,043 | -                            |
| 40 | Нарізка скла   | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 1,52<br>1,25<br>0,83<br>0,69     | 4,8<br>5,2<br>5,6<br>6,1 | -<br>-<br>-<br>-          | 0,912<br>0,813<br>0,581<br>0,53  | -<br>-<br>-<br>-             |
| 41 | Встановлення скла  | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 1,52<br>1,25<br>0,83<br>0,69     | 28                       | -<br>-<br>-<br>-          | 5,32<br>4,375<br>2,905<br>2,415  | -<br>-<br>-<br>-             |
| 42 | Монтаж дверних<br>коробок  | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 0,594<br>0,90<br>0,81<br>0,63    | 26                       | -                         | 3,79<br>5,74<br>5,16<br>4,02     | -<br>-<br>-<br>-             |
| 43 | Фарбування коробок<br>масляною фарбою                              | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 0,066<br>0,1<br>0,09<br>0,07     | 8,2                      | -                         | 0,068<br>0,103<br>0,092<br>0,072 | -                            |
| 44 | Влаштування<br>вітражів на сходових<br>клітках                     | шт.                   | 1<br>2<br>3<br>4 | -<br>2<br>5<br>1                 | -<br>0,92<br>0,92<br>1,4 | -<br>0,23<br>0,23<br>0,35 | -<br>0,23<br>0,575<br>0,175      | -<br>0,058<br>0,144<br>0,044 |
| 45 | Тинькування<br>вапняним розчином                                   | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 1,02<br>0,99<br>1,34<br>1,13     | 10,5                     | -                         | 1,34<br>1,3<br>1,76<br>1,48      | -                            |
| 46 | Облицювання<br>всередині<br>керамічною плиткою                     | 1 м <sup>2</sup>      | 1<br>2<br>3<br>4 | 53<br>48<br>76<br>63             | 1,1                      | -                         | 7,29<br>6,6<br>10,45<br>8,66     | -                            |
| 47 | Покращена<br>штукатурка в<br>середині споруди<br>вапняним розчином | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 2,05<br>1,98<br>2,23<br>2,18     | 10,5                     | -                         | 2,69<br>2,6<br>2,93<br>2,86      | -                            |
| 48 | Високоякісна побілка<br>на водоемульсійних<br>складниках           | 100<br>м <sup>2</sup> | 1<br>2<br>3<br>4 | 1,87<br>1,62<br>2,01<br>1,98     | 5,8                      | -                         | 1,36<br>1,17<br>1,46<br>1,44     | -                            |
| 49 | Тинькування фасадів  | 1м <sup>2</sup>       | 1                | 843                              | 0,35                     | -                         | 46,88                            | -                            |

|  |                  |  |   |     |  |  |       |  |
|--|------------------|--|---|-----|--|--|-------|--|
|  | високоякісними   |  | 2 | 787 |  |  | 34,43 |  |
|  | декор. розчинами |  | 3 | 916 |  |  | 38,33 |  |
|  |                  |  | 4 | 728 |  |  | 31,85 |  |

### 6.3. Проектування будівельного генерального плану об'єкта

#### 6.3.1. Розташування і прив'язка механізованих засобів на будівельному майданчику

Прив'язка будівельних механізмів [26]:

→ параметри крана СКГ-160: база  $B_1 = 7100\text{мм}$ ; радіус повороту  $R=8200\text{мм}$

→ поперечна прив'язка крану  $L_{\text{без.}} > 3,2\text{м}$ ; повздовжня прив'язка

$$L_{n.ш.} = 2 \cdot 7,1/2 + 2 \cdot 1,5 + 12,5 = 25\text{м}$$

→ монтажна зона = 7м;

→ зона дії крану – 38м;

→ зона переміщення вантажів =  $38+9=47\text{м}$ ;

→ небезпечна зона переміщення вантажів:  $L_{\text{неб.}} = 38 + 18/2 + 3,2 = 50,2\text{м}$

#### 6.3.2. Проектування тимчасових доріг

На будмайданчику запроектовані тимчасові дороги.

При прокладені дороги повинні бути дотримані максимальні відстані:

- від дороги до складських приміщень - 1м;

- до підкранових шляхів – 3м;

- до огорожі майданчику – 1м.

Ширина дороги – 7,0м. Схема руху транспорту – кільцева, на тупикових роз'їздах влаштовуються роз'їздні і розворотні площадки шириною 12м.

Мінімальний радіус заокруглення доріг – 12м.

#### 6.3.3. Розрахунок площі складів

Розрахунок площі складів проводиться на основі будівельних матеріалів.

Визначаємо мінімальну кількість матеріалів для зберігання на складі:

$$P = \frac{Q \cdot \alpha}{T} \cdot n \cdot K, \text{ де } \alpha = 1,15 \dots 0,20 \text{ – коефіцієнт надходження матеріалів на}$$

склад;

$n$  = норма запасу матеріалів (дн.),  $n=5$  дн.

$k = 1,15 \dots 1,6$  – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалу.

Загальна площа складів з врахуванням проходів:

$$S = \frac{P}{V\beta}; \text{ де } V - \text{кількість матеріалу, яку можна вкласти на } 1\text{м}^2 \text{ площі}$$

складу;

$\beta$  – коефіцієнт використання площі складу з врахуванням проходів.

Всі розрахунки зводимо у наступну таблицю.

