

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ О.І. Лапенко

“ _____ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«ПРОМИСЛОВЕ І ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО»

Тема: «Теплотехнічний розрахунок термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій будівель та споруд»

Виконавець: студент гр. ЦБ-201-Мз Міхеєв Денис Олегович _____
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Скребнева Світлана Миколаївна _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____ Гулевець В.Д. _____
(підпис) (ПІБ)

Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища»: _____ Гай А.Є. _____
(підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер: _____ Родченко О.В. _____
(підпис) (ПІБ)

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра комп'ютерних технологій будівництва
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.І. Лапенко
« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ на виконання дипломної роботи

Міхеєв Денис Олегович
(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи «Теплотехнічний розрахунок термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій будівель та споруд»

затверджена наказом ректора від « 10 » листопада 2020р. № 2251/ст.

2. Термін виконання роботи: з 05 жовтня 2020р. по 20 грудня 2020р.

3. Вихідні дані роботи: Запроектувати чотирьохповерхову будівлю торговельно-розважального призначення; основні габарити будівлі в осях 122x84 м, загальна висота будівлі від рівня нуля – 21.7 м, висота першого та другого поверху – 3.3 м, третього – 4 м, четвертого – 4.4 м. Конструктивна система будівлі являє собою рамний сталевий каркас. Фундамент будівлі – монолітні фундаменти, які влаштовуються під колони. Матеріал головних конструкцій – бетон класу С20/25; С25/30, стрижньова арматура класу А240С, А400С, сталь Ст20.

4. Зміст пояснювальної записки:

Реферат

- 4.1. Науково-дослідницька частина.....
4.2. Архітектурний розділ.....
4.3. Розрахунково-конструктивний розділ.....
4.4. Основи і фундаменти.....
4.5. Технічна експлуатація будинку.....
4.6. Охорона праці.....
4.7. Охорона навколишнього середовища.....
Список використаної літератури.....

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Науково-дослідницька частина: провести огляд експериментально-теоретичних досліджень з розрахунку та конструюванню стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) та оцінити їх теплову надійність.	жовтень 2020– листопад 2020	
2.	Розробити об'ємно-планувальні рішення будівлі, конструктивну форму, архітектурно-конструктивні рішення, основні будівельні конструкції.	жовтень 2020– листопад 2020	
3.	Виконати розрахунок та конструювання колони, попередньо-напруженої ребристої плити перекриття та металеві ферми.	листопад 2020– грудень 2020	
4.	Оцінити інженерно-геологічні умови майданчика, визначити глибину закладання фундаментів, ширину підшви стрічкових фундаментів, розмірів підшви стовбчастих фундаментів.	листопад 2020– грудень 2020	
5.	Розроблення заходів щодо подальшої експлуатації та поточного ремонту будівлі торговельного-розважального центру.	грудень 2020	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	доцент Гулевець В.Д.		
Охорона навколишнього середовища	доцент Гай А.Є.		

8. Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи: _____
Завдання прийняв до виконання: _____

Скрєбнєва С.М.
Міхеєв Д.О.

ВСТУП

На сьогоднішній день в Україні гостро постає питання енергозбереження в будівництві. Тому оцінка теплової надійності стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) є досить актуальною.

На сьогоднішній день на будівельному ринку України основою будівель будь-яких промислових об'єктів, складських приміщень, спортивних та торговельно-розважальних комплексів є металевий каркас. Металеві вертикальні стійки і горизонтальні ригеля за допомогою болтових з'єднань збираються в поперечні рами, які кріпляться до фундаменту, розташовуючись на рівній відстані один від одного. До поперечних рам кріпиться система розтяжок або зв'язків, що додає конструкції розрахункову міцність. Потім встановлюються покрівельні і стінні прогони, а також задаються обрамлення під вікна і двері. Несучий каркас готовий. Далі можна використовувати будь-яке облицювання. Це можуть бути і залізобетон, і цегельна кладка, і спеціальні панелі типу "сендвіч", а також будь-які комбінації вказаних конструкцій.

Сфера застосування будівель із металоконструкцій дуже широка. Останнім часом на ринку конструкцій активно поширюється асортимент облицювальних матеріалів. Цей процес робить металоконструкції привабливими в області будівництва торговельних споруд.

Отже, можна назвати основні переваги систем з легких металоконструкцій: мінімальні терміни монтажу і обробки; висока заводська міра готовності конструкцій; нижча собівартість об'єктів з легких металоконструкцій в порівнянні з аналогічними спорудами з цегли або залізобетону.

На відміну від масивних стінових огорожувальних конструкцій, стіни із ЛСТК мають теплопровідні включення, які за теплотехнічними показниками є найбільш вразливими до температурних впливів навколишнього середовища. За рахунок цього огорожувальна конструкція в цілому втрачає свої теплозахисні якості. Можуть виникати теплові відмови у вигляді промерзання й утворення конденсату в місці теплопровідного включення, утворення грибка та плісняви на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції. Все це призводить до значних

тепловтрат будівлі та погіршення санітарно-гігієнічного стану мікроклімату будівлі.

Теплові відмови огороджувальних конструкцій, зокрема стін, можуть відбуватись при виконанні вимог державних норм із теплозахисту. Це може пояснюватися мінливістю фізичних характеристик, що впливають на теплотехнічні параметри стінових конструкцій.

В дипломній роботі розглянуто актуальну науково-технічну проблему визначення показників теплової надійності стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій на основі експериментально-теоретичних досліджень.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є проведення огляду експериментально-теоретичних досліджень з розрахунку та конструюванню стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) та оцінка їх теплової надійності.

Об’єкт дослідження – легкі сталеві тонкостінні конструкції.

Предмет дослідження – теплова надійність стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз існуючих конструктивних рішень стін із ЛСТК

На сьогоднішній день технологія каркасного будівництва із застосуванням легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) – результат багаторічної співпраці інженерів-конструкторів, архітекторів, виробників і підрядників. В Україні ще досить слабо розвинена нормативна база щодо енергоефективного проектування огороджувальних конструкцій такого типу. При проектуванні конструкцій теплоефективних зовнішніх стін із ЛСТК цивільних будинків необхідно виконувати вимоги нормативних документів: ДБН В.2.2-15 «Житлові будинки. Основні положення» [1], ДБН В.2.2-9 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2], ДБН В.2.6-31

«Теплова ізоляція будівель» [3,4], ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 «Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів» [5], ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва [6], ДБН В.1.2-2 «Навантаження і впливи. Норми проектування» [7] й інших діючих нормативних документів.

1.1.1. Конструктивні рішення стін з використанням легких сталевих тонкостінних конструкцій

Стінові конструкції з використанням легких сталевих тонкостінних профілів за своєю конструктивною схемою та способом влаштування поділяються на тришарові клеєні заводського виготовлення («седвіч»-панелі) та панелі поелементної збірки.

«Сендвіч»-панель складається з двох металевих профільованих листів із утеплювачем всередині, в якості якого використовується мінеральна вата, пінополістирол або пінополіуретан. Перший характеризується мінімальною горючістю, проте другий і третій – набагато кращою теплоізоляцією, меншою гігроскопічністю та більш високою міцністю. З метою використання переваг обох видів утеплювачів виготовляють «універсальні» панелі з комбінованим внутрішнім заповненням, в яких з внутрішньої сторони розташований шар негорючої мінеральної вати, а основна товщина виконана з пінополістиролу чи пінополіуретану. Для стінових сендвіч-панелей в металевому каркасі зроблені невеликі поздовжні канавки для кращої адгезії з утеплювачем та міцності панелі. Для з'єднання сендвіч-панелей між собою передбачений спеціальний «замок», який дозволяє стикувати панелі в єдину міцну конструкцію.

До стінових конструкцій поелементної збірки відносяться панелі з використанням стінових прогонів, панелі з використанням внутрішніх стінових касет та конструкції малоповерхових будинків з несучими тонкостінними профілями.

Панель поетапної зборки із використанням стінових прогонів. Монтаж такого типу панелей виконується наступним чином: на опорний столик за

допомогою болтового з'єднання монтується стіновий прогін (Z або C, в залежності від умов технічного проекту). На стіновий прогін із зовнішнього боку по всій довжині проклеюється термопрокладка з метою усунення містка холоду. З внутрішньої сторони стіни укладається пароізоляційна плівка, стики якої повинні бути проклеєні між собою спеціальною клейкою стрічкою. Пароізоляційна плівка фіксується внутрішнім профільованим настилем. На стінові прогони укладається утеплювач, який із зовнішнього боку закривається паропрпускнуою плівкою (вітрозахисною). Необхідно враховувати те, що в стіновій сендвіч-панелі поетапної збірки, прогін повинен знаходитись у середині утеплювача (тобто не повинен знаходитись у холодній зоні навіть частково, окрім вертикальної полиці, до якої кріпиться профнастил через термопрокладку). Для вітрозахисту рекомендується використовувати супердифузійну мембрану, яка виконує роль паропрпускнуою плівки в умовах щільного прилягання до утеплювача. Супердифузійна мембрана фіксується фасадним профнастилом.

Стінові панелі з використанням внутрішніх стінових касет. Однією з істотних переваг стінової касети над збірними сендвіч-панелями і панелями заводського виробництва – це можливість перфорації касети, поверхня якої не буде відображати звук як екран, а пропускати його через отвори перфорації в тіло утеплювача, який в свою чергу буде поглинати звук. Можливість застосування перфорації внутрішніх стінових касет дуже важлива при будівництві та проектуванні підприємств з підвищеним рівнем шуму.

Стінові конструкції малоповерхових будинків з несучими тонкостінними профілями . Будівлі із ЛСТК.

Залежно від типу будівель, місця і особливостей будівництва, капіталовкладень існує три способи доставки та монтажу стінових конструкцій з ЛСТ профілів.

Першим є спосіб виробництва на місці, за якого елементи будівлі доставляються на будівельний майданчик у вигляді нарізаних і замаркованих профілів. На рівній поверхні виконується «укрупнена» збірка конструктивних

елементів за допомогою шурупів та гвинтів-саморізів. Після цього конструкції подаються на монтажне місце вручну (без крана), закріплюються в проектне положення, теплоізолюються за допомогою ефективних утеплювачів і зашиваються листами облицювання для внутрішнього і зовнішнього облицювання. Вага кожного елемента не перевищує 90-100 кг. Вікна і двері поставляються на будівельний майданчик окремо і вбудовуються в панелі стін. Перевагами при такому способі монтажу є: відсутність витрат на виробничі потужності; робітники звикають до методу роботи; існує можливість втілення більш пізніх рішень і змін проекту. Серед недоліків можна виділити: збільшення тривалості будівництва; необхідність наявності складських приміщень матеріалів на будівельному майданчику; матеріали і частини будівель зазнають погодних впливів.

Другий спосіб монтажу ЛСТК є так звана «польова фабрика»: елементи будівлі доставляються на будівельний майданчик у вигляді нарізаних і замаркованих профілів. На будівельному майданчику організовується робочий пост, обладнаний для попереднього укрупненого складання панелей. Зібрані панелі і вузли доставляються до місця монтажу, виставляються в проектне положення за допомогою вантажопідйомних засобів і закріплюються між собою. Після установки стінових панелей в них вбудовуються вікна та двері. Вага складальних елементів збільшується, а терміни монтажу скорочуються. Переваги такого способу полягають, насамперед, у тому, що вузли виготовляються в умовах більш суворого контролю; виникає можливість використання промислових способів з'єднання; продуктивність праці порівняно зі способом «на місці» вища; можливе уникнення витрат на виробничі потужності та обладнання; відсутність транспортних витрат; сухі умови роботи. Із недоліків можна зазначити можливість ушкодження матеріалів при роботі.

Третім способом є заводське виробництво, під час якого профілі виготовляються і збираються в одному виробничому циклі. Профілі комплектуються відповідно до проектної специфікації і подаються на

спеціальні складальні столи – кондуктори, виконується з'єднання профілів в каркас панелі, утеплення, монтується гідро-, пароізоляційні плівки і облицювання внутрішньої і зовнішньої сторін. Всередині панелі заводяться і закріплюються інженерні комунікації, монтується монтажна арматура. В панель вставляються вікна та двері, виконується ізоляція та герметизація всіх стиків. На кожному етапі контролюється якість всіх робіт. Перевагами при способі заводського виробництва є: висока ступінь точності і якості, висока продуктивність і малий час виготовлення, мінімальна кількість відходів, відсутність потреби у складських площах на будівельних майданчиках. Недоліки: витрати на транспортування; можливість пошкоджень при завантаженні-розвантаженні і транспортуванні; необхідність якісної проектно-конструкторської документації на ранній стадії будівництва.

1.1.2. Особливості застосування тонкостінних елементів в стінових конструкціях

Стінові панелі будівель із ЛСТК термічно неоднорідні. Кожен металевий несучий елемент стінової огорожувальної конструкції є теплопровідним включенням (містком холоду). Із-за цього теплоефективність будівлі в цілому знижується. Для підвищення теплоізоляційних якостей елементів каркаса зовнішніх стін передбачено застосування профілів з перфорованою стінкою (термопрофіль). Вони виключають утворення містків холоду. Дослідженнями фізичної роботи таких профілів займалися Н. І. Ватін та Е. Н. Попова [12]. Науковці В. В. Чернявський, В. О. Семко, О. І. Юрін та Д. А. Прохоренко у своїй роботі [13] досліджували теплоізоляційну здатність зовнішніх стін цивільних будівель на основі каркасу зі сталевих профілів та залежність теплофізичних характеристик термопрофілів від типу перфорації.

Враховуючи тонкостінність профілів, при проектуванні слід приділяти увагу питанню пожежної безпеки таких конструкцій, яка забезпечується, зокрема, виконанням внутрішнього оздоблення приміщень із гіпсокартонних листів, нанесенням спеціальних сумішей тощо. Довговічність будинків із ЛСТК визначається терміном експлуатації профілів каркаса та залежить від

якості їх захисту від корозії. Також несучі каркаси огорожувальних конструкцій із легких тонкостінних профілів зміцнюють за допомогою цегляної кладки в районі першого поверху. Це дозволяє захистити тонкостінні конструкції як від корозії, так від механічних та фізичних пошкоджень. Окремим видом огорожувальних конструкцій з ЛСТ-профілів можна виділити стінові панелі із утеплювачем полістиролбетон. Вони представляють собою цілісну каркасну конструкцію з тонкостінних елементів заповнену полістиролбетоном. В якості зовнішнього оздоблення використовується профнастил, який виконує роль незнімної опалубки.

1.2. Основні методи визначення теплотехнічних властивостей неоднорідних огорожувальних конструкцій

Процес теплопередачі теплопровідністю в огорожувальній конструкції супроводжується зміною температури як в просторі, так і в часі, тобто

$$t = f(x, y, z, T), \quad (1.1)$$

де t – температура огорожувальної конструкції;

x, y, z – координати точки;

T – час.

Функція (1.1) визначає температурне поле в огорожувальній конструкції. Якщо температура огорожувальної конструкції це функція координат і часу, то температурне поле огорожувальної конструкції буде нестационарним, тобто буде залежати від часу:

$$t = f(x, y, z, T); \quad \frac{\partial t}{\partial T} \neq 0. \quad (1.2)$$

Таке поле відповідає нестальному тепловому режиму теплопровідності.

Якщо температура огорожувальної конструкції це функція тільки координат і не змінюється з плином часу, то температурне поле огорожувальної конструкції буде стаціонарним:

$$t = f(x, y, z, T); \frac{\partial t}{\partial T} = 0. \quad (1.3)$$

Для проходження теплоти через будь-яку огорожувальну конструкцію необхідна наявність різниці температур в різних точках перерізу огорожувальної конструкції.

Зв'язок між кількістю теплоти dQ , що проходить через елементарну площадку dF , яка знаходиться на ізотермічній поверхні, за проміжок часу dT і температурним градієнтом ($grad t = \frac{dt}{dx}$) встановлюється гіпотезою Фур'є, згідно з якою

$$dQ = -\lambda dF grad t dT = -\lambda dF dT \frac{\partial t}{\partial x}, [Дж]. \quad (1.4)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності середовища, ($Вт/м \cdot К$).

Мінус у правій частині показує, що в напрямку теплового потоку температура зменшується і величина $grad t$ є величиною від'ємною. Рівняння (1.4) є основним законом теплопровідності, або законом Фур'є.

Кількість теплоти, яка проходить через одиницю ізотермічної поверхні за одиницю часу – це густина, або вектор, теплового потоку:

$$q = -\frac{dQ}{dF dT}, \text{ або } q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}, [Вт/м^2]. \quad (1.5)$$

Вектор теплового потоку направлений по нормалі до ізотермічної поверхні в бік зниження температури. Вектори q і $grad t$ лежать на одній прямій, але направлені в протилежні сторони.

Кількість теплоти, яка проходить за одиницю часу через ізотермічну поверхню F – це тепловий потік:

$$Q = \int_F q dF = - \int_F \lambda dF \frac{\partial t}{\partial x}, [Вт]. \quad (1.6)$$

Стінові огороження з легких сталевих тонкостінних конструкцій відносяться до огорожувальних конструкцій з теплопровідними включеннями. Теплопровідні включення у вигляді несучих сталевих профілів

мають досить великий коефіцієнт теплопровідності, тому вони знижують температуру внутрішньої поверхні стіни.

Треба зазначити, що в огорожувальних конструкціях з ЛСТ профілів найбільш вразливим місцем, з точки зору тепловтрат, є сам профіль. Він являє собою теплопровідне включення, так званий «місток холоду». Досить значні тепловтрати огорожувальних конструкцій відбуваються через віконні та дверні прорізи. Дані конструкції неоднорідні. Розрахунки теплотехнічних показників двох різних вікон, одне з яких дерев'яне зі склопакетом, а інше металопластикове, показали, що обидві світлопрозорі огорожувальні конструкції забезпечують мінімально допустиме значення опору теплопередачі для всіх температурних зон України.

1.2.1. Методика розрахунку термічно неоднорідних стінових конструкцій

Згідно з ДБН «Теплова ізоляція будівель» [3], приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{j=1}^J \frac{F_j}{\alpha_e + R_j + \frac{1}{\alpha_s}}}, \quad (1.7)$$

де α_e, α_s – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $Bm/(m^2 \cdot K)$, (приймаються згідно з додатком Е [3]);

R_j – термічний опір термічно однорідної зони, що визначається експериментально або на підставі розрахунків двовірного (тривірного) температурного поля й розраховується за формулою:

$$R_j = \frac{\overline{\tau_{ej}} - \overline{\tau_{zj}}}{q_j}. \quad (1.8)$$

де $\overline{\tau_{ej}}$; $\overline{\tau_{zj}}$ – середні температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь термічно однорідної зони відповідно, °C;

q_j – густина теплового через термічно однорідну зону, $Вт/м^2$;

F_j – площа j -ї термічно однорідної зони, $м^2$;

F_{Σ} – площа огорожувальної конструкції, $м^2$.

Для конструкцій з визначеними значеннями лінійного коефіцієнта теплопередачі теплопровідних включень, k_j , $Вт/(м \cdot К)$, (відповідно до табл. И.3 [3]) приведений опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R_{np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{\Sigma i}} F_i + \sum_{j=1}^m k_j L_j}, \quad (1.9)$$

де k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м \cdot К)$, j -го теплопровідного включення огорожувальної конструкції, що не включені в таблицю И.3 [3], значення цього показника визначаються результатами розрахунків двомірних (тримірних) температурних полів згідно порядку визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі;

L_j – лінійний розмір, $м$, j -го теплопровідного включення за внутрішньою поверхнею термічно неоднорідної огорожувальної конструкції.

Порядок визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі, k_j , $Вт/(м \cdot К)$.

Визначається густина теплового потоку $\overline{q_1}$ і $\overline{q_2}$, $Вт/м^2$, через кожний вузол (стик) конструкції огороження, утворений перетином суміжних термічно однорідних конструкцій, протяжністю L , $м$, з відомими теплотехнічними характеристиками (рис. 1.6).