Таблиця 6.3

### Розрахунок площі складів

| № п/п | Матеріали, конструкції, напівфабрикати | один. виміру   | Необх. кіл-ть мет-лу Q | Термін вкладан. в дію, Т | Норма запасе матеріалів, n | Кіль-ть маг. що підлягає зберіг., Р | Кіль-ть матеріалу на 1м <sup>2</sup> , V | Коефіцієнт викор. площі, В | Загальна площа складів, S | Спосіб зберігання |
|-------|--|----------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1     | 2                                      | 3              | 4                      | 5                        | 6                          | 7                                   | 8  | 9                          | 10                        | 11                |
| 1.    | Фундаменти стакан. типу                | шт             | 19                     | 2                        | 5                          | 85,5                                | 0,8                                      | 0,5                        | 214                       | від к.            |
| 2.    | Фундаментні балки                      | шт             | 18                     | 2                        | 5                          | 81                                  | 0,8                                      | 0,5                        | 203                       | від к.            |
| 3.    | Блоки стрічков. фундам.                | шт             | 444                    | 8                        | 5                          | 500                                 | 2  | 0,5                        | 500                       | від к.            |
| 4.    | Колони суцільні з/б                    | шт             | 19                     | 3                        | 5                          | 57                                  | 0,8                                      | 0,5                        | 143                       | від к.            |
| 5.    | Плити перекриття                       | шт             | 150                    | 7                        | 5                          | 193                                 | 1,2                                      | 0,5                        | 322                       | від к.            |
| 6.    | Плити ребристі покриття                | шт             | 113                    | 5                        | 5                          | 203                                 | 1,2                                      | 0,5                        | 338                       | від к.            |
| 7.    | Сходові клітки                         | шт             | 8                      | 3                        | 5                          | 24                                  | 1,2                                      | 0,5                        | 40                        | від к.            |
| 8.    | Ригелі з/б                             | шт             | 16                     | 2                        | 5                          | 72                                  | 0,8                                      | 0,5                        | 180                       | від к.            |
| 9.    | Металеві ферми                         | шт             | 3                      | 1                        | 5                          | 27                                  | 0,8                                      | 0,5                        | 68                        | від к.            |
| 10.   | Цегла керамічна                        | м <sup>3</sup> | 3360                   | 82                       | 5                          | 369                                 | 0,7                                      | 0,5                        | 1055                      | від к.            |
| 11.   | Електроди типу Є-42                    | т              | 6,81                   | 25                       | 5                          | 3                                   | 0,5                                      | 0,5                        | 12                        | зак р             |
| 12.   | Пісок річковий                         | м <sup>3</sup> | 1632                   | 147                      | 5                          | 105                                 | 3  | 0,5                        | 70                        | наві              |
| 13.   | Бетон                                  | м <sup>3</sup> | 411                    | 50                       | 5                          | 74                                  | 2,0                                      | 0,5                        | 74                        | зак               |

|     |                                       |                |      |     |   |      |     |     |     |           |
|-----|---------------------------------------|----------------|------|-----|---|------|-----|-----|-----|-----------|
|     |                                       |                |      |     |   |      |     |     |     | р         |
| 14. | Цемент                                | т              | 1472 | 139 | 5 | 95   | 2,0 | 0,5 | 95  | зак<br>р  |
| 15. | Щебінь кар'єрний                      | м <sup>3</sup> | 441  | 52  | 5 | 76   | 3,0 | 0,5 | 51  | вікр      |
| 16. | Рубероїд                              | м <sup>2</sup> | 1660 | 67  | 5 | 215  | 2,0 | 0,5 | 22  | наві      |
| 17. | Деревинні віконні і дверні перепльоти | шт             | 293  | 15  | 5 | 176  | 1,2 | 0,5 | 293 | наві<br>с |
| 18. | Скло віконне                          | м <sup>2</sup> | 3024 | 15  | 5 | 1815 | 20  | 0,5 | 182 | зак<br>р  |
| 19. | Масляна фарба                         | т              | 11,2 | 4   | 5 | 25   | 0,5 | 0,5 | 100 | зак<br>р  |
| 20. | Керамічна плитка                      | м <sup>2</sup> | 240  | 26  | 5 | 83   | 3,5 | 0,5 | 47  | зак<br>р  |

$$P = \frac{Q}{N} \times 9; \quad k=1,5; \quad n=5; \quad a=1,2; \quad \beta=0,5$$

$$S = \frac{P}{V} \times 2$$

На основі таблиці 6.4. складаємо табл. 6.5.

Таблиця 6.4

### Відомість підбору закритих, відкритих складів і навісів

| № п/п | Тип складу  | Розміри (м)     | Матеріали, що зберігаються на складі   | Площа, необх. для од. матер.                     | Загальна вартість |
|-------|---|-----------------|--|--|-------------------|
| 1.    | Відкритий   | 16×46<br>(4шт.) | Фундаменти, фонд. блоки, фонд. балки, колони, ригелі плити покриття перекриття, сходові клітки, лит. ферми, цегла, щебінь. | $S_p=2944 \text{ м}^2$<br>$S_n=2894 \text{ м}^2$ |                   |
| 2.    | Навіс без рампи<br>(420-06-34)                                  | 12×18<br>(2шт)  | Пісок, рубероїд, дерев'яні перепльоти  | $S_p=432 \text{ м}^2$<br>$S_n=385 \text{ м}^2$   | 136,6             |
| 3.    | Теплохолод. матер.-технічн. склад<br>(420-06-54)<br>(420-06-56) | 12×24<br>12×6,0 | Електроди, цемент в мішках, шкло віконне листове, керамічна плитка   | $S_p=360 \text{ м}^2$<br>$S_n=336 \text{ м}^2$   | 2921,<br>5        |
| 4.    | Опалювальний матер. склад без рампи.<br>(420-06-18)             | 12×12           | Масляна фарба, ґрунтовки, замазки, барвники, пензлі...   | $S_p=144 \text{ м}^2$<br>$S_n=140 \text{ м}^2$   | 1516,<br>4        |

Всього: 4574,5

### 6.4. Визначення потреби і розрахунок адміністративно-побутових будівель

На основі графіка руху робітників визначаємо розрахункову чисельність робітників за їх кількістю в найбільш багаточисельну зміну  $N_{max}=102 \text{ чол.}$

Робітники становлять  $102/0,85=120$  чол.