Густину теплового потоку, що проходить через огорожувальну конструкцію з теплопровідним включенням, q_{zag} , $Вт/м^2$, визначають на підставі результатів розрахунків двомірного температурного поля. Середнє значення густини теплового потоку, що проходить через теплопровідне включення (вузол, стик), $\overline{q_{ms}}$, $Вт/м^2$, визначають за формулою:

$$\overline{q_{m\theta}} = q_{заг} - (\overline{q_1} + \overline{q_2}).$$

(1.10)

Лінійний коефіцієнт теплопередачі визначають за формулою:

$$k = \frac{\overline{q_{m\theta}} \cdot A}{t_в - t_з},$$

(1.11)

де A – ширина теплопровідного включення, м;

$t_в, t_з$ – відповідно внутрішня та зовнішня температури повітря, °С.

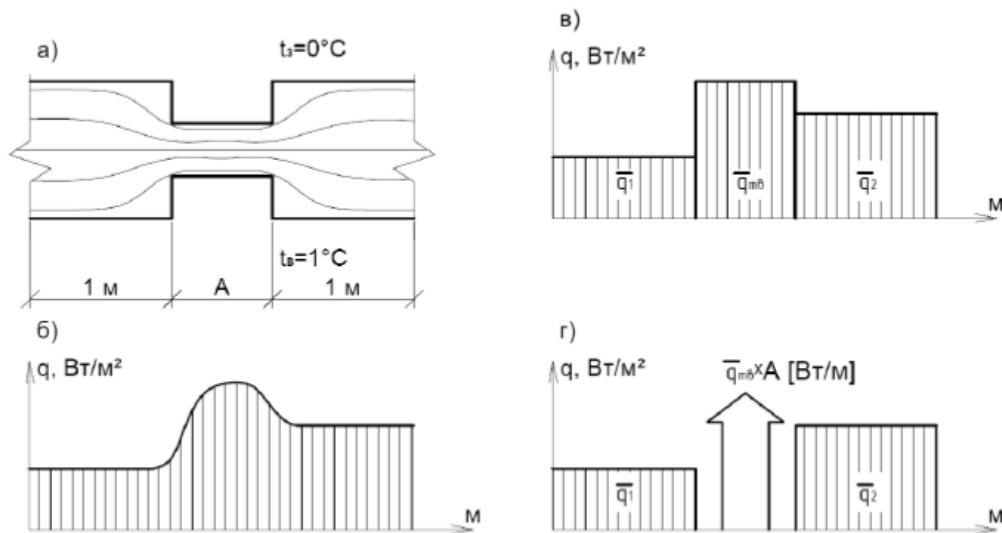


Рис. 1.6. Принципи моделювання при визначенні лінійного коефіцієнта теплопередачі [3]:

- а) температурне поле вузла; б) еюра густини теплового потоку вузла;
в) модель визначення густини теплового потоку вузла; г) густина теплового потоку з використанням поняття лінійного коефіцієнта теплопередачі

Загальні втрати тепла через огорожувальну конструкцію з теплопровідним включенням визначаються за формулою:

$$Q_{заг} = \left(\sum_{i=1}^3 \frac{F_j}{R_{\Sigma i}} + k_j L_j \right) (t_в - t_з),$$

(1.12)

де $R_{\Sigma j}, F_j$ – опір теплопередачі та площа j -го фрагмента основного поля конструкції.

1.2.2. Визначення придатності стінових огорожувальних конструкцій (нормовані параметри) за нормами України

На сьогоднішній день в Україні проектування теплоізоляційної оболонки будинків за теплотехнічними показниками її елементів регламентовано ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року» [3, 4].

Згідно з [3] для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умов формули 1.13, 1.14, 1.15:

$$\overline{R_{\Sigma np}} \geq R_{q_{\min}},$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{ce},$$

$$\tau_{e \min} > t_{\min},$$

де $R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), $m^2 \cdot K/Bm$;

$R_{q_{\min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Bm$;

Δt_{np} – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °C;

Δt_{ce} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °C;

$\tau_{e \min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °C;

t_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

При виконанні основних умов (1.13)-(1.15), зазвичай всі інші умови, які зазначаються в [3] та необхідні при проектуванні або розрахунку огорожувальної конструкції, виконуються.

Мінімально допустиме значення $\min R_{qmin}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків встановлюється згідно [4] залежно від температурної зони експлуатації будинку (табл. 1.1).

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції Δt_{ce} встановлюється згідно [3] залежно від призначення будинку і виду огорожувальної конструкції (табл. 1.2).

Таблиця 1.1

Мінімально допустиме значення R_{qmin} опору теплопередачі стін [4]

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , м ² ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8

Таблиця 1.2

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стін [3]

Призначення будинку	Стіни (зовнішні, внутрішні)
Житлові будинки, дитячі установи, школи, інтернати	4,0
Громадські будинки, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком	5,0

приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	
Виробничі будинки з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0
Виробничі будинки з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_B - t_p$
Виробничі будинки з надлишками тепла (більше 23 Вт/м ³)	12

Мінімально допустима температура внутрішньої поверхні t_{\min} непрозорих огорожувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень, у кутах і укосах віконних і дверних прорізів при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря, прийнятому залежно від температурної зони експлуатації будинку згідно з [3], повинна бути не менше ніж температура точки роси t_p за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення будинку.

Виконання умов за формулами (1.13)-(1.15) для огорожувальної конструкції, що проектується чи обстежується, перевіряється за результатами визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій за ДСТУ Б В.2.6-101 [14] акредитованими лабораторіями або за результатами розрахунків теплотехнічних показників конструкцій методами математичного моделювання теплових процесів та згідно [3].

Розрахункові умови експлуатації при розрахунках опору теплопередачі огорожувальних конструкцій приймаються залежно від розрахункового вологісного режиму експлуатації приміщення та конструктивного рішення огорожувальної конструкції. Розрахункові значення теплофізичних характеристик матеріалів приймаються згідно норм проектування.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стіни визначається за формулою:

$$\Delta t_{np} = t_e - \tau_e,$$

(1.16)

$$\tau_{\epsilon} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_{\Sigma} \alpha_{\epsilon}} . \quad (1.17)$$

де

Підставивши (1.17) у (1.16) отримаємо

$$\Delta t_{np} = \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_{\Sigma} \alpha_{\epsilon}} . \quad (1.18)$$

Температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідної огорожувальної конструкції у зонах теплопровідних включень τ_{min} при перевірці виконання умови за формулою (1.15) визначається на підставі розрахунків двовірних або тримірних температурних полів.

1.3. Методи теплотехнічного розрахунку термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій

1.3.1. Загальна характеристика теплоізоляційних матеріалів, які використовуються при технології будівництва з ЛСТК

Найпоширеніші теплоізоляційні матеріали, які використовуються при технології будівництва з ЛСТК – пінополістирол, мінеральна вата, гіпсокартон та OSB. Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів

Теплоізоляційний матеріал	Густина матеріалу (очікувана), кг/м ³	Теплопровідність (очікувана), Вт/м·К	Розміри листа, мм	Товщина листа, мм
Пінополістирол (ПП)	25	0,038	1000×600	50
Мінеральна вата (МВ)	135	0,037	1000×600	50
Гіпсокартонний лист (ГКЛ)	800	0,21	2500×1200	12,5
Орієнтовано-стружкова плита (OSB)	600	0,13	2500×1250	10

Число зразків, необхідне для визначення ефективної теплопровідності або термічного опору, і порядок відбору зразків вказується у стандарті на конкретний матеріал або виріб. Якщо у стандарті на конкретний матеріал або виріб не має числа зразків, що підлягають випробуванню, ефективну теплопровідність або термічний опір визначають на п'яти зразках [22].

Полістиролбетон розглядається як теплоізоляційно-конструкційний матеріал, що характеризується як теплоізоляційними, так і міцнісними властивостями. Тому паралельно зі зразками-пластинами, для визначення фізико-механічних властивостей полістиролбетону, випробовуються кубики (100×100×100 мм).

Аналізуючи результати отриманих значень, можна зробити висновки про те, що при збільшенні густини полістирол-бетону в 4,1 раза коефіцієнт теплопровідності підвищується в 3,7 рази, що становить практично лінійну залежність. Графік на рис.1.1 показує лінійну залежність коефіцієнта теплопровідності від кубикової міцності полістиролбетону.

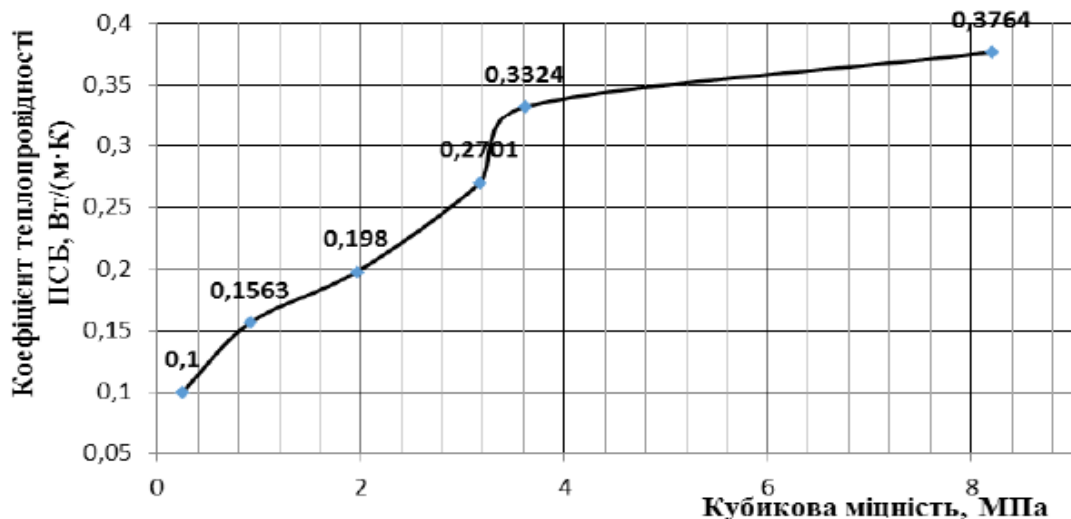


Рис. 1.1. Залежність коефіцієнта теплопровідності від кубикової міцності бетону

1.4. Чисельне моделювання стінових моделей із ЛСТК

На сьогоднішній день для розрахунку огорожувальних конструкцій на дію температурних впливів методом скінченних елементів існує досить багато комп'ютерних програм з досить розширеними можливостями. Проаналізувавши вже відомі результати досліджень, можна з впевненістю сказати, що при тепловому моделюванні стінових огорожувальних конструкцій із легких сталевих тонкостінних профілів, тільки за допомогою чисельного моделювання можна об'єктивно оцінити вплив теплопровідних включень на конструкції такого типу. Також це враховує те що, в ДБН «Теплова ізоляція» [3, 4], при визначенні приведеного опору теплопередачі термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, лінійний коефіцієнт теплопередачі k , $Bm/(m \cdot K)$ пропонується визначати на підставі розрахунків двовимірного або тримірного температурного поля.

THERM – сучасна комп'ютерна програма, що функціонує під управлінням операційної системи Microsoft Windows™, розроблена в Лоуренс Берклі Лабораторії (LBNL) Каліфорнійського університету (США) для використання виробниками будівельних конструкцій, інженерами, педагогами, студентами, архітекторами, і всіх, хто цікавиться вивченням процесу теплопередачі [23]. Використовуючи THERM, можна моделювати двовимірну теплопередачу в компонентах будівлі, таких як вікна, стіни, підлоги, дахи і двері. Аналіз теплопередачі за допомогою програми THERM дозволяє оцінити енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій та локальні температури вузлів, що дозволяють вирішити питання, пов'язані з конденсацією, вологістю матеріалу утеплювача і його герметичністю.

Двовимірний аналіз теплопередачі програми THERM заснований на методі скінченних елементів, який може моделювати складні конфігурації огорожувальних конструкцій. Графічний інтерфейс програми дозволяє малювати поперечні перерізи конструкцій або їх компоненти для подальшого теплотехнічного розрахунку. Для створення поперечних перерізів є можливість трасування (обведення) імпортованих файлів в DXF або

растровому форматі, або безпосереднє креслення геометрії конструкції за відомими розмірами. Кожен поперечний переріз представляє комбінацію багатокутників. Задаються властивості матеріалів для кожного багатокутника і умови навколишнього середовища, під впливом якого розраховується огорожувальна конструкція, визначаючи тим самим граничні умови, що оточують поперечний переріз. Після задання моделі, подальші кроки розрахунку (створення розрахункової сітки і розрахунок теплопередачі) виконуються автоматично. Результати розрахунку можна переглядати в різній формі, включаючи U-фактор (коефіцієнт теплопередачі), ізотерми, вектори теплового потоку і локальні температури. Створення кожної математичної моделі – поетапний процес.

Кожна конструктивна схема складається з трьох шарів: гіпсокартонного листа товщиною 12,5 мм, утеплювача товщиною 150 мм та профільованого настилу товщиною 0,5 мм (при моделюванні він не враховується). Так як кожна схема незмінна по всій товщині, то моделювання виконувалося як для плоскої задачі.

Першим етапом моделювання є створення геометричної схеми шляхом задання крайових координат кожної із моделей – вказується їх довжина та ширина. Для спрощення створення геометричних схем, виконувався імпорт файлів у форматі DXF. Отже, маючи готову геометричну схему, задаються властивості матеріалів, які були запроектовані в ній – запроектований утеплювач із відповідною густиною та теплопровідністю, гіпсокартонний лист густиною $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ та теплопровідністю $\lambda = 0,21 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, сталь густиною $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ і теплопровідністю $\lambda = 58 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ (рис. 1.2, б).

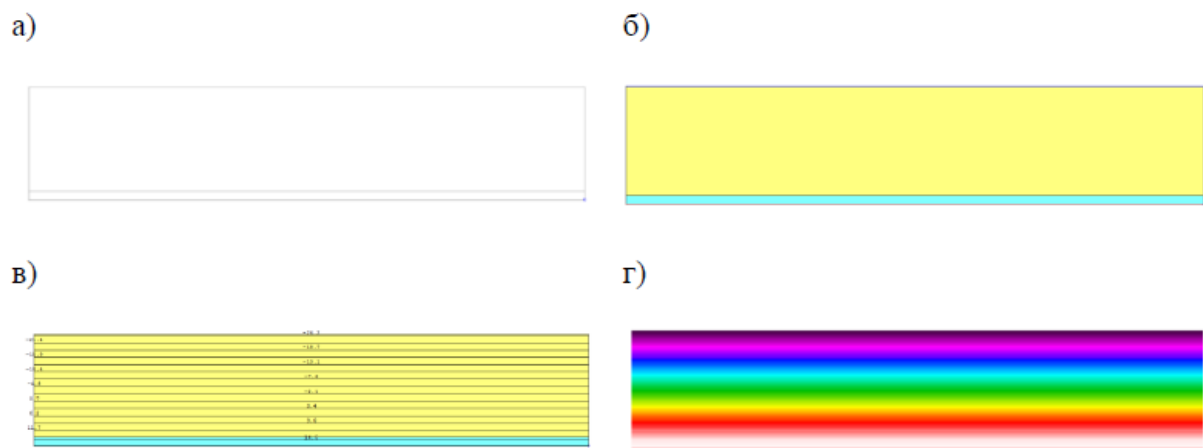


Рис. 1.2 Моделювання одного із експериментальних зразків:

а) геометрія моделі; б) розбиття моделі на скінченні елементи та задання матеріалів; в) ізотерми температур в перерізі експериментальної моделі; г) температурне поле експериментальної моделі

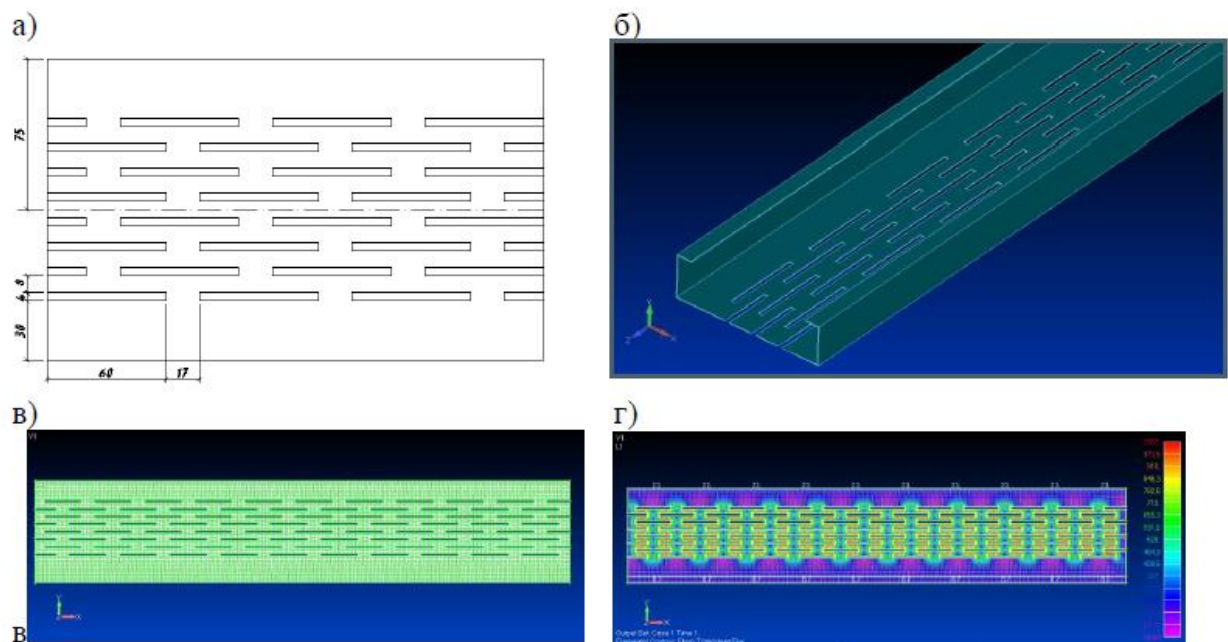


Рис.1.3. Моделювання перфорованої стінки профілю:

а) схема перфорації; б) об'ємна модель; в) розбиття моделі на скінченні елементи; г) тепловий потік експериментальної моделі

У результаті проведення розрахунків методом скінченних елементів за допомогою комп'ютерних програм отримують розподіл температур на внутрішній поверхні стінових моделей із ЛСТК; розподіл теплових потоків по довжині стінових моделей із ЛСТК; розподіл температури в перерізі для кожної стінової моделі із ЛСТК.

1.5. Висновки по розділу

У результаті теоретичних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Для експериментальних досліджень приймаються найпоширеніші теплоізоляційні матеріали, які використовуються при технології ЛСТК – пінополістирол, мінеральна вата, гіпсокартон, OSB та полістиробетон різної густини. Для останнього визначаються його властивості, результати показують лінійну залежність коефіцієнта теплопровідності від кубикової міцності ПСБ.

2. Проаналізовано існуючі конструктивні рішення стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій. Встановлено, що вплив теплопровідних включень стін із ЛСТК на їхню теплопровідність є важливим науковим питанням.

РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика об'єкту

Основним призначенням архітектури є створення сприятливого і безпечного для існування людини життєвого середовища, характер і комфортабельність якої визначалася рівнем розвитку суспільства, його культурою, досягненнями науки і техніки. Це життєве середовище утілюється в будівлях, що мають внутрішній простір, комплексах будівель і споруд, організуючих зовнішній простір: вулиці, площі і міста.

У сучасному розумінні архітектура – мистецтво проектувати і будувати будівлі, споруди і їх комплекси. Вона організовує всі життєві процеси. Разом з тим, створення виробничої архітектури вимагає значних витрат суспільної праці і часу. Тому до вимог, що пред'являються до архітектури разом з функціональною доцільністю, зручністю і красою, входять вимоги технічної доцільності і економічності. Окрім раціонального планування приміщень, відповідним тим або іншим функціональним процесам зручність всіх будівель забезпечується правильним розподілом сходів, ліфтів, розміщенням устаткування і інженерних пристроїв (санітарні прилади, опалювання, вентиляція). Таким чином, форма будівлі багато в чому визначається

функціональною закономірністю, але разом з тим вона будується по законах краси.

Запроектвані будинки і споруди в основному мають прямокутну форму в плані і блокуються в загальному обсязі за допомогою деформаційних швів, які розділені по довжині і ширині на окремі частини (блоки) з метою зменшення зусиль від температури й усадки бетонних і залізобетонних конструкцій.

Будівлю пропонується побудувати з використанням сучасних прогресивних технологій будівництва.

2.2. Призначення будівлі

Торговельно-розважальний центр (ТРЦ) - це сукупність підприємств торгівлі, послуг, громадського харчування і розваг, підібраних відповідно до концепції і здійснюючих свою діяльність в спеціально спланованій будівлі (або комплексі таких), що знаходиться в професійному управлінні і підтримуваному у вигляді однієї функціональної одиниці.

Зростаючі вимоги населення до сфери торгівлі і обслуговування сприяють розвитку торговельно-розважальних центрів, де покупець зміг би поглянути і оцінити, а також оформити покупку за чашкою кави, а також непогано відпочити, не виходячи за межі будівлі. В центрі міста розташовується велика кількість як існуючих, так і таких, що будуються громадських будівель, на відміну від його околиць, де основний акцент все-таки робиться на будівництво житлових будинків.

Просторові резерви вибраної ділянки для будівництва максимально використовуватимуться без збитку для інсоляції навколишніх будинків, насаджень і асфальтованих проїздів прилеглої території.

2.3. Відомості про інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови району будівництва

2.3.1. Геологічна характеристика ґрунтів

В основі будинку, що проектується, виділені такі інженерно-геологічні елементи:

ПЕ-1. Ґрунтово-рослинний шар: суглинок тугопластичний, твердий, з корінням рослин, Потужність верстви – 2,4-2,8 м.

ПЕ-2. Глина напівтверда. Потужність верстви – 1,6-2,0 м.

ПЕ-3. Пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою. Потужність верстви – 5,6-6,2 м.

ПЕ-4. Супісок коричневий, світло-сірий, текучий. Потужність верстви – 5,4-6,0 м.

ПЕ-5. Суглинок напівтвердий. Потужність верстви – 3,6-4,1 м.

Ґрунти відносяться до категорії надійних, оскільки модуль деформацій $E_0 > 5 \text{ МПа}$.

2.3.2. Гідрогеологічні умови

Просідаючі ґрунти в межах майданчика будівництва відсутні. Рівень ґрунтових вод спостерігається на відмітці 4.4 м від поверхні землі. За результатами аналізу води неагресивні по відношенню до бетону. Рельєф будівельного майданчика досить пологий. Представляє собою схил з перепадом висот в межах кордонів ділянки 3м (2%).

2.4. Кліматичні умови майданчика будівництва в м. Київ

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 кліматичні умови майданчика будівництва:

Кліматичний район будівництва – II, при проектуванні враховані наступні характеристики району :

Температура зовнішнього повітря :

а) найбільш холодної доби - 23°C

б) найбільш холодної п'ятиденки - 19°C

Річна кількість опадів, мм 711

Середньомісячна відносна вологість повітря, в %:

у січні 79

у липні 46

Район по швидкісному натиску вітру III

Середня швидкість вітру по напрямам приведена в таблиці 2.1. Одиниці виміру - м/с.

Таблиця 2.1.

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	4	3.1	3.5	4.5	4.9	4.1	4.1	4.4
Липень	3.8	2.9	3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.9

Повторюваність вітру (%) по напрямам приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	9	7	7	15	16	20	13	13
Липень	17	10	10	8	1	11	16	22

2.5. Генеральний план

Ділянка, відведена для будівництва, розташована поблизу дороги, що забезпечує хороший транспортний зв'язок об'єкту, що зводиться, з інфраструктурою міста.

Для забезпечення безперешкодного проїзду пожежних машин довкола будівлі, що зводиться, виконані проїзди з шириною дорожнього полотна. Ці ж проїзди також служать для доставки товарів до розвантажувальних платформ і доступу персоналу до службових парковок.

На генеральному плані виділяють:

- будівля торгово-розважального комплексу
- господарські двори
- зона парковки

Господарські двори служать для підвезення товарів до установ торгівлі, постачання установ харчування, зберігання відходів. Вони розташовані з протилежної до входу сторони комплексу, що зводиться. Це дозволяє розділити потоки відвідувачів і службового транспорту.

Зона відвідувачів складається з автомобільної парковки на 160 машино-місць та зони відпочинку відвідувачів. Одне машино-місце парковки є майданчиком розміром 6х3 м. Доступ в зону для відвідувачів можливий з боку вулиці з двох в'їздів. Зона відпочинку відвідувачів являє собою квітник, розташований по центру зони відвідувачів.

Зона центрального входу виконана у вигляді плиточного покриття. Інші пішохідні комунікації, як і автомобільні проїзди виконані з асфальтобетону.

Ширина основних транспортних комунікацій – 6 м, ширина тротуарів – 3м.

Основні техніко-економічні показники генерального плану

- площа ділянки 32000 м²
- площа забудови 10808 м²
- площа парковки 6854 м²
- площа озеленення 9055 м²
- площа асфальтованих ділянок та проїздів 4958 м²
- коефіцієнт забудови 0.35
- коефіцієнт озеленення 0.28
- коефіцієнт асфальтованих ділянок та парковки 0.37

2.6. Об'ємно-планувальні рішення

Будівля має прямокутну форму.

Основні габарити будівлі в осях 122х84 м. Загальна висота будівлі від рівня нуля – 21.7 м. Торговельно-розважальний центр має 4 поверхи.

Висота першого та другого поверху – 3.3 м, третього поверху – 4 м, четвертого – 4.4 м.

Об'ємно-планувальна структура торгових відділів визначається функціональною системою руху товарів, враховує задачі впровадження прогресивної технології, новітнього устаткування і комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів і забезпечує створення оптимального середовища для покупців.

До торгових відділів належать магазини, кіоски преси, виставкові площі. Розміщуються вони на перших двох поверхах центру.

На першому поверсі передбачається розташування ролердрому з прилеглими до нього спеціальними приміщеннями, а саме: роздягальня, приміщення видачі ролеків і магазин з товарами для ролерів.

Також на першому поверсі розташовуються боулінг-клуб, кафе, трансформаторна, аптека.

На другому поверсі окрім магазинів також розташовуються кафе та адміністративні приміщення.

На третьому поверсі розташований кінотеатр з чотирнадцятьма глядацькими залами, розраховані на різну кількість глядачів.

Тут же розташовується книжковий магазин, дитячий розважальний центр, інтернет-кафе та більярдний клуб.

На четвертому поверсі розташовано фітнес-клуб та диско-клуб.

Функціонально торгівельні установи поділяються на три групи приміщень. Основною групою є торгівельні зали. Вони мають природне освітлення та штучне освітлення. Друга група приміщень для прийому і зберігання товарів. Третя група – група службових і побутових приміщень.

Доступ відвідувачів до установ торгівлі здійснюється через роздільні входи. Товари в торгівельних залах розміщуються паралельними рядами на прилавках. Доставка товарів до прилавка здійснюється за допомогою візків робітниками торгівельного залу.

Друга група приміщень включає розвантажувальні, приймальні і приміщення для зберігання товарів. Їх підвезення здійснюється через розвантажувальні, кожна з яких призначена для одночасного розвантаження двох автотранспортних засобів. Далі товари поступають в приймальні, з яких товари вручну за допомогою візків доставляються в приміщення для зберігання товарів.. Доступ в ці приміщення здійснюється або безпосередньо з торгівельних приміщень, або через службовий коридор. Доставка товарів в зал здійснюється переважно з приміщень для зберігання.

Службові приміщення мають власний вхід. Вони складаються з гардеробних для персоналу з душовими і санвузлами, приміщень адміністрації торговельних установ, технічні приміщення.

2.7. Конструктивні рішення

Будівля торговельно-розважального центру відноситься до будівель II ступеня відповідальності. Ступінь вогнестійкості будівлі – II.

Конструктивна система будівлі являє собою рамний сталевий каркас.

Фундамент будівлі – монолітні фундаменти, які влаштовуються під колони.

Стіни виконуються із несучих пустотних шлакоблоків обшитих утеплювачем, зовні облицьовані вітрозахисною плівкою. Товщина шлакоблоків – 200мм. Використовується утеплювач – «ROCKWOOL» завтовшки 100 мм.

Віконні отвори заповнюються подвійними склопакетами з алюмінієвими рамами. Над ними влаштовуються перемички.

Суцільне заскління торговельних залів виконується з алюмінієвих рам із заповненням подвійними склопакетами.

Колони – металеві, виконуються круглого перерізу.

Міжповерхові перекриття складає:

- алюмінієві панелі, покриті емаллю;
- збірна залізобетонна плита перекриття;
- стяжка із цементно-шлакового розчину;
- прошарок із заповнення швів швидкотверднучою мастикою;
- керамічна плитка.

Перегородки виконуються у вигляді гіпсокартонних листів. Сумарна товщина перегородок в службовій і торговій частинах складає 120 мм.

Мокрі приміщення, такі як санвузли, облицьовуються вологостійкими гіпсокартонними листами, що мають понижене водопоглинання (менше 10%) і що мають підвищену протидію проникненню вологи.

Інші приміщення облицьовуються звичайними гіпсокартонними листами.

Елементи каркаса, для забезпечення необхідної вогнестійкості, облицьовуються одним шаром звичайного гіпсокартону, і одним шаром гіпсокартону з підвищеним опором відкритому полум'ю.

У якості звукоізолюючого шару застосовуються вироби з мінерального або скловолокна на синтетичній мастиці.

Основними матеріалами кровлі є: профнастил по металевим балках, пароізоляційна плівка, утеплювач товщиною 100мм.

Водостік з покриття влаштовується внутрішній організований. Збір води здійснюється воронками, вузол влаштування якої, зображений на рис.2.1

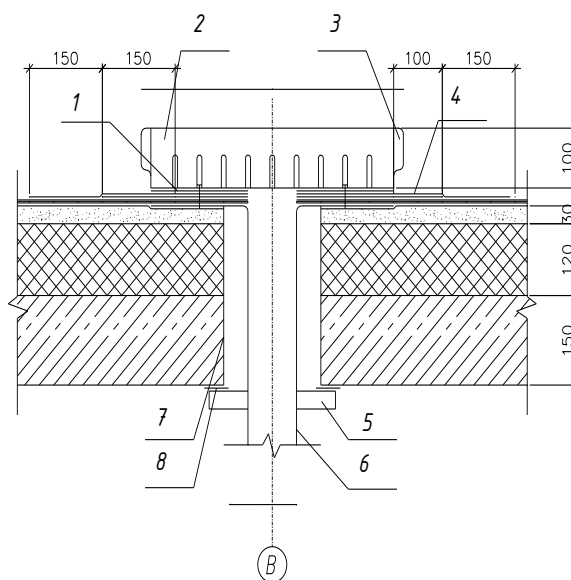


Рис.2.1. Вузол водостічної воронки

де, 1 - заливка бітумною мастикою, 2- чаша водостічної воронки, 3 – випрямляч, 4 - шари покрівлі, 5 - затисний хомут, 6 - спускова труба, 7 - гільза з асбестоцементної труби, 8 - гумова прокладка

Сходи виконуються у вигляді залізобетонних набірних рівнів, укладених по металевим косоурам. Вузол сходів зображений на рис.2.2

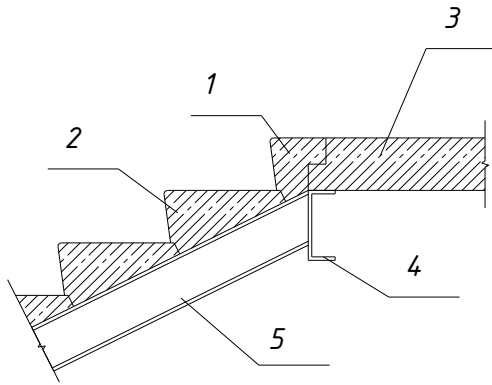


Рис.2.2. Вузол сходів

де 1 – верхня сходинка, 2 – середня сходинка, 3 – перекриття, 4 – підкосоурна балка, 5 – металевий косоур

Зовнішні сходи виконуються металевими.

Конструкції використовуваних підлог розрізняються залежно від призначення приміщення. Так в санвузлах, торговельних залах, вбиральнях, барах і кафе використовуються плиткові підлоги (рис.2.3)



Рис.2.3. Вузол плиткової підлоги

У приміщеннях перебування службового персоналу, в таких як кабінети, бухгалтерія, архів, каса, кімнатах персоналу влаштовуються наступні підлоги (рис.2.4)



Рис.2.4. Вузол підлоги у службових приміщеннях

Стіни адміністративних приміщень, приймалень і приміщень персоналу обклеюються шпалерами під фарбування. Це дозволяє, при необхідності, внести зміни в кольорову палітру кімнат. Покриття стін санвузлів облицьовуються плиткою. У коморах і складах стіни фарбуються.

Стелі в службових, побутових, адміністративних приміщеннях, коридорах виконуються підвісними з гіпсокартону. У вологих приміщеннях, таких як санвузли, душові - застосовуються металеві панелі.

2.8. Інженерне устаткування торгівельних установ

2.8.1 Водопровід і каналізація

В установах передбачені: господарсько-питний водопровід холодної і гарячої води, побутова каналізація, водостоки, внутрішній протипожежний водопровід, запроектовані відповідно до діючих нормативних документів.

У магазинах виконується установка водолічильників холодної і гарячої води. Водомірні вузли встановлюються на відгалуженнях трубопроводів до установ.

У приміщеннях для зберігання прибирального інвентаря передбачені раковини, трапи, а також крани холодної і гарячої води.

2.8.2 Опалювання і вентиляція

Опалювання, вентиляція, кондиціонування повітря і аварійна протидимова вентиляція торговельних установ проектується відповідно до діючих нормативних документів.

Для торговельних залів, а також для розвантажувальних приміщень слід передбачувати окремі гілки систем водяного опалювання. Чергове опалювання в торговельних залах розраховане на температуру повітря плюс 10 градусів С. Передбачається автономний облік витрати теплоносія для кожної з установ.

При кожному з входів виконується повітряно - теплова завіса на електриці.

У приміщеннях закладів встановлюється система примусового обміну повітря з компенсацією використаного повітря.

У торговельних залах застосовується рециркуляція повітря, при цьому зовнішнє повітря слід подавати в об'ємі не менше 20 м³/г на одну людину.

Система вентиляції установ запроектована ізольованого від приміщень готелю.

У приміщеннях комор виконується природна система вентиляції з самостійними каналами.

2.8.3 Електротехнічні пристрої

В кожній з установ виконується один загальний ввідно-розподільний пристрій (ВРП) або головний розподільний щит (ГРЩ) для прийому електроенергії від міської мережі і розподілу її по споживачах електроенергії.

ВРП або ГРЩ розміщуються в спеціально виділених приміщеннях (електрощитових), що закриваються. У електрощитових слід виконувати електричне освітлення, вентиляцію і забезпечувати температуру не нижче плюс 5⁰С.

Від ВРП і ГРЩ, які живлять лінії робочого і аварійного освітлення, освітлення вітрин, реклами і ілюмінації проектується самостійними.

Живлення електроприймачів протипожежних пристроїв і охоронної сигналізації незалежно від категорії надійності електропостачання виконується від різних введень, а при одному введенні - двома лініями від цього введення з пристроєм автоматичного включення резерву (АВР). Розподіл електроенергії

до силових розподільних щитів, пунктів і групових щитків мережі електричного освітлення здійснюється за магістральною схемою.

У силових розподільних мережах за магістральною схемою слід сполучати не більше чотирьох електроприймачів потужністю до 3 кВт кожний, а також не більше двох потужністю до 5 кВт кожен. Одинична потужність електроприймачів, що живляться за магістральною схемою, не повинна розрізнятися більш ніж на 25%.

За наявності більше двох касових апаратів їх живлення слід здійснювати від двох ліній. Кількість касових апаратів, що живляться однією лінією, не обмежується.

У залах встановлюються розетки із захисними шторками, які вмикаються через пристрій захисного відключення (ПЗВ). Ці розетки призначені для підключення збиральних машин, а також для перевірки.

Управління освітленням складських приміщень для підготовки товарів до продажу виконується для кожного приміщення з можливістю централізованого дистанційного відключення. Вимикачі місцевого управління освітленням розташовуються поза приміщеннями на конструкціях, що не згорають, і розміщуються в шафах або нішах будівельних конструкцій.

У торговельних залах, а також над касовими апаратами встановлюються світильники аварійного освітлення. У установах передбачається: міський телефонний зв'язок і радіотрансляція, автоматична пожежна сигналізація, система оповіщення людей про пожежу.

2.9. Техніко-економічні показники

Кількість поверхів – 5

Площа земельної ділянки – 3.2 га

Площа забудови - 10808.0 м²

Будівельний об'єм – 171043,0 м³

Загальна площа – 25696,1 м²

Відкрита автостоянка – 6854 м²

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок колони

3.1.1. Підбір перерізу колони

Приймаємо шарнірне закріплення кінців колони.

Визначаємо розрахункову довжину колони:

l_{ef} – висота колони.

$$l_{ef} = 17,15 \text{ м}$$

Розрахункове зусилля в колоні дорівнює двом реакціям опор балки з урахуванням 1% від навантаження на власну вагу колони.

$$N = 2Q \cdot 1,01 = 2 \cdot 2632,2 \cdot 1,01 = 5317 \text{ кН}$$

Сталь для колони беремо С345 ($R_y = 300 \text{ МПа}$).

Обчислюємо спочатку параметр вихідних даних:

$$\eta = \frac{10^5 \cdot N}{l_{ef}^2 \cdot R_y} = \frac{10^5 \cdot 5317}{600^2 \cdot 300} = 4,92$$

$\lambda = 35$ (за графіком гнучкості)

За таблицею знаходимо коефіцієнт $\varphi = 0,9$.