ІТП- $102 \times 0,1=10$  чол.

МОП і охорона -  $102 \times 0,01=2$  чол.

Службовці -  $102 \times 0,04=4$  чол.

Кількість робітників в найбільш завантажену зміну – 56 чол.

Таблиця 6.5

### Розрахунок площі адміністративно-побутових споруд

| № п/п | Найменування будівель               | Розрах. числ. обслуг. персон. | Показник на 1-го обслуг. м <sup>2</sup> | Площа за розрах. м <sup>2</sup> | Тип будівлі за УТС | Прийнята площа м <sup>2</sup> | Розміри в плані м | Кількість шт | Загальна варт. (на 1 шт.) |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|---------------------------|
| 1.    | Гардеробна з душовою (420-01-8)     | 120                           | 0,45                                    | 49,0                            | Перес.             | 24,6                          | 2,7×8,0           | 2            | 803                       |
| 2.    | Туалет (420-02-23)                  | 56                            | 0,12                                    | 6,72                            | Конт.              | 48,6                          | 2,7×18            | 1            | 569,2                     |
| 3.    | Приміщення для обігріву (420-04-9)  | 56                            | 0,1                                     | 5,6                             | Конт.              | 32,4                          | 2,7×12            | 1            | 838,9                     |
| 4.    | Їдальня на місць (420-06-6)         | 56                            | 0,9                                     | 50,4                            | Збірка розб.       | 72                            | 18×4              | 1            | 6306,2                    |
| 5.    | Медпункт (420-04-37)                | 56                            | 0,8                                     | 44,8                            | Конт.              | 27,6                          | 4×6,9             | 2            | 314,9                     |
| 6.    | Кімната відпочинку (420-01-04)      | 56                            | 0,75                                    | 42                              | Перес.             | 46,8                          | 2,6×18            | 1            | 415,8                     |
| 7.    | Контора прораба (420-01-03)         | 10                            | 2                                       | 20                              | Перес.             | 24,3                          | 2,7×9             | 2            | 210,4                     |
| 8.    | Дипечерська з прохідною (420-04-30) | 4                             | 7                                       | 28                              | Конт.              | 41,4                          | 6×6,9             | 1            | 300,9                     |

Всього: 11388,5

На основі раніше приведених розрахунків складаємо титульний список всіх тимчасових будівель і споруд.

### Список тимчасових будівель та споруд

| № п/п | Група і назва будівель                                | К-сть (шт.) | Площа будівель м <sup>2</sup> | Тип будівель            | Загальна вартість (грн.) |
|-------|---|-------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1.    | Гардеробна з душовою (420-01-8)                       | 2           | 21,6×2                        | Перес.                  | 1606,0                   |
| 2.    | Туалети (420-02-23)                                   | 1           | 48,6                          | Контейн.                | 569,2                    |
| 3.    | Приміщення для обігріву (420-04-9)                    | 1           | 32,4                          | Контейн.                | 838,9                    |
| 4.    | Їдальня на 100 місць (420-06-6)                       | 1           | 72                            | Збірно-робірн.          | 12612,4                  |
| 5.    | Медпункт (420-04-37)                                  | 3           | 27,6×3                        | Контейн.                | 944,7                    |
| 6.    | Контора прораба (420-01-03)                           | 2           | 24,3×2                        | Перес.                  | 420,8                    |
| 7.    | Кімната відпочинку (420-01-04)                        | 1           | 46,8                          | Перес.                  | 831,2                    |
| 8.    | Дипечерська з прохідною (420-04-30)                   | 1           | 41,4                          | Контейн.                | 300,9                    |
| 9.    | Відкритий склад                                       | 4           | 736×4                         | Відкрита огорож. сіткою | -                        |
| 10.   | Навіс без рампи (420-04-30)                           | 2           | 216×2                         | Збірно-робірн.          | 273,2                    |
| 11.   | Теплоход. мат.-техніч. склад (420-06-54), (420-06-56) | 2           | 360                           | Збірно-робірн.          | 2921,5                   |
| 12.   | Опалювальний мат. склад без рампи (420-06-18)         | 1           | 144                           | Збірно-робірн.          | 1516,4                   |

#### 6.5. Організація водопостачання. Розрахунок тимчасової мережі

Виконується розрахунок найбільшої секундної витрати води на виробничі, господарсько-життєві, протипожежні потреби.

##### А. Господарські витрати води за годину м<sup>3</sup>

$$Q_{\text{госп.}} = \frac{NDK_1}{n \cdot 1000} = \frac{56 \cdot 25 \cdot 2,7}{8,2 \cdot 100} = 0,46 \text{ м}^3, \text{ де}$$

N=56ч. – максимальна кількість робітників в зміню;

D=25л – питома витрата води на одного працюючого в зміню;

K<sub>1</sub>=2,7 – коефіцієнт нерівномірності водопостачання за годину;

n=число годин в зміню.