Потрібна площа перерізу колони:

$$A = \frac{N \cdot 10}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{5317 \cdot 10}{0,9 \cdot 300 \cdot 1} = 197,4 \text{ см}^2$$

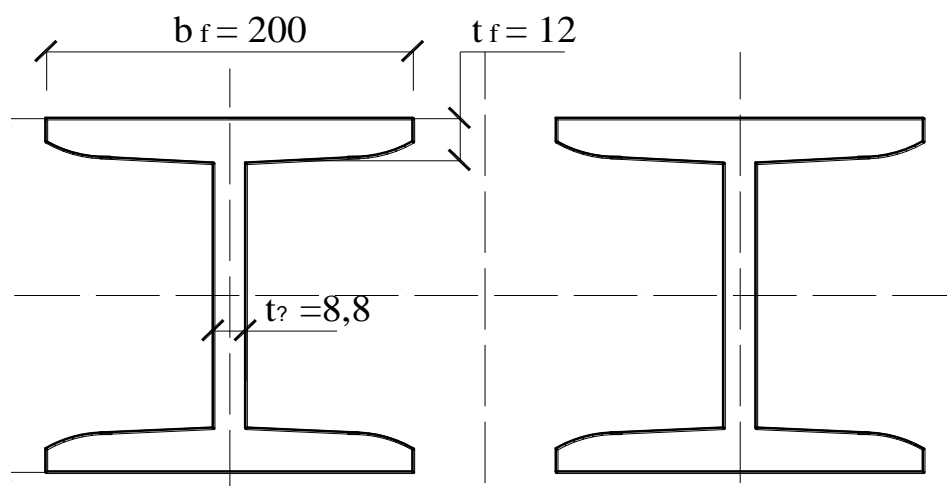


Рис. 3.1. Переріз колони

Беремо за сортаментом два двотаври:

2 [30У з площею $A = 2A_1 = 2 \times 92,98 \text{ см}^2 = 185,96 \text{ см}^2$

За сортаментом визначаємо погонні дані двотавра та його параметри

$$\begin{aligned}i_x &= 19,99 \text{ см} & J_y &= 1606 \text{ см}^4 & b_f &= 200 \text{ мм} \\i_y &= 4,16 \text{ см} & x_0 &= 2,75 \text{ см} & t_\omega &= 8,8 \text{ мм} \\ & & t_f &= 12 \text{ мм} & & \end{aligned}$$

Перевіряємо стійкість колони відносно матеріальної осі:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{600}{19,99} = 30 ; \quad \varphi = 0,904$$

$$\sigma = \frac{5317 \cdot 10}{0,904 \cdot 185,96} = 294 \text{ Н/см}^2 < R_{yc} = 300 \text{ Н/см}^2$$

Стійкість забезпечується з запасом міцності на 2%

Обчислимо гнучкість відносно вільної осі:

$$\lambda_{y, \text{вільна}} = \frac{\lambda_x}{\nu} = \frac{30}{1,25} = 24$$

ν_x – коефіцієнт при $\lambda_x > 80$, то $\nu = 1,15 \dots 1,20$

$\lambda_x < 80$, то $\nu = 1,2 \dots 1,3$

Визначимо оптимальну відстань між осями віток:

$$b_0 = 2 \sqrt{\frac{l_{ef}^2}{\lambda_{y, \text{вільна}}^2} - \frac{2J_y}{A}} = 2 \sqrt{\frac{600^2}{24^2} - \frac{2 \cdot 1606}{185,96}} = 50 \text{ см}$$

Потрібна ширина колони $b_k = b_0 + 2 \frac{b_f}{2} = 50 + 20 = 70 \text{ см}$

Беремо $b_k = 70 \text{ см}$, $\Delta = 700 - 2 \cdot 200 = 300 \text{ см} > 100 \text{ см}$

3.1.2. Розрахунок планок

Потрібна гнучкість між планками:

$$\lambda_{1, \text{планка}} = \sqrt{\lambda_{ef}^2 - \lambda_y^2} = \sqrt{30^2 - 24^2} = 18$$

При цьому відстань між планками повинна бути не більшою:

$$l_{1, \text{планка}} = \lambda_{1, \text{планка}} \cdot i_y + 50 = 18 \cdot 4,16 + 50 = 124,88 \text{ см}$$

Приймаємо $l_{1, \text{планка}} = 124 \text{ см}$

Розміри планок: $b_n = \Delta + 2 \cdot 25 = 350$ ù

$$h_n = 0,7 \cdot b_k = 0,7 \cdot 700 = 490 \text{ ù}$$

$$t_n = \frac{h_n}{30} = \frac{490}{30} = 16,5 \text{ ù}$$

Перевіряємо умову при якій вірна формула:

$$\frac{J_n \cdot l_1}{J_y \cdot b_0} > 5,$$

де $J_n = \frac{t_n \cdot h_n^3}{12} = \frac{1,65 \cdot 49^3}{12} = 16176,7 \text{ cì}^4$

$$\frac{16176,7 \cdot 124}{1606 \cdot 50} = 25 > 5$$

Формула для визначення λ_1 - вірна і не потребує корегування.

$$\lambda_1 = \frac{l_{1,\text{в\ddot{o}d}} - h_{\text{в\ddot{e}}}}{i_y} = \frac{124 - 49}{4,16} = 18,02$$

$$i = \sqrt{\frac{J_y}{A_1} + \frac{(b_k - 2x_0)^2}{4}} = \sqrt{\frac{1606}{92,98} + \frac{(70 - 2 \cdot 10)^2}{4}} = 25,34 \text{ ù}$$

A_1 - площа однієї вітки колони (площа одного швелера).

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{600}{25,34} = 23,7$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{23,7^2 + 18,02^2} = 29,8 < \lambda_x = 30.$$

Для розрахунку кріплення планок до віток обчислюємо умовну поперечну силу:

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{N}{\varphi} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{2060000}{34500000} \right) \frac{5317}{0,904} = 97,94 \text{ ù}$$

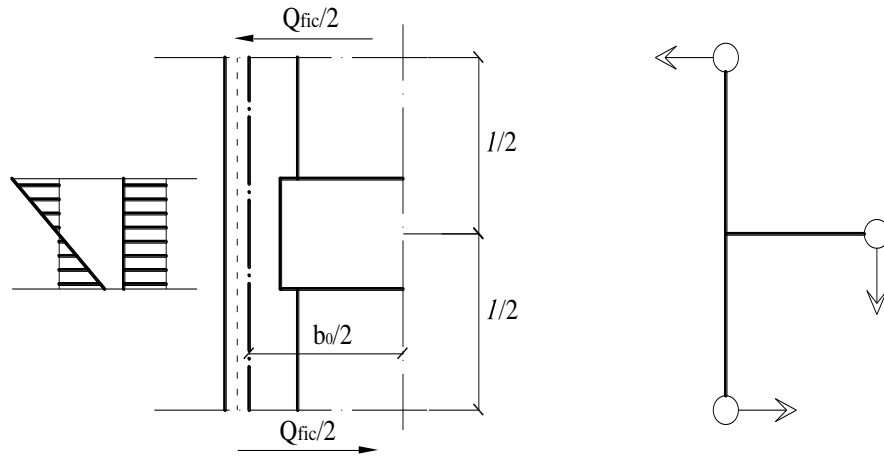


Рис.3.2. Креслення до розрахунку планок

Визначаємо зусилля F і M , які діють на планку:

$$F = \frac{Q_s \cdot l_1}{b_0} = \frac{0,5 \cdot 97,94 \cdot 124}{50} = 121,44 \text{ êí}$$

$$M = \frac{Q_s \cdot l_1}{2} = \frac{0,5 \cdot 97,94 \cdot 124}{2} = 3036 \text{ êí} \cdot \tilde{n}\grave{\imath}$$

Q_s - умовна поперечна сила, що припадає на планку однієї грані. Планки кріпимо до віток колони механізованим зварюванням в середовищі CO_2 зварювальним дротом марки 28Г2С. Розрахункові опори:

$$R_{of} = 215 \text{ МПа} \quad R_{ox} = 220 \text{ МПа}$$

Діаметр зварювального дроту 3 – 8 мм, β_f і β_z при катеті 3 – 8 мм відповідно дорівнюють 0,9 і 1,05.

Розрахунковим є переріз по металу шва оскільки $\beta_f \cdot R_{of} < \beta_z \cdot R_{ox}$.

Визначаємо потрібний катет шва для кріплення планок.

$$k_{f,\tilde{n}\grave{\imath}} = \frac{10}{\beta_f \cdot R_{of}} \sqrt{\left[\frac{6M}{(b_n - 1)^2} \right]^2 + \left(\frac{F}{h_n - 1} \right)^2} =$$

$$\frac{10}{0,9 \cdot 215} \sqrt{\left[\frac{6 \cdot 3036}{34^2} \right]^2 + \left(\frac{121,44}{48} \right)^2} = 0,78 \tilde{n}\grave{\imath}$$

Беремо катет $k_f = 8 \grave{\imath}$, що задовольняє конструктивним вимогам

3.1.3. Конструювання і розрахунок бази наскрізної колони.

Конструкцію бази беремо шарнірну, як і передбачено.

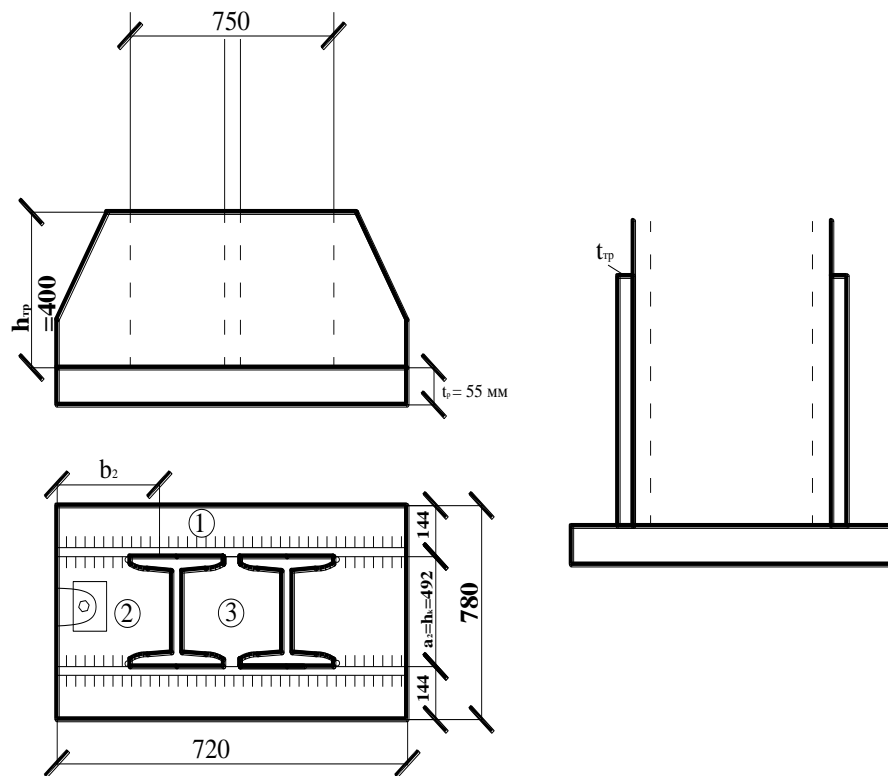


Рис.3.3. База колони

Бетон фундаменту беремо С15/20.

Внутрішній опір бетону підбираємо по таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Клас бетону	C8/10	C10/15	C12/15	C10/15	C15/20	C20/25
$R_b, \text{МПа}$	4,5	6	7,5	8,5	11,5	14,5

Марка бетону С15/20 ($R_b = 11,5 \text{ МПа}$)

Беремо відношення площі верхнього уступу фундаменту

$$\frac{A_\phi}{A_{нл}} = 2$$

α - коефіцієнт для бетону класу нижче ніж 25 дорівнює 1.

$$R_{b,loc} = \alpha \cdot \varphi_b \cdot R_b = 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{A_\phi}{A_{нл}}} \cdot R_b = \sqrt[3]{2} \cdot 11,5 = 9,44 \text{ МПа}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{n} \approx 100 - 150 \text{ ù } (\text{äâëîäíâäâ äî}) \\ t_{\text{òð}} = 42 \text{ ù} \\ B = 780 \text{ ù} \end{array} \right.$$

$$c = \frac{B - h_k - 2t_{mp}}{2} = \frac{780 - 492 - 2 \cdot 42}{2} = 102 \text{ мм}$$

$$A_{\text{вè. ìðð}} = \frac{N \cdot 10}{R_{b,loc}} = \frac{52644}{9,44} = 5577 \text{ ù}^2$$

Потрібна довжина плити:

$$L_{\text{ìðð}} = \frac{A_{\text{вè. ìðð}}}{B} = \frac{5577}{78} = 71,5 \text{ ù}$$

Беремо $L = 720 \text{ ù}$

Фактична площа плити у плані:

$$A = L \cdot B = 5616 \text{ ù}^2 > 5577 \text{ ù}^2.$$

Середнє напруження в бетоні під плитою:

$$\sigma_b = \frac{N \cdot 10}{A_{\text{вè}}} = \frac{52644}{5616} = 9,37 \text{ ìà}$$

Для смужки ширини $b = 1 \text{ см}$ навантаження $q = \sigma_b = 0,937 \frac{\text{êí}}{\text{ñì}}$

Згинальні моменти, що діють на плиту бази:

У ділянці 1 (консоль):

$$M_1 = \frac{q \cdot c^2}{2} = \frac{0,937 \cdot 10,2^2}{2} = 48,74 \text{ êí} \cdot \text{ñì}$$

У ділянці 2:

$$\text{При } \frac{b_2}{a_2} \geq 0,5, \quad \text{òì } M_2 = \beta \cdot q \cdot a_2^2 = 1 \cdot 0,937 \cdot 49,2 = 46,1 \text{ êН} \cdot \text{ñì}.$$

У ділянці 3:

$$M_3 = \alpha \cdot q \cdot a_2^2$$

α – коефіцієнт, який залежить від відношення $\frac{b_k}{a_2}$.

$$\frac{b_k}{a_2} = \frac{700}{492} = 1,42$$

Коефіцієнт α визначаємо з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

$\frac{b_k}{a_2}$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	> 2
α	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,1	0,12

Дійсне значення коефіцієнта α визначаємо з допомогою інтерполяції:

$$\alpha_1 = 0,075 \quad \alpha_2 = 0,081$$

$$\left(\frac{b_k}{a_2}\right)_1 = 1,4 \quad \left(\frac{b_k}{a_2}\right)_2 = 1,5 \quad \frac{b_k}{a_2} = 1,42$$

$$\alpha = \alpha_1 + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\left(\frac{b_k}{a_2}\right)_2 - \left(\frac{b_k}{a_2}\right)_1} \left(\left(\frac{b_k}{a_2}\right)_2 - \frac{b_k}{a_2} \right) = 0,075 + \frac{0,081 - 0,075}{1,5 - 1,4} (1,5 - 1,42) = 0,081 + 0,004 = 0,077$$

$$M_3 = \alpha \cdot q \cdot a_2^2 = 0,077 \cdot 0,937 \cdot 49,2^2 = 174,6 \text{ êÍ } \cdot \tilde{n}\grave{\text{ı}}$$

Розрахунковим є більший момент з трьох обчислених, тобто:

$$\max M = 174,6 \text{ êÍ } \cdot \tilde{n}\grave{\text{ı}}$$

Визначаємо товщину плити:

$$t_{\text{в\ddot{e}д\ddot{e} \text{ п\ddot{o}д}} } = \sqrt{\frac{6M_{\text{max}} \cdot 10}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 174,6 \cdot 10}{300}} = 5,9 \text{ с\grave{i}}$$

Остаточню приймаємо $t_{\text{в\ddot{e}д\ddot{e} \text{ п\ddot{o}д}} } = 60 \text{ м\ddot{m}}$.

$$R_y = 300 \text{ МПа} \quad \text{для сталі С 345 при } t \geq 20 \text{ мм}$$

$\gamma_c \geq 1$ оскільки границя текучості $R_{yn} > 285 \text{ МПа}$

Розраховуємо шви для кріплення траверс до стрижнів колони.

Початкові дані для розрахунку швів для кріплення траверс до стрижнів колони використовуємо такі як при розрахунку колони

$$k_f = 10,56 \text{ мм} \quad R_{of} = 215 \text{ МПа} \quad R_{ox} = 220 \text{ МПа} \quad \beta_f = 0,9 \quad \beta_z = 1,05.$$

Навантажувальна площа траверса:

$$A_{\text{од}} = (c + t_{\text{од}} + 0,25h_k)L = (10,2 + 4,2 + 0,25 \cdot 49,2) \cdot 72 = 1922,4 \text{ с\grave{i}}^2$$

Зусилля, що припадає на траверсу:

$$N_{\delta\delta} = \frac{\sigma_b}{A_{\delta\delta}} = \frac{0,937 \cdot 10^6}{1922,4} = 487,4 \text{ êí}$$

Обчислимо довжину шва:

$$l_{\omega} = \frac{N_{\delta\delta} \cdot 10}{2\beta_f \cdot k_f \cdot R_{of}} = \frac{487,4 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 1,056 \cdot 215} = 38,45 \text{ ñì} < 85\beta_f \cdot k_f = 80,78 \text{ ñì}$$

Розрахуємо потрібну висоту траверси:

$$h_{mp} = l_{\omega} + 1 \text{ см} = 38,5 + 1 = 39,5 \text{ см}$$

Отже, при остаточному розрахунку маємо:

$$h_{mp} = 40 \text{ см}$$

Міцність траверс на згин як у двох консольних балках не перевіряємо оскільки виліт консолі b_2 - малий.

Розраховуємо шви кріплення траверс і стрижня колони до опорної плити:

При $t_{\text{в}} = 60 \text{ ù}$, $\min k_f = 11 \text{ мм}$

Беремо $k_f = 10,56 \text{ мм} \leq 1,2t_{\omega} = 1,2 \cdot 8,8 \text{ мм} = 10,56 \text{ мм}$

Обчислюємо загальну довжину швів:

$$\begin{aligned} \sum l_{\omega} &= 2(L - 1 \text{ см}) + 4(b_2 - 1 \text{ см}) + 2(h_k - 1 \text{ см}) = \\ &= 2(72 - 1) + 4 + 2(49,2 - 1) = 242,4 \text{ ñì} \end{aligned}$$

Перевіряємо дотичні напруження у швах:

$$\tau = \frac{N \cdot 10}{0,9 \cdot 1,056 \cdot 242,4} = \frac{52644}{230,4} = 208 \text{ ùà} < 215 \text{ ùà}$$

Міцність швів забезпечена.

3.3. Розрахунок попередньо-напруженої ребристої плити перекриття

3.3.1 Вказівки для проектування

У якості залізобетонних покриттів громадських і виробничих будівель використовують в основному два види конструктивних рішень. Найбільшого поширення набули так звані площинні покриття, у склад яких входять крокв'яні конструкції (балки, ферми), які перекривають необхідний прольот будівлі, і плити, що поєднують функції прогонів і настилу. Значно рідше застосовують

тонкостінні просторові покриття у вигляді оболонок (куполи, циліндрові оболонки і ін.). Почали застосовувати проміжний вигляд покриттів, так звані “плити на проліт” (гіперболічні панелі-оболонки, двосхилі плити 2Т і ін.).

У промисловому будівництві для покриття будівель переважно використовують ребристі П-образні плити розміром 3x6 м і 3x12 м. При їх проектуванні враховують особливості сприйняття навантажень. Навантаження від кровлі і снігу спочатку сприймає полиця плити. Потім одна частина навантаження передається на поперечні ребра, інша – на повдовжні. Останні сприймають також навантаження і від поперечних ребер. Всі ці елементи працюють на поперечний вигин.

У плитах покриття 2Т інший характер передачі навантажень. Зсув всередину повдовжніх ребер дозволяє відмовитися від пристрою поперечних ребер. При цьому полиця плити, що сприймає навантаження від кровлі і снігу, працює як двоконсольна балочна плита. Повдовжні ребра сприймають навантаження від полиці і працюють як проста балка таврового перетину.

3.3.2 Дані для проектування

Потрібно виконати розрахунок і конструювання збірної залізобетонної попередньо-напруженої ребристої плити покриття (мал. 3.1) розміром 3x12 м. Будівлю зводять в районі II по нормуванню снігового покриву. Режим вологості будівлі нормальний. Середовище неагресивне. По мірі відповідальності будівля відноситься до класу II. Для виготовлення плити передбачають бетон класу С25/30.