##### Б. Виробничі витрати води за годину м<sup>3</sup>

$$Q_{\text{вироб.}} = \frac{S_{\text{пр}} \cdot D \cdot K_2}{n \cdot 1000} = \frac{6,0 \cdot 440 \cdot 1,6}{8,2 \cdot 1000} = 0,52 \text{ м}^3, \text{ де}$$

$S_{\text{пр}}=6,0 \text{ м}^3$  – обсяг робіт, що виконуються в зміні;

$D=440\text{л}$  – питомі витрати води на одиницю обсягу роботи;

$K_2=8,2 \text{ год.}$  – число годин в зміні.

В. Витрати води за годину на охолодження двигунів внутрішнього згорання, м<sup>3</sup>

$$Q_{\text{ов.}} = \frac{1,2 \cdot W_t \cdot N}{1000} = \frac{1,2 \cdot 100 \cdot 10}{1000} = 1,2 \text{ м}^3, \text{ де}$$

$W_t=100 \text{ л/к.с}$  – питома витрата води на 1 к.с. потужності двигуна внутрішнього згорання.

$N=10 \text{ к.с.}$  – потужність двигуна.

Сумарні витрати води на виробничі і господарські потреби.

$$\sum Q = Q_{\text{зос.}} + Q_{\text{вир.}} + Q_{\text{ов.}} = 0,46 + 0,52 + 1,2 = 2,18$$

Розраховані секундні витрати води, л/с;

$$q_{\text{розрах}} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} + q_{\text{пож.}} = \frac{2,18 \cdot 1000}{3600} + 10 = 10,6 \text{ л/с}$$

де  $q_{\text{пож.}}$  - витрати води на протипожежні потреби,  $q_{\text{пож.}}=10 \text{ л/с}$

Діаметр водопровідної лінії

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{розрах}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 95,6 \text{ мм},$$

де  $V=1,5 \text{ м/с}$  – швидкість руху води по трубах/

Приймаємо діаметр труби зовнішнього водопостачання  $d=100 > d_n=95,6 \text{ мм}$ .

### **6.5.1. Організація тимчасового енергопостачання. Розрахунок необхідної потужності струмоприймача**

Електроенергія витрачається на споживання електромоторів, технологічні потреби, освітлення приміщень та освітлення будівельного майданчика.

Розрахунок витрат електроенергії по окремих споживачах в змінну зводимо в таблицю [26].

Потреба в загальній електричній потужності із врахуванням витрат та одночасності витрат та одночасності роботи всіх споживачів виконується за формулою:

$$P_{заг.} = 1,1 \left( \frac{K_1 \sum P_c}{\cos \varphi} + K_2 \cdot \sum P_t + K_3 \cdot \sum P_{on} + K_4 \cdot \sum P_{os} \right),$$

де  $\cos \varphi = 0,75$  – коефіцієнт потужності;

$K_1 = 0,4$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 0,9$ ;

$K_4 = 1,0$  – коефіцієнти попиту.

$\sum P_c$  – витрати електроенергії для живлення електродвигунів;

$\sum P_t$  – потужність на технологічні потреби;

$\sum P_{on}$  – витрати електроенергії на освітлення площадки;

$\sum P_{os}$  – для освітлення приміщень.

Таблиця 6.7

### Розрахунок необхідної потужності струмоприймача

| № п/п | Найменування приймачів електроенергії   | Один. виміру       | Кількість | Питома потужність на од. вим. (кВт) | Загальна потужність (кВт) |
|-------|---|--------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|
| 1.    | Бетонозмішувач ємністю V=1000 л   | шт.                | 2         | 1,0                                 | 2,0                       |
| 2.    | Електровібратор I-50  | шт.                | 2         | 0,07                                | 0,14                      |
| 3.    | Зварювальний апарат   | шт.                | 4         | 0,1                                 | 0,4                       |
| 4.    | Розробка ґрунту екскаватором  | 100 м <sup>2</sup> | 21,2      | 0,5                                 | 10,6                      |
| 5.    | Приготування бетону   | 100 м <sup>2</sup> | 14,7      | 0,9                                 | 13,23                     |
| 6.    | Розчинозмішувач ємністю 150 л   | шт.                | 2         | 3,2                                 | 6,4                       |
| 7.    | Стріловий кран СКГ-160  | шт                 | 1         | 237                                 | 237                       |
| 8.    | Контора, закритий склад, прохідна, сантехнічні приміщення, майстерня, їдальня, гардеробна, духова, туалет | м <sup>2</sup>     | 1039      | 0,02                                | 20,78                     |
| 9.    | Другорядні дороги   | км                 | 2,3       | 2,5                                 | 5,75                      |
| 10.   | Відкриті складські майданчики   | м <sup>2</sup>     | 4415      | 0,01                                | 44,15                     |
| 11.   | Покрівельні роботи  | м <sup>2</sup>     | 2800      | 0,001                               | 2,8                       |
| 12.   | Охоронне освітлення   | м <sup>2</sup>     | 18000     | 0,002                               | 36                        |

$$\sum P_c = 2,0 + 0,14 + 0,4 + 6,4 + 237 = 246 \text{ кВт}$$

$$\sum P_t = 10,6 + 13,23 = 23,83 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{on} = 36 + 5,75 + 44,15 = 85,9 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{os} = 20,78 + 2,8 = 23,58 \text{ кВт}$$

$$P_{заг.} = 1,1 \left( \frac{0,4 \cdot 246}{0,75} + 1 \cdot 23,83 + 0,9 \cdot 85,9 + 1,0 \cdot 23,58 \right) = 282$$

Приймаємо придатний силовий трансформатор ТМ 320/6 з потужністю 320 кВт.