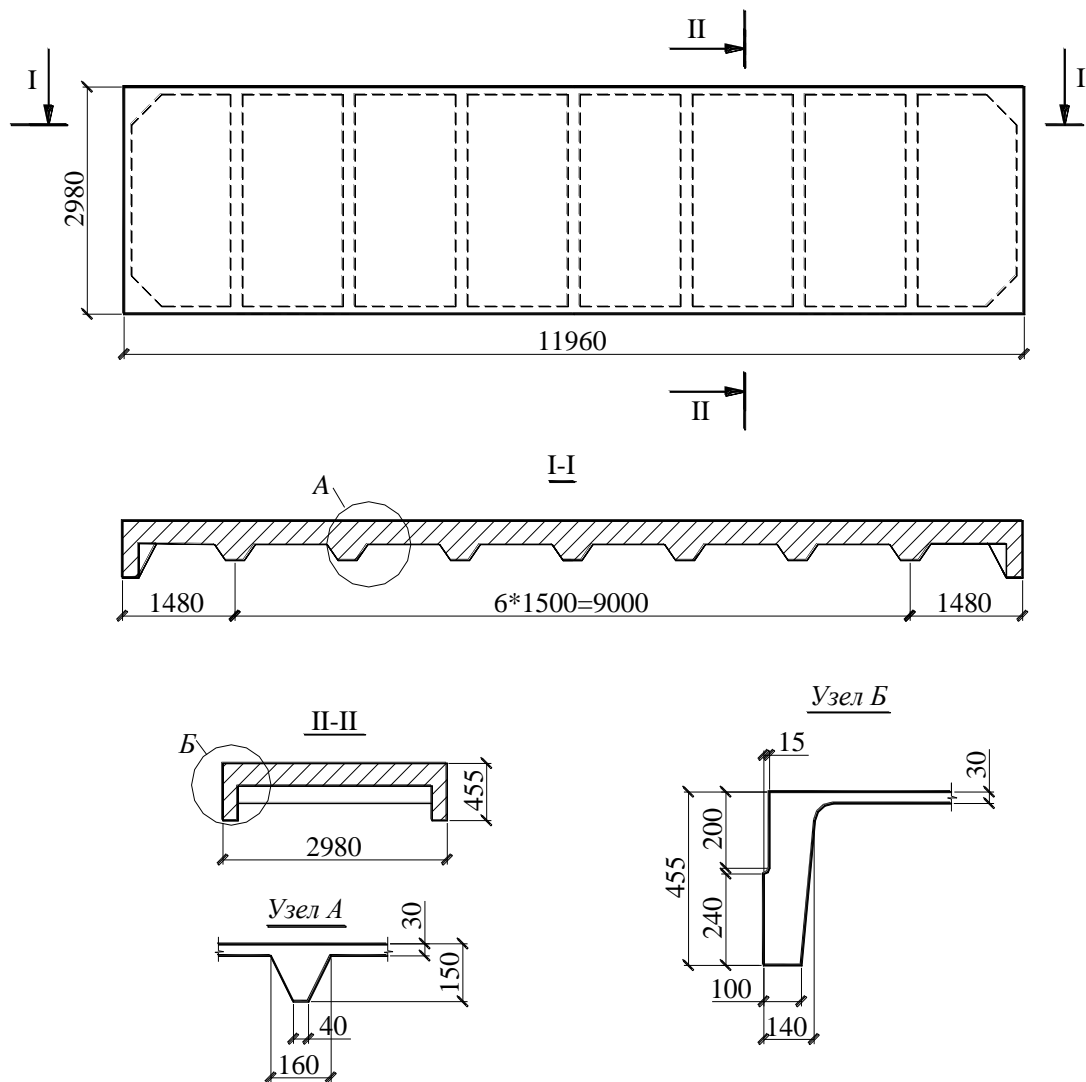


Рис. 3.10. Плита покриття (опалубочні розміри).

Прийнято армування: полиці плити – зварною рулонною сіткою, поперечних ребер – плоскими зварними сітками, поздовжніх ребер – плоскими зварними сітками і попередньо-напруженими стержнями. Натягнення арматури виконують механічним способом на упори форми. Обтискання бетону здійснюють при передавальній міцності, що становить 70% проектної.

Напружувану арматуру приймають з гарячекатаної арматурної сталі класу А800С. Рулонна сітка полиці і плоскі сітки поздовжніх ребер – з арматурного дроту класу Вр-I, плоскі сітки поперечних ребер – з цього дроту і гарячекатаної арматурної сталі класу А400С. Петлі для підйому плити – з арматурної сталі класу А240С.

До тріщиностійкості плити покриття пред'являють вимоги 3-ої категорії.

Розрахункові характеристики матеріалів: бетону класу C25/30, підданого тепловій обробці при атмосферному тиску – $R_b = 17$ МПа; $R_{bt} = 1,2$ МПа; $R_{b,ser} = 22$ МПа; $R_{bt,ser} = 1,8$ МПа; $E_b = 29000$ МПа; арматура класу A800C – $R_s = 680$ МПа; $R_{sc} = 400$ МПа; $R_{s,ser} = 785$ МПа; $E_s = 190000$ МПа; $\alpha_s = 6,55$; арматура класу A400C -- $R_s = R_{sc} = 365$ МПа; $E_s = 200000$ МПа; $\alpha_s = 6,9$; арматура класу Вр-I діаметром 3 мм $R_s = R_{sc} = 375$ МПа; $R_{sw} = 270$ МПа; теж саме, діаметром 4 мм – $R_s = R_{sc} = 365$ МПа; $R_{sw} = 265$ МПа; теж саме діаметром 5 мм – $R_s = R_{sc} = 360$ МПа; $R_{sw} = 260$ МПа; теж саме, при будь-якому діаметрі – $E_s = 170000$ МПа; $\alpha_s = 5,86$; арматура класу A240C – $R_s = 225$ МПа.

3.3.3 Визначення навантажень.

Постійне навантаження на плиту складається із ваги водотеплоізоляційного килима і власної ваги.

Тимчасове навантаження на плиту створює вага снігового покриву. По таблиці. 4 ДБН В.1.2-2:2006 знаходять $s_0 = 1$ кПа. Враховують підвищене снігове навантаження. При $L = 18$ м, $a = 9$ м та $b_l = h_l = 1,7$ м $< b = 4,5$ м враховують коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на плиту $\mu_3 = 1 + 0,5 a/b_l = 1 + 0,5 \cdot 9/1,7 = 3,65 > 2,5$; приймаємо $\mu_3 = 2,5$. Тоді нормативне значення снігової нагрузки $s_n = s_0 \mu_3 = 1 \cdot 2,5 = 2,5$ кПа, а тривала її частина $s_{nl} = 0,3 s_n = 0,3 \cdot 2,5 = 0,75$ кПа.

Навантаження на 1 м^2 поверхні плити покриття приведені в табл.8.16, розрахункові навантаження визначені з врахуванням коефіцієнта надійності по призначенню конструкцій $\gamma = 0,95$.

3.3.4. Розрахунок полиці плити.

Полиця є однорядною багатопрольотною плитою, що обрамована ребрами. Середні прольоти розглядають як плити, затиснені по всьому контуру, крайні – як плити, затиснені по трьом сторонам і вільно оперті на торцеві ребра.

Таблиця 3.1.

Навантаження на плиту

Вид навантаження	Навантаження, кПа			Коефіцієнт надійності по нагрузці $\gamma_f > 1$
	норматив на	розрахункова		
		при $\gamma_f = 1$	при $\gamma_f > 1$	
Постійна	2,617	2,487	2,910	—
в т. ч.:	0,1	0,095	0,124	1,3
водоізоляційний килим	0,36	0,342	0,445	1,3
асфальтова стяжка ($\gamma = 18$ кН/м ³ , $t = 20$ мм)	0,4	0,38	0,494	1,3
утеплювач ($\gamma = 4$ кН/м ³ , $t = 100$ мм)	0,05	0,048	0,062	1,3
пароізоляція	1,69	1,606	1,767	1,1
вага плити	0,017	0,016	0,018	1,1
шви замонолічування				
Тимчасова:	2,5	2,375	3,325	1,4
снігова	0,75	0,713	0,998	1,4
в т. ч. тривала	1,75	1,663	2,328	1,4
короткочасна				
Повна:	5,117	4,862	6,235	—
в т. ч. тривала, діюча	3,367	3,20	3,908	—
короткочасна	1,75	1,663	2,328	—

Полицю армують однією зварною сіткою, розташованою посередині, її товщина так, щоб для арматури знизу захисний шар бетону був не менше 10 мм (рис. 3.11.). Така схема армування забезпечує однакову здатність як

прольотних, так і опорних перетинів несучої полиці, по контурах полів. Співвідношення прольотів у світлі: середніх $l_1 = 1,41$ м; $l_2 = 2,71$ м; $l_2/l_1 = 2,7/1,41 = 1,92$; крайніх $l_1 = 1,285$ м; $l_2 = 2,71$ м; $l_2/l_1 = 2,7/1,285 = 2,11$.

Розрахункове навантаження на полку, рівномірно розподілене за площею, складається з ваги водотеплоізоляційного килима, ваги полиці і снігового навантаження:

$$q = 0,124 + 0,445 + 0,494 + 0,062 + 0,03 \cdot 25 \cdot 0,95 \cdot 1,1 + 3,325 = 5,234 \text{ кПа.}$$

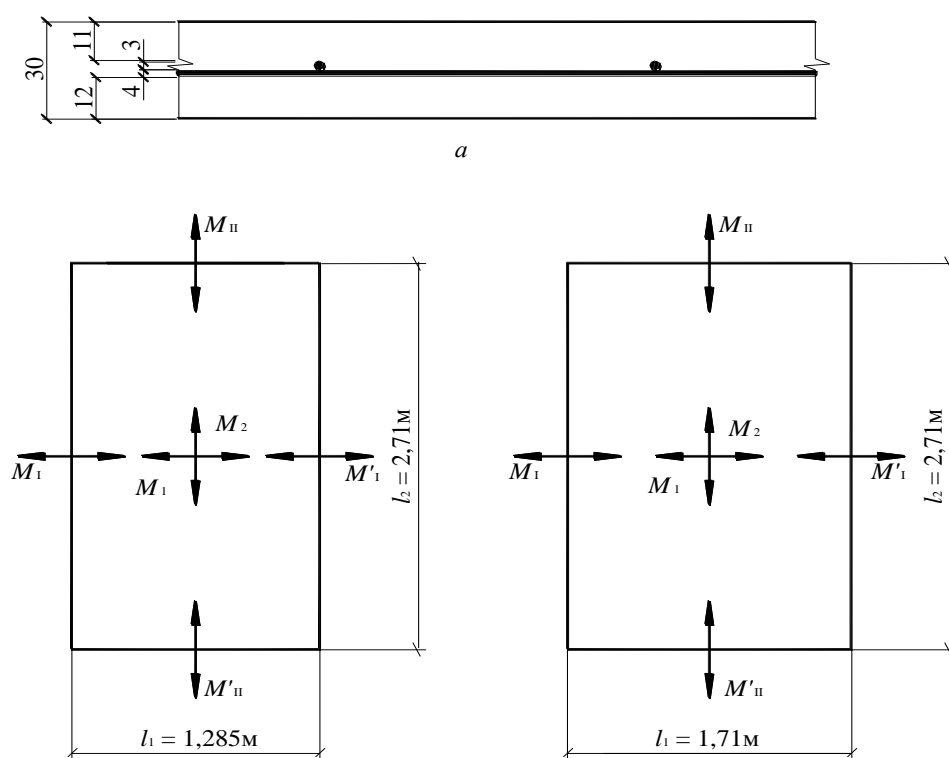


Рис. 3.11. До розрахунку полиці плити:

a – положення арматури в перерізі;

б – позначення моментів у крайньому прольоті;

в – позначення моментів у середньому прольоті.

Дія зосередженого навантаження від ваги робітника з інструментом за відсутності снігового навантаження не враховують, оскільки при такій схемі навантаження і заданих розмірах плити виникають свідомо менші згинальні моменти.

ΔA_{s1} та ΔA_{s2} — площі перерізу арматури, що доводяться на 1 м ширини полиці відповідно у напрямках l_1 та l_2 . У відповідності із табл. 7.33 [11] $\Delta A_{s2}/\Delta A_{s1}$

= 0,35. Назначають діаметри стержнів арматури, мм: в поздовжньому напрямі $d_1 = 4$, у поперечному $d_2 = 3$. Тоді робоча висота полки, см (див. рис. 8.17): $h_{01} = 1,6$; $h_{02} = 1,25$; $h_{0I} = 1,4$; $h_{0II} = 1,75$. Прийняв плечо внутрішньої пари $z = 0,95 h_0$, отримують $z_1 = 1,52$ см; $z_2 = 1,19$ см; $z_{I} = 1,33$ см; $z_{II} = 1,66$ см.

Згинальні моменти в полиці визначають з врахуванням перерозподілу зусиль унаслідок деформацій з рівняння. Значення опорних і прольотних моментів (див. рис. 3.2.) обчислюють по формулам.

Для середнього прольоту:

$$M_1 = 365 \cdot 0,0152 \Delta A_{s1} = 5,548 \Delta A_{s1};$$

$$M_2 = 375 \cdot 0,0119 \cdot 0,35$$

$$\Delta A_{s1} = 2,179 \Delta A_{s1}.$$

Для крайнього прольоту моменти мають такі ж значення, за виключенням $M_1 = 0$ (вільна опора). Зменшуючи значення моментів в результаті вливання розпору для середніх прольотів на 20%, а для крайніх – на 10, з рівняння (7.146) визначають необхідну площу перерізу арматури.

Для середнього прольоту:

$$0,8 \cdot 0,005234 \cdot 1,42^2 \cdot (3 \cdot 2,71 - 1,41)/12 = [(2 \cdot 5,548 + 2 \cdot 5,11/2,71)2 \cdot 1,562 + 2 \cdot 2,179] \cdot 1,41] \cdot \Delta A_{s1},$$

$$\text{звідки } \Delta A_{s1} = 0,000068 \text{ м}^2 = 0,68 \text{ см}^2; \Delta A_{s2} = 0,35 \cdot 0,68 = 0,24 \text{ см}^2.$$

Для крайнього прольоту:

$$0,9 \cdot 0,005234 \cdot 1,285^2 \cdot (3 \cdot 2,71 - 1,285)/12 = [(2 \cdot 5,548 + 5,11 + 0) \cdot 2,71 + (2 \cdot 1,562 + 2 \cdot 2,179) \cdot 1,285] \cdot \Delta A_{s1},$$

$$\text{звідки } \Delta A_{s1} = 0,000083 \text{ м}^2 = 0,83 \text{ см}^2; \Delta A_{s2} = 0,35 \cdot 0,83 = 0,29 \text{ см}^2.$$

Армування полиці підбирають по великих площах, приймаючи в поздовжньому напрямі стержні діаметром 4 мм з кроком 150 мм ($\Delta A_{s1} = 0,84 \text{ см}^2$), у поперечному – стержні діаметром 3 мм з кроком 200 мм ($\Delta A_{s2} = 0,35 \text{ см}^2$).

3.3.5 Розрахунок поперечних ребер.

Армування крайніх і проміжних ребер висотою 150 мм прийнято однаковим, тому розрахунок виконують лише для більш навантажених проміжних ребер. По конструктивним міркуванням (без розрахунку) середнє поперечне ребро передбачають заввишки 250 мм з подвоєною кількістю арматури для збільшення просторової жорсткості плити.

Визначення навантажень і зусиль. Розрахункова схема ребра показана на мал. 3.3. Розрахунковий проліт прийнятий рівним відстані між осями поздовжніх ребер $l = 2,84$ м.

Розрахункове навантаження на ребро складається з навантаження від полиці плити, зібраної з вантажної площі шириною 1,5 м, і ваги поперечного ребра.

Навантаження від власної ваги ребра $g_d = 0,5(0,16 + 0,04)(0,15 - 0,03) \times 1 \cdot 25 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 0,314$ кН/м. Навантаження, зібране із вантажної площі, $q_1 = 1,5 \cdot 5,234 = 7,851$ кН/м.

Загальне навантаження на ребро:

$$q = g_d + q_1 = 0,314 + 7,851 = 8,165 \text{ кН/м.}$$

Згинальний момент у середині прольоту:

$$M = ql^2/8 - q_1a^2/6 = 8,165 \times 2,84^2/8 - 7,851 \times 0,75^2/6 = 7,50 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

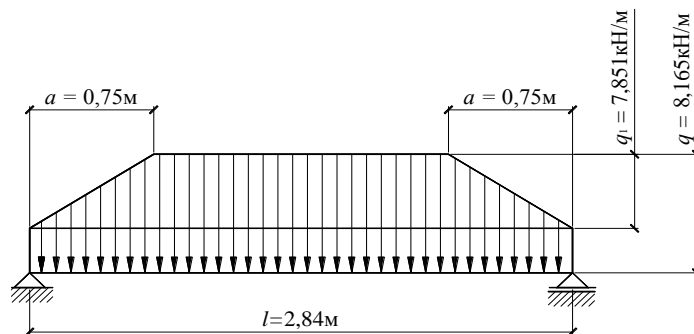


Рис. 3.12. Розрахункова схема поперечного ребра.

Поперечна сила на опорі:

$$Q = 0,5(ql - q_1a) = 0,5(8,165 \cdot 2,84 - 7,851 \times 0,75) = 8,65 \text{ кН.}$$

3.3.6. Підбір перерізу арматури.

Поперечний переріз ребра зображено на рис. 8.15, вузол А. Ребро армують однією плоскою зварною сіткою. Робоча арматура із сталі А400С, остання – з дроту класу ВР–І.

Врахована у розрахунку ширина полиці при $h'_f = 3 \text{ см} > 0,1 h = 1,5 \text{ см}$, $b'_f = b + 2l/6 = 0,16 + 2 \cdot 2,84/6 = 1,107 \text{ м}$. Середня ширина ребра $b = 0,5 \times (0,16 + 0,04) = 0,1 \text{ м}$. Прийняв $a = 2,5 \text{ см}$, отримують робочу висоту ребра $h_0 = 12,5 \text{ см} = 0,125 \text{ м}$.

Оскільки навантаження малої сумарної тривалості відсутні, приймають $\gamma_{b2} = 0,9$. Тоді $R_b = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа}$; $R_{bt} = 0,9 \cdot 1,3 = 1,08 \text{ МПа}$.

По формулам обчислюють, приймаючи коефіцієнт умов роботи $\gamma_{b2} = 0,9$:

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,7276;$$

$$\xi_R = 0,7276 / \left[1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,7276}{1,1} \right) \right] = 0,583.$$

Визначають положення кордону стислої зони по умові. Так як $M'_{fu} = 15,3 \cdot 1,107 \cdot 0,03(0,125 - 0,5 \cdot 0,03) + 0 + 0 = 0,0559 \text{ МН} \cdot \text{м} > M = 0,0075 \text{ МН} \cdot \text{м}$, кордон стислої зони проходить в полиці. Площу перетину розтягнутої арматури обчислюють як для прямокутного перетину шириною $b = b'_f = 1,107 \text{ м}$:

$$\alpha_m = 0,0075 / (15,3 \cdot 1,107 \cdot 0,125^2) = 0,028 < \alpha_R = 0,413;$$

$$\nu = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,028} \right) = 0,986;$$

$$A_s = 0,0075 / (365 \cdot 0,986 \cdot 0,125) = 0,000167 \text{ м}^2 = 1,67 \text{ см}^2.$$

Приймають $1 \varnothing 16 \text{ А400С}$; $A_s = 2,01 \text{ см}^2$. Перевіряють необхідність постановки розрахункової поперечної арматури. При відсутності поздовжніх сил $\varphi_n = 0$; крім того, приймають $c = 2,5 h_0 = 0,3125 \text{ м}$.

Так як $Q_{\max} = 0,00865 \text{ МН} < 2,5 \cdot 1,08 \cdot 0,1 \cdot 0,125 = 0,03375 \text{ МН}$ та

$Q = 0,00865 - 0,008165 \cdot 0,3125 = 0,0061 \text{ МН} < 1,5(1 + 0) \cdot 1,08 \cdot 0,1 \cdot 0,125^2 / 0,3125 = 0,0081 \text{ МН}$, поперечна арматура по розрахунку не потрібна і її назначають по конструктивним міркуванням.

3.3.7 Розрахунок плити на міцність у стадії експлуатації.