### 6.5.2. Розрахунок та організація освітлення будівельного майданчику

Розрахунок кількості прожекторів для будівельного майданчику проводимо спрощеним методом через питому потужність:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_n},$$

де,  $p=0,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$  – питома потужність при освітленні прожекторами ПЗС-45.

$S=18000 \text{ м}^2$  – площа, що підлягає освітленню;

$E=3 \text{ лк}$  – освітленість;  $P_n=1500 \text{ Вт}$  – потужність лампи прожектора.

$$n = \frac{0,2 \cdot 3 \cdot 18000}{1500} = 7,2$$

Приймаємо 8 прожекторів ПЗС-45.

### 6.6. Основні техніко-економічні показники проєкту виконання робіт

1. Об'єм будівлі –  $V=31324 \text{ м}^3$
2. Площа будівлі –  $S=2610 \text{ м}^2$
3. Кількість захваток –  $n=4$
4. Загальна трудомісткість робіт  $Q=2217$  людино – дні
5. Витрати праці на одиницю обсягу  $Q/V=0,071$  людино – дні/м<sup>3</sup>
6. Витрати праці на одиницю площі  $Q/S=0,85$  людино – дні/м<sup>2</sup>
7. Проєктна тривалість будівництва  $T_{пр}=113$  дн.

## **7. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **7.1. Протипожежна профілактика та пожежна безпека на будівельному майданчику**

#### **Генеральний план**

Архітектурно-планувальні рішення генплану обумовлені: місцем знаходження майданчика, існуючою забудовою сформованою транспортною схемою вимогами технологічних потреб і інженерного забезпечення, дотримання санітарних і протипожежних норм [6].

Споруда, яка будується, має громадське призначення – це будинок культури у місті Коростень Житомирської області.

Зліва від проєктованого будинку знаходиться парк з дитячим ігровим майданчиком та невеликим природнім ставком. З трьох інших сторін розміщуються різні адміністративні будинки, магазини, споруди соціально-побутового призначення.

Під'їзд до будинку здійснюється через два в'їзди: з вулиці Абрикосової та з вулиці Оранжерейної. Ширина доріг навколо будинку культури  $5.5 \div 9.5$  м; передбачений зворотний майданчик  $20 \cdot 20$  м.

До запроектованого будинку по всій його довжині забезпечується під'їзд пожежних машин з обох сторін.

Для пожежних потреб організовується господарсько-протипожежний водопровід з пожежогідрантами на ньому [6].

#### **Вогнестійкість будівельних конструкцій та будівель**

Проектований будинок культури згідно з ДБН В.1.1–7:2016 [6] відноситься до другого ступеня вогнетривкості, оскільки несучі і огорожуючі конструкції виконуються з кам'яних, залізобетонних і металевих матеріалів з використанням листових негорючих огорожуючих елементів.

Таблиця 7.1

| Основні конструктивні елементи будинку. | Мін. границя вогнестійкості (год) | Висновки   |
|---|-----------------------------------|------------|
| 1. Система складових кліток             | 2.5                               | відповідає |
| 2. Цегляні стіни                        |                                   |            |
| а) зовнішні                             | 2.5                               | відповідає |
| б) внутрішні                            | 2.5                               | відповідає |
| 3. Вітражі (вікна)                      | 1.4                               | відповідає |
| 4. З/б плити покриття                   | 1.0                               | відповідає |
| 5. Перегородки гіпсобетонні             | 1.8                               | відповідає |
| 6. Колони                               | 2.5                               | відповідає |

### Шляхи евакуації

Актовий зал, який знаходиться в будинку культури, має виходи безпосередньо на вулицю і один у вестибуль.

Кількість евакуаційних виходів та їх розміщення відповідає вимогам „протипожежні норми” та ДБН В.2.2-16:2019 [1] .

Напрямок відкривання дверей відповідає напрямку евакуації людей з приміщень: з великих приміщень, де велика кількість людей – в коридор; з малих приміщень – в середину приміщення. Ширина коридорів 1.5 м і є більшою за розрахункову ширину шляху евакуації. Ширина сходової клітки задовольняє умови необхідні для евакуації і дорівнює 2.2 м.

На покрівлі і в місцях перепадів висот передбачено пожежні драбини, які розташовуються на висоті 2.5 м від поверхні землі.

### Зовнішнє і внутрішнє пожежогасіння

Розрахункові витрати на зовнішнє і внутрішнє пожежогасіння прийняті згідно нормам по диктуючій будівлі, якою є будинок культури.

Об’єм будинку складає 20.30 куб. м, ступінь вогнестійкості 2. При площі ділянки 1.94 га, кількість одночасних приймається рівною 1.

Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння складає 20 л/сек..

Зовнішнє пожежегасіння здійснюється через пожежні гідранти діаметром 100 мм, які встановлюються у колодязях із забором води від водопровідної мережі, на відстані 15 м від будинку.

До пожежних гідрантів забезпечується вільний підхід машин і насосів.

Внутрішнє пожежогасіння передбачається з пожежних кранів. Протипожежний водопровід в середині будинку прийнятий по кільцевій системі.