Визначення розрахункових зусиль. Розрахункова схема плити показана на рис.3.4.,а. Розрахунковий проліт приймають з умови, що осі опор знаходяться на відстані 6 см від торців плити: $l = 11,96 - 2 \cdot 0,06 = 11,84 \text{ м}$. Розрахункові погонні навантаження на плиту: постійна $g = 3 \cdot 2,91 = 8,73 \text{ кН/м}$; тимчасова (приведена до еквівалентної рівномірно-розподіленою) $p = 3 \cdot 3,325 = 9,98 \text{ кН/м}$; повна $q = 8,73 + 9,98 = 18,71 \text{ кН/м}$. Згинальний момент у середині прольоту $M = 18,71 \cdot 11,84^2 / 8 = 327,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Поперечна сила на опорі $Q = 0,5 \cdot 18,71 \cdot 11,84 = 110,7 \text{ кН}$.

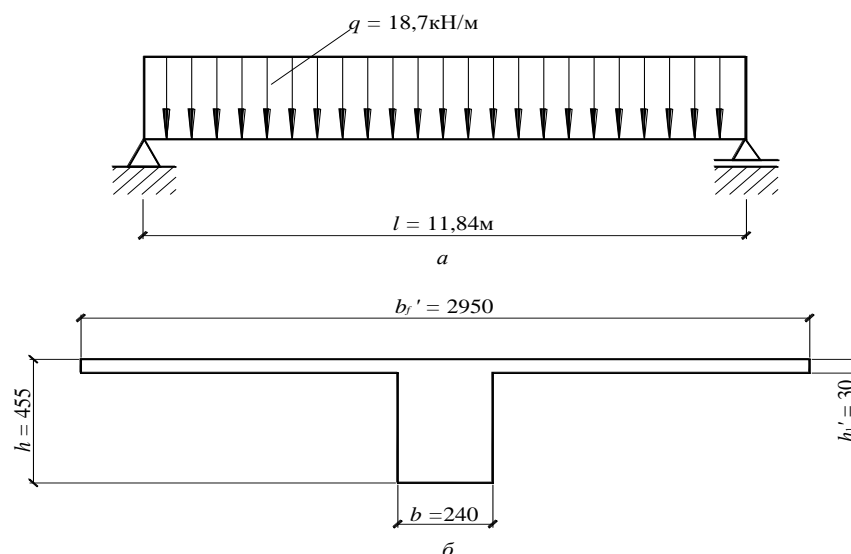


Рис. 3.13. До розрахунку плити у стадії експлуатації: а – розрахункова схема плити; б – еквівалентний поперечний переріз.

Розрахунок міцності нормальних перерізів. Дійсний П-образний переріз плити приводять до еквівалентного таврового. Середня ширина ребра $b = 0,5(14 + 10)2 = 24 \text{ см}$.

У розрахунок вводять усю ширину полиці, так як $b'_f = 2,95 < b + 2l/6 = 0,24 \cdot 2 \cdot 1,84/6 = 4,187$ м; $h'_f = 0,03$ м. Приймаючи $a = 4,5$ см, знаходять робочу висоту перерізу $h_0 = 0,455 - 0,045 = 0,41$ м.

Перевіряють умову, що забезпечує міцність бетону стінки по стислій смугі між похилими тріщинами. Приймаючи орієнтовано коефіцієнт поперечного армування $\mu_{\omega} = 0,001$, отримують $\varphi_{\omega 1} = 1 + 5 \cdot 5,86 \cdot 0,001 = 1,03$; $\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847$. Тоді $0,3 \varphi_{\omega 1} \varphi_{b1} R_b b h_0 = 0,3 \cdot 1,03 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 0,24 \cdot 0,41 = 0,394$ МН. Так як $0,349$ МН $> Q = 0,1104$ МН, умова виконується, тобто розміри поперечного перерізу плити достатні.

Орієнтовано приймають напруження арматури з врахуванням всіх втрат $\sigma_{sp} = 450$ МПа. З врахуванням цього

$$\xi_R = \frac{0,7276}{1 + (680 + 400 - 450)(1 - 0,7276/1,1)/500} = 0,51;$$

$$\alpha_R = 0,51(1 - 0,5 \cdot 0,51) = 0,38.$$

$$M'_{fu} = 15,3 \cdot 2,95 \cdot 0,03 \cdot (0,41 - 0,5 \cdot 0,03) = 0,535 \text{ МН} \cdot \text{м} > M = 0,3277 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Отже, кордон стислої зони проходить в полиці, і переріз розраховують як прямокутний шириною $b = b'_f = 2,95$ м. Площу перерізу попередньо-напруженої арматури в поздовжніх ребрах визначають без врахування ненапруженої арматури.

$$\alpha_m = 0,3277 / (15,3 \cdot 2,95 \cdot 0,41^2) = 0,043 < \alpha_R = 0,38$$

Стиснута арматура за розрахунком не потрібна.

$$\xi = 1 - 1 - \sqrt{2 \cdot 0,043} = 0,044 \text{ и } \nu = 1 - 0,5 \cdot 0,044 = 0,978.$$

Визначають коефіцієнт умов роботи арматури γ_{s6} .

$$\gamma_{s6} = 2 \cdot 1,15 - 1 - 2(1,15 - 1)0,044/0,51 = 1,27 > \eta = 1,15.$$

Приймають $\gamma_{s6} = 1,15$.

Визначають площу перерізу заздалегідь напруженої арматури поздовжніх ребер:

$$A_{sp} = (0,3277 - 0)/(1,15 \cdot 680 \cdot 0,978 \cdot 0,41) = 0,001045 \text{ м}^2 = 10,45 \text{ см}^2.$$

Приймають $2\varnothing 28 \text{ A800C}$, $A_{sp} = 12,32 \text{ см}^2$.

3.3.8 Розрахунок міцності похилих перерізів.

Необхідність установки розрахункової поперечної арматури перевіряють з умов, що забезпечують міцність плити без розвитку похилих тріщин, тобто за відсутності поперечної арматури. Зусилля попереднього напруження із урахуванням $\gamma_{sp} = 0,9$, $P = 0,9 \cdot 450 \cdot 0,001232 = 0,499 \text{ МН}$. Коефіцієнт φ_n , що враховує вплив поздовжньої сили на міцність похилого перерізу:

$$\varphi_n = 0,1 \cdot 0,499 / (1,08 \cdot 0,24 \cdot 0,41) = 0,47 < 0,5.$$

Оскільки тимчасове навантаження – еквівалентне, то:

$$q_1 = g + p/2 = 8,73 + 9,98/2 = 13,72 \text{ кН/м}.$$

Так як $q_1 = 13,72 \text{ кН/м} < 0,16 \cdot 1,5(1 + 0,47)1,08 \cdot 0,24 = 0,0914 \text{ МН/м} = 91,4 \text{ кН/м}$, приймають $c = c_{\max} = 2,5h_0 = 2,5 \cdot 0,41 = 1,025 \text{ м}$. Тоді $Q_{\max} = 110,7 \text{ кН} < 2,5 \cdot 1,08 \cdot 0,24 \cdot 0,41 = 0,2657 \text{ МН} = 265,7 \text{ кН}$;

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 110,7 - 13,72 \times 1,025 = 96,64 \text{ кН}$$

$$96,64 \text{ кН} < 1,5(1 + 0,47)1,08 \cdot 0,41^2 / 1,025 = 0,3905 \text{ МН} = 390,5 \text{ кН}.$$

Обидві вищезгадані умови виконуються, поперечна арматура за розрахунком не потрібна, і її встановлюють виходячи із конструктивних міркувань.

Похилий переріз, на дію згинального моменту, не розраховують, оскільки надійна анкерівка напруженої арматури забезпечується конструктивними заходами.

3.3.9. Визначення геометричних характеристик поперечного перерізу плити.

Використовують еквівалентний переріз з врахуванням прийнятої кількості напруженої арматури і поздовжніх стержнів сітки, розташованої в полиці.

Площа приведенного перерізу:

$$A_{red} = (2,90 - 0,24)0,03 + 0,24 \cdot 0,455 + 6,55 \cdot 0,001232 + 5,86 \cdot 0,000084 \cdot 3 = 0,0813 + 0,1092 + 0,0081 + 0,0015 = 0,2 \text{ м}^2.$$

Статичний момент цієї площі відносно нижньої грані:

$$S_{red} = 0,0813(0,455 - 0,015) + 0,1092 \cdot 0,2275 + 0,0081 \cdot 0,045 + 0,0015(0,455 - 0,016) = 0,061638 \text{ м}^3.$$

Відстані від центру тяжіння приведенного перерізу до нижньої і верхньої граней:

$$y_{red} = 0,061638/0,2 = 0,308 \text{ м};$$

$$h - y_{red} = 0,455 - 0,308 = 0,147 \text{ м}.$$

Відстань від центру тяжіння приведенного перерізу до центру тяжіння арматури A_{sp} та A'_{sp} :

$$y_{sp} = 0,308 - 0,045 = 0,263 \text{ м}; \quad y'_{sp} = 0,455 - 0,308 - 0,016 = 0,131 \text{ м}.$$

Момент інерції приведенного перерізу плити відносно її центру тяжіння:

$$I_{red} = (2,95 - 0,24)0,03^2/12 + 0,0813(0,147 - 0,015)^2 + 0,24 \cdot 0,455^3 \times \times (12 + 0,1092)0,308 - 0,2275)^2 + 0,0081 \cdot 0,263^3 + 0,0015 \cdot 0,131^2 = 0,0046 \text{ м}^4$$

Момент опору приведенного перерізу плити для нижньої грані

$$W_{red,b} = 0,0046/0,308 = 0,01494 \text{ м}^3;$$

теж саме, для верхньої грані:

$$W_{red,t} = 0,0046/0,147 = 0,03129 \text{ м}^3.$$

Відстань від центру тяжіння приведенного перерізу до верхньої ядрової точки:

$$a_{n,t} = 0,01494/0,2 = 0,075 \text{ м};$$

теж саме, до нижньої ядрової точки:

$$a_{n,b} = 0,03129/0,2 = 0,156 \text{ м}.$$

Далі обчислюють опори приведенного перерізу плити з врахуванням непружних деформацій розтягнутого бетону. Якщо розтягнута зона розташована внизу перерізу, визначають положення нульової лінії:

$$(2,95 - 0,24)0,03(x - 0,015) + 0,5 \cdot 0,24x^2 + 0,0015(x - 0,016) - 0,0078(0,41 - x) = 0,5(0,455 - x)0,24(0,455 - x),$$

звідки $x = 0,147$ м; $h - x = 0,308$ м.

$$\begin{aligned} I_{bo} &= (2,95 - 0,24) \cdot 0,03^3 / 12 + (2,95 - 0,24) \times \\ &\times (0,147 - 0,015)^2 + 0,24 \cdot 0,147^3 / 3 = \\ &= 0,001677 \text{ м}^4; \quad \alpha_s I_{so} = 0,0081 \cdot (0,308 - 0,045)^2 = 0,00056 \text{ м}^4; \\ \alpha_s I'_{so} &= 0,0015 \cdot (0,147 - 0,016)^2 = 0,000026 \text{ м}^4; \quad S_{bo} = 0,5 \cdot 0,24 \times \\ &\times 0,308^2 = 0,011384 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

Отримують:

$$W_{pl,b} = 2(0,001677 + 0,00056 + 0,000026) / 0,308 + 0,011384 = 0,02595 \text{ м}^3.$$

Аналогічно поступають, коли розтягнута зона розташована вгорі.
Положення нульової лінії:

$$0,5 \cdot 0,24x^2 + 0,0078(x - 0,045) - 0,0015 \cdot (0,455 - 0,016 - x) = 0,5(0,455 - x) [(2,95 - 0,24)0,03 + 0,24(0,455 - x)],$$

звідки $x = 0,279$ м; $h - x = 0,176$ м;

$$\begin{aligned} I_{bo} &= 0,24 \cdot 0,279^3 = 0,0017374 \text{ м}^4; \\ \alpha_s I_{so} &= 0,0015(0,176 - 0,016)^2 = 0,0000384 \text{ м}^4; \\ \alpha_s I'_{so} &= 0,0081 \cdot (0,279 - 0,045)^2 = 0,0004435 \text{ м}^4; \\ S_{bo} &= (2,95 - 0,24) \cdot 0,03(0,176 - 0,015) + 0,5 \cdot 0,24 \cdot 0,176^2 = 0,01681 \text{ м}^3; \\ W_{pl,t} &= 2 \times (0,0017374 + 0,0000384 + 0,0004435) / 0,176 + 0,01681 = 0,04184 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

3.3.10. Попередні напруження арматури і його втрати.

Призначають $\sigma_{sp} = 740$ МПа. Допустиме відхилення від нього при механічному способі натягнення арматури

$$p = 0,05 \cdot 740 = 37 \text{ МПа}.$$

Так як $\sigma_{sp} + p = 740 + 37 = 777 \text{ МПа} < R_{s,ser} = 785 \text{ МПа}$;

$$\sigma_{sp} - p = 740 - 37 = 703 \text{ МПа} < 0,3R_{s,ser} = 0,3 \cdot 785 = 235,5 \text{ МПа},$$

Втрати від релаксації напруги арматури $\sigma_1 = 0,1 \cdot 740 - 20 = 54$ МПа. Втрати від температурного перепаду відсутні, оскільки арматура і форма нагріваються однаковою мірою, тобто $\sigma_2 = 0$. При $l = 13$ м та $\Delta l = 1,25 + 0,15 \cdot 28 = 5,45$ мм втрати від деформації анкерів, розташованих у натяжних пристроях, $\sigma_3 = 5,45 \cdot 190000 / 13000 = 80$ МПа. Тертя арматури при натягненні відсутнє, тому $\sigma_4 = 0$. Втрати від деформації сталевих форм, у зв'язку з відсутністю даних про технологію виготовлення, а також її конструкцію, приймають $\sigma_5 = 30$ МПа. Сума всіх цих втрат $\sigma_{loss} = 54 + 0 + 80 + 0 + 30 = 164$ МПа.

Попередня напруга арматури перед стисненням бетону $\sigma_{sp} = 740 - 164 = 576$ МПа; зусилля попереднього напруження $P = \sigma_{sp} A_{sp} = 576 \cdot 0,001232 = 0,71$ МН.

Максимальний згинальний момент від ваги плити:

$$M_d = 1,606 \cdot 3 \times \times 11,84^2 / 8 = 84,43 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,08443 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Максимальна стискуєча напруження бетону від дії сили визначаємо по формулі при $M_d = 0$; $\sigma_{bp} = 0,71 / 0,2 + 0,71 \times \times 0,263 / 0,0046 \cdot 0,308 = 16,1$ МПа. Оскільки $R_{bp} = 0,7 \cdot 30 = 21$ МПа та $\sigma_{bp} / R_{bp} = 16,1 / 21 = 0,767 < 0,95$, напруження в бетоні не перевищують максимально допустимих.

Визначають втрати від швидконатікаючої повзучості бетону. Для цього обчислюють напругу в бетоні на рівні центру тяжіння перерізу напруженої арматури від дії сили і згинального моменту від ваги плити:

$$\sigma_{bp} = 0,7 / 0,2 + (0,71 \cdot 0,263 - 0,08443) \cdot 0,263 / 0,0046 = 9,43 \text{ МПа}.$$

Так як:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 9,43 / 21 = 0,449 < \alpha = 0,25 + 0,025 \cdot 21 = 0,775,$$

то $\sigma_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,449 = 15,3$ МПа.

Отже, перші втрати $\sigma_{loss} = 164 + 15,3 = 179,3$ МПа.

Напруження в бетоні при стисканні на рівні центру тяжіння перерізу верхньої (ненапруженої) арматури :

$$\sigma'_{bp} = 0,7 / 0,2 - (0,71 \cdot 0,263 - 0,08443) \times \times 0,131 / 0,0046 = 0,63 \text{ МПа}.$$

Напруження у верхній арматурі від швидконатікаючої повзучості :

$$\sigma'_s = 0,8 \cdot 40 \cdot 0,63 / 21 = 1,02 \text{ МПа.}$$

Зусилля попереднього стискання з врахуванням перших втрат:

$$P_1 = (740 - 179,3)0,001232 - 1,02 \cdot 0,000264 = 0,6905 \text{ МН.}$$

Втрати від усадки бетону, підданого тепловій обробці:

$$\sigma_9 = 0,85 \cdot 40 = 34 \text{ МПа.}$$

Втрати від повзучості бетону знаходять залежно від σ_{bp} / R_{bp} . Для поперечно-напруженої арматури:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} < 0,75, \text{ тому } \sigma_9 = 0,85 \times 150 \cdot 0,449 = 57,25 \text{ МПа.}$$

Сумарні втрати:

$$\sigma_{loss} = 179,3 + 34 + 57,25 = 270,75 \text{ МПа} \approx 271 \text{ МПа.}$$

Напруження у верхній (ненапружуваній) арматурі від усадки бетону $\sigma'_s = \sigma_8 = 34 \text{ МПа}$, від повзучості $\sigma'_s = 0,85 \cdot 1500,63 / 21 = 3,83 \text{ МПа}$; сумарні (з врахуванням напруження від швидконатікаючої повзучості):

$$\sigma'_s = 1,02 + 34 + 3,83 = 38,85 \text{ МПа} \approx 39 \text{ МПа.}$$

3.3.11. Розрахунок плити по розкриттю тріщин.

З розрахунку по утворенню тріщин виходить, що у стадії виготовлення у верхній зоні плити тріщини відсутні, а при експлуатації необхідний розрахунок ширини розкриття нормальних тріщин в нижній зоні плити (похилі тріщини відсутні).

При $\gamma_f = 1$ максимальний згинальний момент від повного навантаження $M = 255,8 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Той же момент від тривало-діючих навантажень при $q_l = 3,20 \cdot 3 = 9,60 \text{ кН/м}$, $M_l = 9,60 \cdot 11,84^2 / 8 = 168,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Так як $M_l / M = 168,2 / 255,8 = 0,658 < 2/3$, перевіряють лише нетривале розкриття тріщин від дії повного навантаження.

$$\varphi_f = \frac{(2,95 - 0,24)0,03}{0,24 \cdot 0,41} + \frac{5,86 \cdot 0,000264}{2 \cdot 0,45 \cdot 0,24 \cdot 0,41} = 0,843;$$

$$\lambda_f = 0,843[1 - 0,03 / (2 \cdot 0,41)] = 0,812;$$

$$e_{sp} = 0,263 - 0,270 = -0,007 \text{ м};$$

$$M_s = 0,2558 - 0,5675 \cdot 0,007 = 0,2518 \text{ МН} \cdot \text{м};$$

$$\delta_s = 0,2518 / (22 \cdot 0,24 \cdot 0,41^2) = 0,284;$$

$$e_{s,tot} = 0,2518 / 0,5675 = 0,44 \text{ м};$$

$$\mu_s = 0,00123 / (0,24 \cdot 0,41) = 0,0125;$$

$$\mu_s \alpha_s = 0,0125 \cdot 6,55 = 0,079;$$

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(0,284 + 0,812)}{10 \cdot 0,079}} + \frac{1,5 + 0,843}{11,5 \frac{0,44}{0,41} - 5} = 0,419$$

Плече внутрішньої пари сил:

$$z = 0,41 \left\{ 1 - \left(\frac{0,03}{0,41} 0,843 + 0,419^2 \right) / [2(0,843 + 0,419)] \right\} =$$

$$= 0,3715 \text{ м} < 0,97 e_{s,tot} = 0,97 \cdot 0,44 = 0,427 \text{ м}.$$

Приріст напруги в розтягнутій арматурі обчислюють за формулою:

$$\sigma_s = [0,2558 - 0,5675(0,3715 + 0,007)] / (0,001232 \cdot 0,3715) = 89,6 \text{ МПа}.$$

Оскільки арматура розташована в один ряд, $\delta_s = 1$. Оскільки $\sigma_s + \sigma_{sp,2} = 89,6 + 740 = 558,6 \text{ МПа} < 0,8 R_{s,ser} = 0,8 \cdot 785 = 628 \text{ МПа}$, небезпека появи необоротних деформацій в арматурі відсутня. Ширину розкриття тріщин визначають по формулі при $\delta = 1$ (згинальний елемент), $\varphi_l = 1$ (нетривала дія навантаження) і $\eta = 1$ (стерженьова арматура періодичного профілю)

$$a_{crc} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \frac{89,6}{190000} 20(3,5 - 100 \cdot 0,0125) \cdot \sqrt[3]{28} = 0,065 \text{ мм},$$

що менше гранично допустимого значення $a_{crc,sh} = 0,4 \text{ мм}$

3.3.12. Визначення прогину плити.