Кількість пожежних струмин, схеми та витрати води на пожежегасіння пожежними кранами визначені згідно вказаних вище ДБН В.1.1–7:2016 і становить – 15 л/сек.. Потрібний напір на вводі становить 35 м.

Джерелом водопостачання служать зовнішні підземні резервуари запасу протипожежної води.

### **Блискавкозахист**

Захист від блискавки виконується відповідно з „Інструкцією по обладнанню захистом від блискавки будівель і споруд” РД 34.21.122-87.

За блискавкозахисними заходами будівлю відносять до третьої категорії.

Блискавкозахисна сітка з чарунками розміром 12·12 м і струмовідводи передбачаються проектом. Електроди заземлення виконуються з кутникової сталі  $\leq 50 \cdot 50$  довжиною 2.5 м , які з'єднуються половою перерізом 40·4 мм на рівні фундаментів по периметру будинку.

Для захисту будівлі від вторинних проявів блискавки в проекті передбачається, що все металеве обладнання приєднується до заземлюючого устрою електроустановок. Заземлювачі розміщуються в стороні від входу в будинок.

## **7.2. Розробка заходів щодо забезпечення охорони праці на будгенплані**

На відстані 25 м від будинку, що будується, розташовані тимчасові побутові приміщення робітників і службовців [27].

Ділянка, на якій розташовані склади для горючих речовин і лісоматеріалів, розміщена на віддалі 40 м від будинку, що будується і займає площу 26 кв.м.

Склад легкогорючих речовин застосовується металева тора. Вона відкривається за допомогою інструменту, який не дає іскри. Розлив легкозаймистих речовин здійснюється насосами через мідну сіточку.

Балони із стиснутим і зрідженим газом зберігаються згідно з Правилами будови і безпеки експлуатації ємностей, які працюють під тиском.

Самі конструкції складів для вибухонебезпечних, легкозаймистих і горючих матеріалів і на території цих складів забороняється проводити роботи, що пов'язані з вогнем і утворенням іскр.

По обидва боки будинку, що будується, розміщуються склад – навіс і відкриті склади. Вони не несуть ніякої вибухо небезпеки і пожежобезпеки.

Стоянка для машин розташована на відстані 7 і 10 м від будинку, який будується. На будівельному майданчику суворо забороняється загроможувати проїзди для машин. Автотранспорт рухається по будмайданчику по кільцевій схемі навколо запроектованого будинку. Ширина тимчасових доріг становить 6 м із розширенням для стоянки будівельних машин при розвантаженні.

На будівельному майданчику розміщується пожежний щит, на якому на якому знаходяться вогнегасники (пінні, газові, порошкові), відра, лопати, пили, сокири, ломи. Також є в наявності пожежні крани з комплектом обладнання, бочки з водою і ящики з піском для гасіння пожежі.

У нічний час будівельний майданчик і дороги повинні бути освітлені.

Електрогосподарство будівельного майданчика, в тому числі тимчасове силове та освітлювальне обладнання повинно відповідати вимогам норм.

Тимчасову проводку на майданчику виконують ізольованим дротом з підвіскою його на міцних опорах на висоті не менше 2,5 м над робочим місцем, 3,5 м – над проходами. З ціллю швидкого попередження про пожежу на будівельному майданчику встановлюють телефонний зв'язок [27].

### **7.3. Санітарно-побутові заходи на будівельному майданчику**

У відповідності з гігієнічними вимогами для будмайданчиків організовуються санітарно-побутові приміщення, гардеробні з умивальниками,

душові і сушилки, санвузли, приміщення для обігріву, відпочинку і прийому їжі, виконробська, місце для відпочинку, куріння, а також щит із засобами пожежегасіння.

Виробничо-побутове містечко розміщується на запланованій ділянці, має відвід поверхневих вод і розташоване на безпечній відстані від небезпечної зони дії крана.

Безпечний прохід працюючих до санітарно-побутових приміщень передбачається по пішохідних доріжках з гальки, шириною 1 м, які не перетинають небезпечні зони.

Територія містечка озеленюється і на ній створюються місця для відпочинку.

Побутові приміщення підключаються до усіх інженерних комунікацій в тому числі до телефонної мережі.

Будівельний майданчик обов'язково забезпечується аптечками та засобами першої медичної допомоги.

Розрахунок санітарно-побутових приміщень приведений в розділі „Технологія і організація виробництва”.

## **7.4. Техніка безпеки на основі роботи**

### **Земляні роботи**

Земляні роботи дозволяють виконувати лише по затвердженому ПВР.

При розробці котловану у зоні проходження підземних комунікацій слід запросити представника організації, що їх експлуатують [31].

У розроблених котлованах роблять відкоси, вертикальні стінки тимчасово кріплять.

Рухаючись по відсипаному насипу, транспортні та земляні машини не повинні наближатися до бровки на відстань 0,5 м. При роботі в нічний час робочі місця освітлюються. Спуск і підйом робітників з котлована здійснюється з допомогою драбин шириною 0,8 м з перилами. Від бровки встановлюється огорожа з попереджувальними надписами.

Розробляючи ґрунт екскаватором, робочим забороняється знаходитися під ковшом або стрілою і працювати зі сторони забою. Пересуватися екскаватор повинен лише по рівній поверхні.

Бульдозеру, при розробці ґрунту, забороняється повертати завантаженим або зануреним ковшом. Також забороняється висувати відвал за бровку відкосу виїмки.

На автомобілі ґрунт навантажують зі сторони заднього або бокового борту.

### **Влаштування цегляної кладки**

При виконанні кам'яної кладки [20] необхідно дотримуватися технологічних карт з інженерними заходами (безпечне транспортування матеріалів, встановлення риштування і підмостей, вимоги техніки безпеки що до захисних зон і т. д.).

Цеглу слід подавати на робоче місце пакетами на піддонах при допомозі захватів з огороженнями, які виключають падіння цегли.

Риштування і підмості повинні бути стійкими і міцними. Стояки трубчатих риштувань потрібно встановлювати на дощаті прокладки товщиною 50 мм, які укладаються на сплановану смугу і прикріплюються до стіни крюками за анкери, які заробляються у ній по ходу кладки.

Над входами в сходові клітки необхідно влаштовувати навіси розмірами в плані 2×2 м.

Робочий настил риштувань безпосередньо огорожують інвентарними решітчастими щитами, а підмості – перилами висотою не менше 1 м.

До початку кладки на наступному поверсі повинні бути встановлені сходові площадки і марші, а також балкони і до них приварені огороження.

### **Монтажні роботи**

До монтажу конструкцій допускаються робітники після проходження з ними ввідного інструктажу.

До монтажних і зварювальних робіт на висоті допускаються монтажники і зварювальники-верхолази, які мають медичну довідку про стан здоров'я. До

верхолазних робіт допускаються монтажники, які мають розряд не нижче четвертого і стаж не менше 1 року.

На будівельному майданчику і будинку, який будується, повинні бути попереджуючі надписи, виділені небезпечні зони, огорожені пройоми, а робочі місця при виробництві в нічний час – достатньо освітлені.

Всі робітники, які приймають участь в монтажних роботах, повинні носити каски; при роботі на висоті вони повинні надівати пояси, які кріпляться до надійно встановлених елементів і конструкцій.

Монтажні крани повинні бути встановлені на надійній і чітко вивіреній основі. Кожен кран повинен бути обладнаний автоматичним пристроєм для обмеження вантажопідйомності, а його сталеві канати слід періодично перевіряти.

При вітрі в 6 балів зупиняються монтажні роботи, пов'язані з роботою кранів, а також на висоті в відкритому місці.

Монтуємі конструкції, в безпосередній близькості від місця їх підйому, при сильному вітрі утримуються за допомогою розтяжок.

При вітрі більше 5 балів зупиняється монтаж листових конструкцій.

Забороняється вести зварювальні роботи під дощем, під час грози, сильного снігопаду і вітрі (більше 0.5 м/с). Зварювальник повинен працювати в спецодязі і з монтажним поясом.

### **7.5. Охорона навколишнього природного середовища**

Основним забрудненням навколишнього середовища будуть локальні відходи з санвузлів, які йдуть в каналізаційні стоки, що підключені до міської каналізаційної мережі [4].

Рельєф ділянки забудови похилий. Водопровід для постачання будівництва та подальшої експлуатації води підключений до місцевої водомережі.

Електроенергія постачається з трансформаторної підстанції.

Теплопостачання здійснюється від міської тепломережі.

Загальна екологічна характеристика ділянки задовільна. Споруда, яка будується, розташована в центральній частині міста на початку паркової зони.

Також відсутнє забруднення повітря від існуючого автотранспорту, так як проїзна частина винесена за межі центру і запроектована як споруда суспільно-культурного призначення, а не виробнича.

Будинок культури захищається від промислової частини міста смугою лісопаркової зони.

Зниження шуму в будівлі здійснюється шляхом монтажу вентиляторів на віброізолюючих основах. Для захисту від шуму в глядацьких залах влаштовують екрани з звукопоглинаючих матеріалів.

Радіоактивного забруднення та електромагнітного випромінювання немає, лише природний фон.

Перед веденням будівельних робіт проводиться рекультивація рослинного шару. Для цього на глибину 30 см з площі забудови знімаємо рослинний шар, який в подальшому використовується для благоустрою території.

Під час будівництва дрібні відходи застосовуються для зворотної засипки, а решта відходів вивозиться для утилізації або на звалище.

По закінченню будівництва обов'язково відбувається насадження дерев для озеленення території [4 та ін.].

## ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі виконане проєктування будинку культури у м. Коростень Житомирської області на 600 посадкових місць у відповідності до завдання.

Виконаний аналітичний огляд, присвячений класифікації громадських будинків, споруд та приміщень за функціональним призначенням. Визначити основні проблеми розміщення громадських будинків і споруд.

У науково-дослідній частині проекту розроблені основи типологічного аналізу при проєктуванні мало- і багатоповерхових громадських будинків і споруд. Показані напрями функціонального зонування та їх основні функції. Розроблені практичні рекомендації щодо застосування принципів проєктування будівель громадського призначення.

Виконаний аналітичний розрахунок монолітної залізобетонної рами, розрахунок фундаменту ФМ-1, розрахунок ферми покриття та балки покриття глядацького залу будинку культури. Наведені основні принципи розрахунку попередньо-напруженої панелі покриття на несучу здатність, тріщиностійкість та деформативність.

Розроблений будгеплан зведення будинку культури, наведені схеми руху крану, складування матеріалів, електро- та водопостачання, огороження території тощо.

Розроблена технологічна карта на улаштування монолітної залізобетонної балки покриття.

Наведені заходи щодо забезпечення протипожежної профілактики та пожежної безпеки на будівельному майданчику. Розроблені заходи щодо забезпечення охорони праці на будгеплані. Представлена техніка безпеки на основі роботи та заходи щодо охорони навколишнього природного середовища.