Для елементів покриття будівель виробничого призначення прогин обмежують естетичними вимогами, а при $l = 12 \text{ м}$ гранично допустимий прогин складає $1/250$ прольоту, тобто $f_{lim} = 11,84 / 250 = 0,0474 \text{ м}$. Для даної конструкції

$l/h = 11,84/0,455 = 26 > 10$, тому повний прогин плити приймають рівний прогину f_M , обумовленому деформаціями вигину.

Оскільки в розтягнутій зоні плити утворюються тріщини, повну кривизну визначають по формулі, приймаючи $(1/r)_1$ і $(1/r)_2$ рівними нулю (обмеження естетичними вимогами). Отже при визначенні кривизни в розрахунку враховують лише тривалу дію постійного і тривалого навантажень. Перевіряють наявність тріщин при цих навантаженнях. Оскільки:

$$M_l = 0,1682 \text{ МН} \cdot \text{м} < M_{rp} = 0,5675(0,27 + 0,074) = 0,1952 \text{ МН} \cdot \text{м},$$

тріщини в розтягнутій зоні відсутні, і кривизну слід визначати по формулі при $\varphi_{b1} = 0,85$ і $\varphi_{b2} = 2$

$$(1/r)_1 = 0,1682 \cdot 2 / (0,85 \cdot 29000 \cdot 0,0046) = 2,97 \cdot 10^{-3} \text{ 1/м};$$

$$(1/r)_{cp} = 0,5675 \cdot 0,27 / (0,85 \cdot 29000 \cdot 0,0046) = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ 1/м}.$$

Відносні деформації бетону, викликані його усадкою і повзучістю від зусилля попереднього стискання, на рівні центру тяжіння розтягнутої поздовжньої арматури $\varepsilon_{sh,c} = (15,3 + 34 + 57,25) / 190000 = 56,1 \cdot 10^{-5}$.

При напруженнях стискання бетону на рівні крайніх стислих волокон $\sigma'_{bp} = 0,71 / 0,2 - 0,71 \cdot 0,263 / 0,03129 = -2,42 \text{ МПа} < 0$ – втрати в напруженій арматурі (якби вона була на даному рівні) від усадки і повзучості бетону дорівнюють нулю, тобто $\varepsilon_{sh,c} = 0$

Кривизну, обумовлену вигином плити унаслідок усадки і повзучості бетону, визначають за формулою:

$$(1/r)_{sh,c} = (56,1 \cdot 10^{-5} - 0,0) / 0,41 = 1,37 \cdot 10^{-3}$$

Прогин плити в середині прольоту:

$$f = \left(\frac{5}{48} \cdot 2,97 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{8} \cdot 1,35 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{8} \cdot 1,37 \cdot 10^{-3} \right) 11,84^2 =$$

$$= -0,0043 \text{ м} < f_{lim} = 0,474 \text{ м},$$

тобто менше гранично допустимого. Плита покриття показана на кресленнях.

3.4. Розрахунок ферми

3.4.1. Вихідні дані:

Прольот ферми 30,0 м

Крок ферми в поперечному напрямі $a=5,0$ м

Панель ферми $d=2,7$ м

3.4.2. Визначення розрахункових навантажень:

Розрахункові навантаження зведені в таблиці 3.3

Погонне навантаження на ферму складає - 7,78 кН/м

Розрахунки виконуємо в програмному комплексі «ЛІРА» .

Назва задачі. Просторовий розрахунок комплексної системи на статичні і сейсмічні дії з вибором розрахункових поєднань зусиль.

У основу розрахунку покладений метод кінцевих елементів в переміщеннях. Як основні невідомі прийняті наступні переміщення вузлів:

- X лінійне по осі X, Y лінійне по осі Y

- Z лінійне по осі Z, UX кутове довкола осі X, UY кутове довкола осі Y, UZ кутове довкола осі Z

У ПК "ЛІРА " реалізовані положення наступних розділів ДБН:

1. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи».
2. ДБН В.2.6-163:2015. «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу».

Таблиця 3.3.

Розрахункові навантаження

Характеристика навантаження	Навантаження	Нормативне навантаження КН/м ²	Коеф. над.по наван.	Розрахункова нагрузка КН/м ²
Постійне рiномiрно-розподiлене навантаження	Гравийний захист	0,21	1,3	0,273
	Гiдроiзоляцiйний килим			
	Теплоiзоляцiя из минераловатних плит h=150мм	0,16	1,3	0,208
	Пароiзоляцiя	0,25	1,3	0,325
	Сталевий профнастил	0,04	1,3	0,052
	Прогони	0,15	1,05	0,157
		0,07	1,05	0,073
	Всього:			1,09
Тимчасове				
Рiвномiрно-розподiлене навантаження	Снiгове	0,35	1	0,35
		Всього:		0,35
		Всього:		1,44

РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

4.1 Оцінка інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівельного майданчика.

Оцінка інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівельного майданчика полягає в уточненні найменувань кожного інженерно-геологічного елементу, а також у визначенні похідних і класифікаційних характеристик ґрунтів і початкового розрахункового опору.

4.1.1 Розрахунок характеристик ґрунтів

Природний рельєф будівельного майданчика з розмірами має незначний перепад висот по абсолютних відмітках в межах довжини будівлі, який склав $142.25-140.75=1.5$ м. Це свідчить про те, що природний рельєф майданчика відносно «спокійний». Приймаємо рішення «згладити» існуючий природний рельєф в межах контура, приймаючи рельєф з ухилом 0.002.

Призначаємо абсолютну відмітку, відповідну рівню чистої підлоги 1-го поверху проектуємої будівлі:

$$\pm 0.000 = 141.6 + 0.9 = 142.5 \text{ м}$$

Розрахунок виконується в порядку залягання ІГЕ ґрунту від поверхні землі по першій свердловині, як найближче розташованої до розрахункового перерізу. Результати розрахунку приведені у таблиці 4.1

Таблиця 4.1.

№ ІГЕ	Найменування ґрунту його стан	h_i , м	J_{Pi} , %	J_{Li}	e_i	S_{ri}	E_{0i} , МПа	R_{0i} , кПа
ІГЕ-1	Суглинок тугопластичний	2,4	8	0,5	0,689	0,944	14	218,3
ІГЕ -2	Глина напівтверда	2	24	0,25	0,847	0,956	18	269,4
ІГЕ -3	Пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою	6	-	-	0,663	1	28	400
ІГЕ -4	Супісок текучий	6	5	1,2	0,621	1,036	16	239,5
ІГЕ -5	Суглинок напівтвердий	3,6	9	0,111	0,721	0,862	22	238,5

4.1.2. Інженерно-геологічні розрізи

Інженерно-геологічні розрізи зображені на рис. 4.1

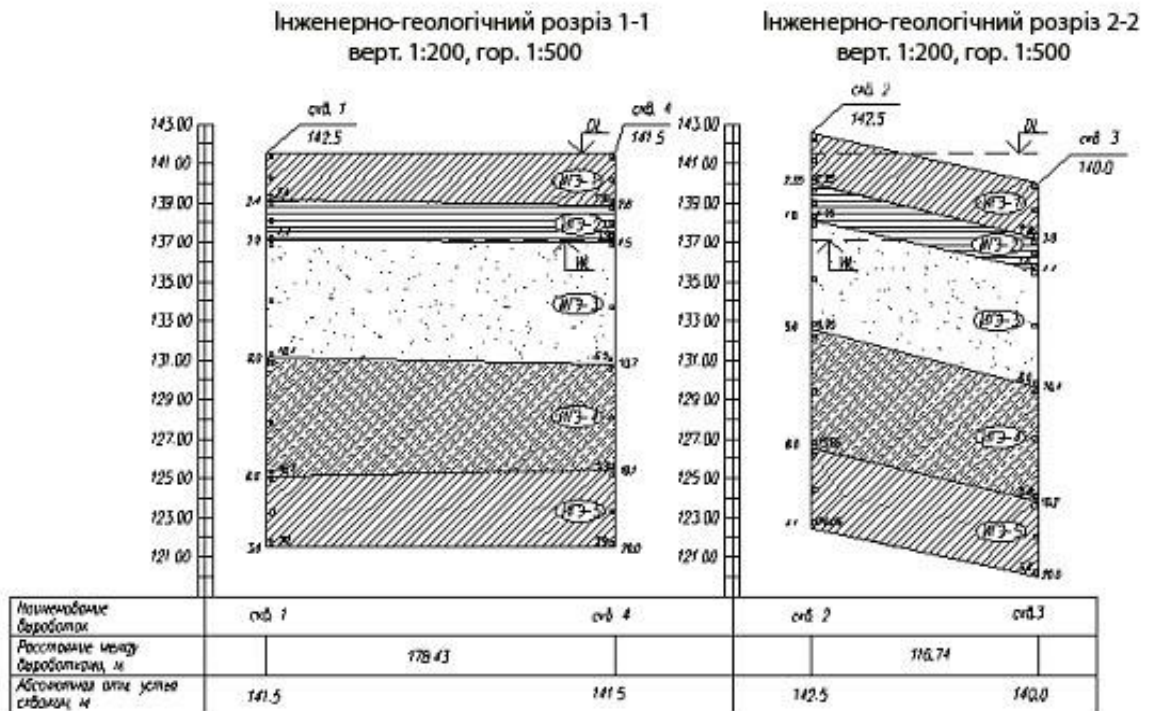


Рис. 4.1. Інженерно-геологічні розрізи

4.2 Розрахунок і проектування фундаменту (ФМ-1)

Виконуємо розрахунок фундаменту по осі Б і цифрою - 1 (ФМ-1).

Підвал відсутній.

Потужність, початковий розрахунковий опір і модуль деформації ґрунту ПГЕ-1 є достатніми, щоб використовувати даний шар ґрунту як несучий. Призначаємо клас бетону фундаменту В20, а товщину захисного шару $a_s = 70\text{мм}$.

Розрахунок і проектування фундаменту (ФМ-1) виконуємо по заданому розрахунковому навантаженню на зріз фундаменту:

$$N_{II} = 2024.2\text{кН}$$

$$M_{II} = 0$$

$$Q_{II} = 60.59\text{кН}$$

4.2.1 Визначення висоти фундаменту (ФМ-1)

Визначення розрахункової висоти фундаменту

Уточнюємо необхідну робочу висоту плиткової частини фундаменту по наближеній формулі:

$$h_{0pl} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_I}{\alpha \gamma_{b2} \gamma_{b9} R_{bt} + p_{zp}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2423}{0.85 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 900 + 218.3}} = 0.62 \text{ м},$$

де N_I - розрахункове навантаження, передаване колоною на рівні обрізу фундаменту, $N_I = 2423 \text{ кН}$

α - коефіцієнт, $\alpha = 0.85$

γ_{b2} - коефіцієнт, що враховує тривалість дії навантаження, $\gamma_{b2} = 1$

γ_{b9} - коефіцієнт, що враховує вид матеріалу фундаменту, $\gamma_{b9} = 0.9$

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягування, $R_{bt} = 900 \text{ кПа}$

p_{zp} - реактивна відсіч ґрунту від розрахункового подовжнього навантаження N_I без врахування ваги фундаменту і ґрунту на його уступах, $p_{zp} \approx R_0 \approx 218.3 \text{ кПа}$

Визначаємо необхідну розрахункову висоту плитної частини фундаменту

$$h_{pl} = h_{0pl} + a_s = 0.62 + 0.07 = 0.69 \text{ м} > 0.3 \text{ м}, \text{ умова виконується.}$$

Отриману розрахункову висоту плитної частини фундаменту округлюємо у більшу сторону, приймаючи рівною $h_{pl} = 0.7 \text{ м}$

Призначаємо висоту фундаменту, зважаючи, що мінімальна висота фундаменту має бути не менше 1.5 м, $H_f = 1.5 \text{ м}$

4.2.2. Визначення глибини залягання фундаменту (ФМ-1)

Визначаємо розрахункову глибину промерзання шару ґрунту, що несе

$$d_f = k \cdot d_{fn} = 0.5 \cdot 1.35 = 0.675 \text{ м},$$

де k - коефіцієнт, що враховує температурний режим будівлі, $k = 0.5$

d_{fn} - нормативна глибина промерзання ґрунту, визначається залежно від кліматичного району будівництва, $d_{fn} = 1.35 \text{ м}$

Глибина залягання для внутрішнього фундаменту не залежить від розрахункової глибини промерзання ґрунтів.

Глибина залягання фундаменту по конструктивним вимогам

$$d_1 = H_f + h_1 = 1.5 + 0.3 = 1.8 \text{ м},$$

де H_f - висота фундаменту, $H_f = 1.5 \text{ м}$

h_1 - товщина шару ґрунту від обрізу фундаменту до планувальної відмітки землі, $h_1 = 0.3 \text{ м}$

Оскільки розрахункова глибина промерзання ґрунту менша, ніж конструктивна глибина залягання фундаменту, то як розрахункове значення глибини залягання фундаменту приймаємо більшу з них, тобто $d_1 = 1.8 \text{ м}$.

Абсолютна відмітка підошви фундаменту складає:

$$FL = DL - d_1 = 141.5 - 1.8 = 139.7 \text{ м}.$$

4.2.3. Визначення розмірів підошви фундаменту (ФМ-1)

Оскільки фундамент випробовує дію лише нормальної сили, він вважається центрально навантаженим. Отже, фундамент проектується квадратним в плані.

Визначаємо попередні (орієнтовані) розміри підошви фундаменту.

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{ml} d_1}} = \sqrt{\frac{2019.2}{218.3 - 20 \cdot 1.8}} = 3.93 \text{ м}$$

Отримані розміри фундаменту округлюємо кратно 0.3. Приймаємо $b_f = l_f = 3.9 \text{ м}$

$$L/H = 139/21 = 6.62$$

Уточнюємо розрахунковий опір ґрунту основи

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 3.9 \cdot 11.41 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 310 \text{ кПа}$$

Уточнюємо розміри підошви фундаменту

$$b_f = l_f = \sqrt{\frac{2019.2}{310 - 20 \cdot 1.8}} = 3.3 \text{ м}$$

Отримані розміри фундаменту округлюємо кратно 0.3. Приймаємо

$$b_f = l_f = 3.3 \text{ м}$$

Уточнюємо розрахунковий опір ґрунту основи

$$R = \frac{1.2 \cdot 1}{1} [0.51 \cdot 1 \cdot 3.3 \cdot 11.41 + 3.05 \cdot 1.8 \cdot 19.9 + 5.66 \cdot 23] = 306.2 \text{ кПа}$$

Визначаємо максимальний і мінімальний крайовий тиск і середній тиск під подошвою центрально-навантаженого фундаменту в припущенні лінійного розподілу напруги в ґрунті.

$$P_{\max}^{\text{сп}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 + \frac{M_{II}}{W} = \frac{2019.2}{3.3 \cdot 3.3} + 20 \cdot 1.8 + \frac{90.9}{3.28} = 340.7 \text{ кПа} < 1.2R = 367 \text{ кПа}$$

$$P_{\min}^{\text{сп}} = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 - \frac{M_{II}}{W} = \frac{2019.2}{3.3 \cdot 3.3} + 20 \cdot 1.8 - \frac{90.9}{3.28} = 285.3 \text{ кПа} > 0$$

$$P = \frac{N_{II}}{b_f l_f} + \gamma_{\text{мг}} d_1 = \frac{2019.2}{3.3 \cdot 3.3} + 20 \cdot 1.8 = 313 \text{ кПа} > R = 306.2 \text{ кПа} ,$$

$$\Delta = 2.2\%$$

$$\text{де } M_{II} = Q_{II} h_f = 60.59 \cdot 1.5 = 90.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W = \frac{b_f l_f^2}{6} = \frac{3.3 \cdot 3.3^2}{6} = 3.28 \text{ м}^3$$

Остаточно приймаємо розміри подошви $b_f = l_f = 3.3 \text{ м}$

4.2.4. Обчислення вірогідного осідання фундаменту (ФМ-1)

Обчислення вірогідного осідання ФМ-1 виконується методом пошарового підсумовування. Обчислюємо ординати епюр природного тиску σ_{zg} (вертикальні напруження від дії власної ваги ґрунту) та допоміжної $0.2\sigma_{zg}$ по формулі:

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zgi-1} + \gamma_{III} h_i$$

Таблиця 4.2

Точка	γ_{III}	h_i	σ_{zg}	$0.2\sigma_{zg}$
0	-	-	0	0
1	19,9	1,8	35,82	7,16
2	19,9	0,6	47,76	9,55
3	19	2	85,76	17,15
4	9,98	6	145,64	29,13
5	10,4	6	208,04	41,61
6	9,88	3,6	243,61	48,72

Визначаємо додатковий вертикальний тиск по підшві фундаменту

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0} = 313 - 37.7 = 275 \text{кПа}$$

Розбиваємо товщу під підшоною фундаменту на елементарні підшари завтовшки: $\Delta_i = 0.4b_f = 0.2 \cdot 2.7 = 0.54 \text{м}$

Величину загального осідання визначаємо по формулі:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i}^{cp} \Delta_i}{E_{0,i}}$$

Додаткові напруження в ґрунті від взаємного впливу фундаментів обчислюємо методом кутових крапок:

$$\sigma_{zp,i}^{don} = (\alpha_i^I - \alpha_i^{II}) p_0,$$

де $p_0 = 128.9 \text{кПа}$

Таблиця 4.3.

ξ_i	α_i^I	α_i^{II}	$\sigma_{zp,i}^{don}$
0.00	0.250	0.250	0.00
0.90	0.212	0.210	0.52
1.00	0.204	0.201	0.77
1.80	0.148	0.139	2.32
2.70	0.106	0.090	4.12
3.60	0.080	0.061	4.90
4.33	0.065	0.046	4.90
ξ_i	α_i^I	α_i^{II}	$\sigma_{zp,i}^{don}$
4.50	0.062	0.044	4.64
5.40	0.050	0.032	4.64
6.30	0.040	0.025	3.87
7.20	0.033	0.019	3.61
8.10	0.028	0.016	3.09
9.00	0.024	0.013	2.84
9.90	0.020	0.011	2.32
10.80	0.017	0.009	2.06

$$S_1 = \frac{0.8}{14000} (269.76 \cdot 0.54 + 262.44 \cdot 0.06) = 0.009 \text{м}$$

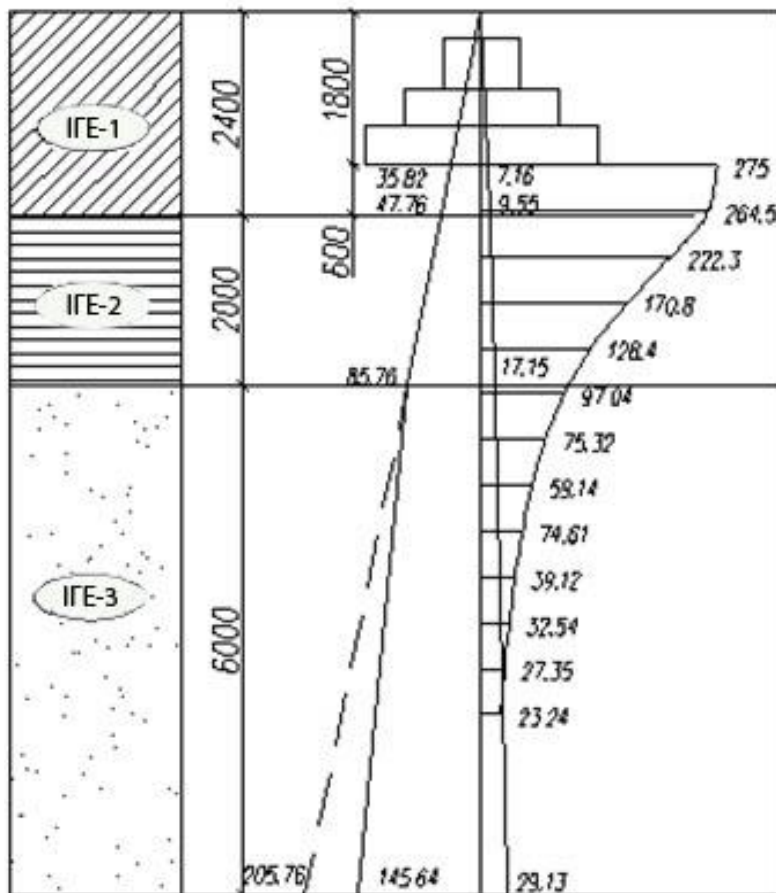
$$S_2 = \frac{0.8}{18000} (241.35 \cdot 0.48 + 196.55 \cdot 0.54 + 149.57 \cdot 0.54 + 115.59 \cdot 0.44) = 0.0157 \text{ м}$$

$$S_3 = \frac{0.8}{28000} (99.92 \cdot 0.1 + [86.18 + 67.23 + 53.38 + 43.36 + 35.83 + 29.94 + 25.29] \cdot 0.54) = 0.0055 \text{ м}$$

Загальне просідання:

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 = 0.0009 + 0.0157 + 0.0055 = 0.03 \text{ м} < S_u = 0.12 \text{ м}$$

Умова виконується



4.3. Розрахунок тіл фундаментів

4.3.1. Конструювання фундаменту

Призначаємо кількість і висоту рівнів фундаменту, приймаючи їх кратно 0.15 м.