### Список використаних джерел

1. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади : ДБН В.2.2-16:2019. – [Чинний з 2019–11–01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2019. – 93 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Архітектурне проектування будівель і споруд: культурно-видовищна споруда з глядацькою залою на 300 місць» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад.: О.В. Смірнова, Б.І. Божинський. – Х.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 44 с.
3. Лях В.М. Основи типологічного аналізу в архітектурі та містобудуванні: навч. посіб. / В.М. Лях, А.Ю. Дмитренко; за заг. ред. В.М. Ляха. – Полтава : ПолтНТУ, 2016. – 197 с.: іл.
4. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.
5. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
6. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).
7. Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КІЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)
8. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2–3–2014. – [Введені в дію з 2014–10–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

9. Природне і штучне освітлення. Зміна №2 : ДБН В.2.5-28-2006. – [Введені в дію з 2012-09-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

10. Krivenko, O., Pidgorniy, A., Zaprivoda, V., Martynov, V., Zaprivoda, A. (2023). Geometric Aspects of Modeling Real Conditions of Solar Irradiation of Energy Efficient Architectural Objects. In: Cheng, LY. (eds) ICGG 2022 - Proceedings of the 20th International Conference on Geometry and Graphics. ICGG 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 146, pp. 288–297. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-13588-0\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-13588-0_25) (публікація у *НМБД Scopus*)

11. Sergeychuk, O.V., Martynov, V.L., Andropova, O.V., Koval, L.M. (2023). Determination of conditional atmosphere temperature for energy certification of buildings. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, 2023, Vol. 15(2), pp. 134–140. <http://www.ijtppe.com/IJTPE/IJTPE-2023/IJTPE-Issue55-Vol15-No2-Jun2023/20-IJTPE-Issue55-Vol15-No2-Jun2023-pp134-140.pdf> (публікація у *НМБД Scopus*)

12. Мартинов В.Л., Стаднійчук Д.М., Банний Т.А., Волков А.В. Рационалізація розташування світлопрозорих конструкцій на гранях зелених будівель в першому північно-західному архітектурно-кліматичному районі України. Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності. 2024. Вип. XIII. С. 58–61. <https://doi.org/10.20535/ngikg2024.XIII.310124>

13. Мартинов В. Визначення раціонального опору теплопередачі непрозорих конструкцій енергоефективних будівель / В. Мартинов, Т. Чирва, О. Мартинюк // Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності. – 2023. – №XII. – С. 149–151. <https://doi.org/10.20535/ngikg2023.XII>

14. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).

15. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

16. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014–10–01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Державні будівельні норми України).

17. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

18. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

19. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

20. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд : ДСТУ Б В.2.6-207:2015. – [Чинний з 2016-04-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – 258 с. – (Національний стандарт України).

21. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

22. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.  
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

23. Зоценко М.П. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти. - Полтава, 2004. - 568с.

24. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

25. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

26. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

27. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012–04–01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

28. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

29. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

30. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проєктування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

31. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.

32. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

33. Дмитренко Є.А. Чисельне моделювання моменту утворення тріщин у залізобетонних конструкціях із застосуванням ПК «САПФІР» / Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2021. – Вип. 39. – С. 74–83.

34. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів ВНЗ / [Суярко В.Г., В. М. Величко, О. В. Гаврилюк та ін.]; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2019. – 278 с.

35. Кінаш Р.І. Архітектурні конструкції виробничих будівель / Р.І. Кінаш. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 288 с.

36. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський. – К. : Ліра-К, 2019. – 624 с.

37. Трач В.М. Опір матеріалів (спеціальний курс): теорія пружності та пластичності : навчальний посібник / В.М. Трач, А.В. Подворний. – К. : Каравела, 2018. – 434 с.

38. Плоский В.О. Архітектура будівель і споруд. Книга 4. Технічна експлуатація та реконструкція будівель: підручник-довідник / В.О. Плоский та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2018. – 750 с.

39. Ротко С.В. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій : навчальний посібник / С.В. Ротко, О.А. Ужегова, І.В. Задорожнікова ; за ред. д.т.н., проф. А.Я. Барашикова. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2010. – 355 с.

40. Шимановський О.В. Металеві конструкції: підручник; під загальною редакцією Пермякова В.О. та Шимановського О.В. / [О.В. Шимановський, В.О. Пермяков, О.О. Нілов та ін.] – К. : Видавництво “Сталь”, 2008. – 812 с.

41. Шутенко Л.М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.

42. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

43. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності : ДСТУ Б.В.2.7–226:2009. – [Чинний з 2009-12-22]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 38 с. – (Національний стандарт України).

44. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство

«Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).

45. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014–10–01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Державні будівельні норми України).

46. Громадські будівлі та споруди : ДБН В.2.2-9-99. – [Введені в дію з 2000-01-01]. – К. : Держбуд України, 1999. – 51 с.

47. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)

48. Енергозбереження та енергоефективність : ДБН В.1.2-11:2021. – [Чинний з 2022–09–01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2017. - 47 с. – (Державні будівельні норми України).

49. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість : ДБН В.1.2-6:2021. – [Введені в дію з 2022-09-01]. – К. : Мін регіон України, 2022. – 31 с. – (Державні будівельні норми України).

50. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проектної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-24-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

51. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2–3–2014. – [Введені в дію з 2014–10–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

52. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України. Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

# ДОДАТКИ