Так як $h_{opl} = 0.7 \text{ м}$, то приймаємо два рівні фундаменту, при цьому висоту рівнів приймаємо $h_1 = h_2 = 0.35 \text{ м}$.

Остаточна висота плитної частини $h_{pl} = 0.7\text{м}$, а остаточна робоча висота плитної частини: $h_{0pl} = h_{pl} - a_s = 0.7 - 0.07 = 0.63\text{м}$

Призначаємо розміри консолей рівнів плитної частини $c_1 = 0.35\text{м}, c_2 = 0.35\text{м}$

4.3.2. Розрахунок міцності фундаменту на продавлювання

Оскільки піраміда продавлювання виходить за межі основи фундаменту, то розрахунок на продавлювання не виконується.

4.3.3. Розрахунок по міцності на розколювання

Перевіряємо виконання умови $N \leq (1 + b_c / h_c) \mu \gamma_1 A R_{bt}$, де

b_c, h_c - ширина і висота перетину бази колони,

μ - коефіцієнт тертя бетону по бетону,

γ_1 - коефіцієнт, що враховує спільну роботу фундаменту з ґрунтом,

$$\gamma_1 = 1.3$$

A - площа вертикального перерізу фундаменту $A = 2.3\text{м}^2$,

$$R_{bt} = 900\text{кПа}$$

$$2423\text{кН} \leq (1 + 0.71) \cdot 0.75 \cdot 1.3 \cdot 2.3 \cdot 900 = 3451\text{кН}$$

Умова виконується, отже, розколювання фундаменту не відбудеться.

4.3.4. Розрахунок міцності фундаменту на зім'яття

Перевіряємо виконання умови $N \leq 0.9 \psi_{loc} A_{loc,1} R_{b,loc}$, де

$A_{loc,1}$ - фактична площа того, що зім'яло, $A_{loc,1} = 0.5 \cdot 0.7 = 0.35\text{м}^2$

$A_{loc,2}$ - розрахункова площа того, що зім'яло, $A_{loc,2} = 0.9 \cdot 0.9 = 0.81\text{м}^2$

ψ_{loc} - коефіцієнт, залежний від характеру розподілу місцевої навантаження,

$$\psi_{loc} = 1$$

$R_{b,loc}$ - розрахунковий опір бетону тому, що зім'яло

$$R_{b,loc} = \alpha \varphi_{loc} R_b = 1 \cdot 1.32 \cdot 11500 = 15211\text{кПа}$$

$$\varphi_{loc} = \sqrt[3]{A_{loc,2} / A_{loc,1}} = \sqrt[3]{0.81 / 0.35} = 1.32$$

$$2423\text{кН} \leq 0.9 \cdot 1 \cdot 0.35 \cdot 15211 = 4791\text{кН}$$

Умова виконується, отже, зім'яття бетону не станеться.

4.3.5. Розрахунок міцності фундаменту по поперечній силі

Перевіряємо умову

$$Q \leq \frac{1.5R_{bt}b_f h_{01}^2}{c_1} = \frac{1.5 \cdot 900 \cdot 2.7 \cdot 0.37^2}{0.45} = 1109 \text{кН}$$

$$Q = p_{zp}(c_1 - c_0)b_f = 332(0.45 - 0.45) = 0 < 0.6R_{bt}b_f h_{01} = 0.6 \cdot 900 \cdot 2.7 \cdot 0.37 = 539.5 \text{кН}$$

$$Q = 539.5 \text{кН} < 1109 \text{кН}$$

Міцність рівня по поперечній силі забезпечена.

4.3.6. Визначення перерізу арматури плитної частини фундаменту

Площу перетину робочої арматури визначаємо з розрахунку на вигин консольних виступів. Визначаємо моменти, що вигинають, в перетинах I-I і II-II:

$$M_{I-I} = \frac{l_{I-I}^2 b_f}{6} (2P_{\max} + P_{I-I}) = \frac{0.45^2 \cdot 2.7}{6} (2 \cdot 340.7 + 331.5) = 92.3 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$P_{I-I} = P_{\min} + \frac{(l_f - l_{I-I})(P_{\max} - P_{\min})}{l_f} = 285.3 + \frac{(2.7 - 0.45)(340.7 - 285.3)}{2.7} = 331.5 \text{кПа}$$

$$M_{II-II} = \frac{l_{II-II}^2 b_f}{6} (2P_{\max} + P_{II-II}) = \frac{0.9^2 \cdot 2.7}{6} (2 \cdot 340.7 + 322.2) = 365.8 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$P_{II-II} = P_{\min} + \frac{(l_f - l_{II-II})(P_{\max} - P_{\min})}{l_f} = 285.3 + \frac{(2.7 - 0.9)(340.7 - 285.3)}{2.7} = 322.2 \text{кПа}$$

$$M_{III-III} = \frac{l_{III-III}^2 b_f}{6} (2P_{\max} + P_{III-III}) = \frac{1.35^2 \cdot 2.7}{6} (2 \cdot 340.7 + 313) = 815.5 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$P_{III-III} = P_{\min} + \frac{(l_f - l_{III-III})(P_{\max} - P_{\min})}{l_f} = 285.3 + \frac{(2.7 - 1.35)(340.7 - 285.3)}{2.7} = 313 \text{кПа}$$

Площа перерізу робочої арматури:

$$A_s^{I-II} = \frac{M_{I-I}}{0.9h_{0,pl}R_s} = \frac{92.3}{0.9 \cdot 0.23 \cdot 280000} = 15.9 \text{см}^2$$

$$A_s^{II-II} = \frac{M_{II-II}}{0.9h_{01}R_s} = \frac{365.8}{0.9 \cdot 0.83 \cdot 280000} = 17.5 \text{см}^2$$

$$A_s^{III-III} = \frac{M_{III-III}}{0.9h_{02}R_s} = \frac{815.5}{0.9 \cdot 1.43 \cdot 280000} = 22.63 \text{см}^2$$

Задаємося кроком стержнів 150мм. Тоді необхідний діаметр робочої арматури 12 мм, що більше мінімально допустимого діаметру 10 мм.

4.3.7. Розрахунок міцності підколонника по нормальним перерізам

Фундамент центрально навантажений. Знаходимо необхідну площу перерізу арматури

$$A_{s,tot} = \frac{N}{\varphi R_{sc}} - A \frac{R_b}{R_{sc}} = \frac{2423}{0.8 \cdot 280000} - 0.9 \cdot 0.9 \frac{11500}{280000} = -0.022 \text{ см}^2$$

Площа перетину негативна. Призначаємо крок повздовжніх стержнів 0.4м. Таким чином мінімально допустимий діаметр стержнів 12 мм.

4.3.8. Розрахунок міцності підколонника по похилому перерізу

Згинальний момент

$$M = 0.8 \cdot (Qh_{cf} - 0.5h_{cf}) = 0.8(72.21 \cdot 0.6 - 0.5 \cdot 0.6) = 34.42 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Площа поперечної арматури

$$A_{sw} = \frac{M}{R_{sw} \sum z_{sw}} = \frac{34.42}{225000 \cdot 1.1} = 2.6 \text{ см}^2$$

Приймаємо крок поперечних сіток 150 мм. Діаметр стержнів 10 мм.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Повинні бути забезпечені чотири головні групи якостей запроєктованого торгово-розважального комплексу в м. Київ:

- функціональна – комплекс повинний щонайкраще відповідати своєму призначенню, а тому періодично необхідно робити перепланування, модернізацію і реконструкцію;

- технічна – будівля повинна успішно протистояти зовнішнім і внутрішнім впливам, бути ремонтпридатною; тому необхідно стежити за технічним станом конструкцій, робити захист, посилення, а при необхідності – заміну;

- архітектурна – комплекс повинний щонайкраще відповідати положенню в забудові як об'єкт огляду його людьми, тому зовнішній його вид повинний бути завжди в відмінному, відповідному призначенню, розташуванню в забудові і т.п.;

- економічна – зведення й експлуатація торгово-розважального комплексу повинні здійснюватися з мінімальними витратами сил і засобів.

Запроекований торгово-розважальний комплекс, відповідно до визначальних експлуатаційних вимог:

- має високу надійність, тобто виконує задані їм функції у визначених умовах експлуатації протягом заданого часу, при збереженні значень своїх основних параметрів у встановлених межах;

- є зручним і безпечним в експлуатації, що досягається раціональними плануваннями приміщень і розташуванням входів, сходів, засобів пожежегасіння, причому для ремонту і заміни великогабаритного технологічного устаткування в будівлі передбачені люки, прорізи і кріплення;

- є зручним і простим у технічному обслуговуванні і ремонті, тобто дозволяє здійснювати його на можливо великому числі ділянок, має зручні підходи до конструкцій, введення інженерних мереж без демонтажу і розбирання для оглядів і обслуговування з гранично низькими витратами на допоміжні операції, дозволяє застосовувати передові методи праці, сучасні засоби автоматизації і механізації, збірно-розбірні пристрої для обслуговування важкодоступних конструкцій, а також має пристосування для кріплення коликів, джерел струму та ін.;

- є ремонтпридатним, тобто конструкції будинку пристосовані до виконання усіх видів технічного обслуговування і ремонту без руйнування суміжних елементів і з мінімальними витратами праці, часу, матеріалів;

- має максимально можливий і близький еквівалентний для всієї конструкції міжремонтний термін служби;

- більш економічний у процесі експлуатації, що досягається застосуванням матеріалів і конструкцій з підвищеним терміном служби, а також мінімальними витратами на опалення, вентиляцію, кондиціонування, висвітлення і водопостачання;

- має зовнішній архітектурний вигляд, що відповідає його призначенню, розташуванню в забудові, а також приємний для огляду, причому внутрішнє

оформлення будинку не забруднюється і легко піддається очищенню, відновленню.

Технічне обслуговування і ремонт (технічна експлуатація) будинків являють собою безперервний динамічний процес, реалізацію визначеного комплексу організаційних і технічних заходів по нагляду, уходу та усім видам ремонту для підтримки їх у справному, придатному до використання по призначенню стані в перебігу заданого терміну служби.

Експлуатація будівлі регламентована Положеннями про системи планово-попереджувального ремонту: Положенням про проведення ППР виробничих будинків. Усі вони класифікуються по групах і для них установлені середні терміни служби, види, періодичність оглядів і ремонтів, а також роботи, що відносяться до поточного та капітального ремонтів.

Першорядне значення в експлуатації будинків має своєчасний контроль їхнього технічного стану, перевірка справності будівельних конструкцій та інженерного устаткування. Такий регулярний, причому не тільки візуальний, але (при необхідності) й інструментальний контроль запобігає передчасному виходу будинку з ладу, дозволяє обґрунтовано планувати і проводити профілактичні заходи по їх заощадженню.

При проектуванні торгово-розважального комплексу експлуатаційні якості визначаються вибором матеріалів, розрахунком конструкцій, об'ємно-планувальним рішенням, інженерним устаткуванням відповідно до призначення будинку, Будівельними нормами і правилами (БНіП) і виділеними асигнуваннями.

При зведенні комплексу прийняті в проекті значення параметрів експлуатаційних якостей матеріалізуються, їхня вірогідність перевіряється приладами і по їхніх числових значеннях можна підтвердити, що побудований будинок відповідає задуманому в проекті.

При експлуатації будівлі головне завдання полягає в підтримці передбачених проектом і матеріалізованих при будівництві експлуатаційних якостей на заданому рівні. Вони повинні цілком відповідати призначенню

будівлі, що забезпечується визначеними будівельними конструкціями й інженерним устаткуванням.

Таким чином, установленням значень параметрів експлуатаційних якостей (ПЕЯ) і розробкою інструкції з технічної експлуатації завершується проектування будинків, за допомогою вироблених у проекті ПЕЯ контролюється їхнє зведення; по відповідності фактичних значень ПЕЯ проектному комплексу приймається в експлуатацію і шляхом підтримки ПЕЯ на заданому рівні здійснюється їхня технічна експлуатація протягом установленого терміну служби.

Ефективність експлуатації та її економічність залежать від багатьох факторів, зокрема значною мірою від професійної підготовки осіб, її здійснюючих, від їхнього уміння побудувати експлуатацію на науковій основі.

Особи, зайняті експлуатацією і ремонтом комплексу, повинні добре знати його пристрій, умови роботи конструкцій, технічні нормативи на матеріали та конструкції, необхідні для ремонту. Вони за допомогою приладів, а також по зовнішньому вигляді й ознакам повинні вміти хоча б приблизно оцінювати технічний стан будинку й окремих його конструкцій, вміти виявляти уразливі місця, з яких може початися його руйнування, вибирати найбільш ефективні способи і засоби його попередження й усунення, не порушуючи по можливості, використання будівлі по призначенню.

Ефективна експлуатація будівель, тобто постійний кваліфікований нагляд за ними, періодична оцінка їхнього технічного стану (діагностика пошкоджень) та попередження початку розвитку пошкоджень, своєчасне проведення профілактичного та відбудовного ремонтів можливі тільки при вивченні конструкцій спорудження, особливостей його пристрою та роботи, експлуатаційних вимог та ступеня їхнього фактичного задоволення, уміння виявити уразливі місця, з яких можливо початок розвитку пошкоджень, та інше.

Працівники експлуатаційної служби повинні ретельно вивчати проект комплексу; у ході будівництва контролювати якість виконання всіх робіт, вивчати отримані від будівельників виконавчі креслення й інструкцію з

експлуатації будівлі, вести на кожному спорудженні паспорт, журнал обліку технічного стану (ЖТС) та інші документи, необхідні в процесі експлуатації БіС.

У проекті комплексу відповідно до вимог БНіП передбачені вимоги щодо надійності, капітальності, довговічності і заданих умов експлуатації як усього комплексу, так і окремих його елементів, з'єднань конструкцій та основ; це досягається вибором матеріалів і конструкцій, спеціальними захисними заходами для забезпечення вогнестійкості, морозостійкості, корозійної стійкості, захисту від конденсаційного зволоження та гниття, відводу води, провітрювання та т.п.

При проектуванні конструкцій і будівлі в цілому передбачаються відповідно вимогам БНіП заходу для зменшення негативного впливу факторів, обумовлених провадженням робіт.

Вимоги БНіП зводяться до того, щоб величини зусиль, напруг, деформацій, переміщень, розкриття тріщин, а також величини зусиль від інших факторів та впливів не перевищували граничних значень, установлених нормами. При цьому в розрахунках враховуються ймовірні несприятливі характеристики матеріалів та можливі вигідні величини та сполучення навантажень і впливів, а також умови експлуатації й особливості роботи конструкцій та основ, при дотриманні усіх вимог нормативних документів, стандартів, технічних умов, пропонованих до якості матеріалів, виробів, провадженню робіт, а також до експлуатації БіС.

Досягнення конструкціями граничних станів, установлених нормами, не представляє небезпеки для людей, але служить межею, по досягненні якої будівля на може більше використовуватися по своєму призначенню без проведення спеціальних відновлюючих робіт. Щоб повніше врахувати особливості дійсної роботи матеріалів, елементів та з'єднань конструкцій і основ, а також будинку в цілому, при розрахунках вводиться коефіцієнт умов роботи n , а щоб компенсувати недостатню вивченість роботи граничних станів окремих видів конструкцій та основ, вводиться коефіцієнт надійності K_n ,

коефіцієнт несприятливих сполучень навантажень та впливів кн, коефіцієнт перевантаження кп та інше, чисельні значення яких установлені нормативними документами по проектуванню конструкцій, основ, БіС.

Для використання будівлі по призначенню в ній повинні підтримуватися необхідні температурно-вологісні умови та визначений комфорт, що забезпечуються не тільки справними будівельними конструкціями, але й діючими системами теплопостачання та каналізації. На створення таких умов у будівлях і підтримка будівельних конструкцій та інженерного устаткування в справному стані спрямована діяльність експлуатаційної служби.

До методів контролю фізико-технічних параметрів будівель відносяться: спостереження за тріщинами в конструкціях, контроль місцевих і загальних деформацій, а також визначення: міцності конструкцій; товщини трубопроводів при контролі за корозією; вологості деревини й інших матеріалів; товщини лакофарбових покриття; повітропроникності стиків та конструкцій; теплозахисні якості конструкцій: звукоізолююча здатність конструкцій, що обгороджують; місьць пошкодження схованої гідроізоляції.

Охорона праці – це система законодавчих, соціально-економічних і організаційних заходів, забезпечуючих безпеку і охорону здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Найважливішою задачею охорони праці на будівництві є попередження аварій і небезпек, які можуть виникнути в процесі виробництва будівельно-монтажних робіт.

В даному розділі розглядаються питання потенційних небезпек і шкідливих факторів, які виникають при будівництві торговельного центру і заходи необхідні для безпечного зведення будівлі.

При проектуванні і виконанні монтажу устаткування повинні бути враховані наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, та механізми, що беруть участь в процесах монтажу устаткування;
- підвищена, або занижена рухомість повітря;

- недостатня освітленість робочої зони (ДСТУ Б А.3.2-15:2011);
- підвищення значення напруги в електричному ланцюзі;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

Також небезпечних факторів на будівництві відносяться:

1. Машини, механізми і пристрої, що використовуються при виконанні монтажних робіт можуть бути технічно несправними, що може призвести до нещасних випадків.

2. Протяги, які бувають на значній висоті і значній неогороженій площі.

3. Виконання робіт у темну пору доби.

4. Підвищення значення напруги в електричному ланцюзі, замикання, що може відбутися через тіло людини, у тому числі пристосування, які застосовуються при виконанні монтажу устаткування, повинні відповідати вимогам безпеки, викладеним у стандартах і технічних умовах на відповідне устаткування.

5. Небезпека падіння з риштувань.

До початку роботи із застосуванням машин керівник робіт визначає схему руху і місце встановлення машин, місця і способи занулення (заземлення) машин, що мають електропривод, вказує способи взаємодії та сигналізації з робочим-сигнальником, що обслуговує машину, визначає місце знаходження сигнальника. В зоні роботи машини встановлюються знаки безпеки і попереджуючі надписи. Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначаються відстанню в межах 5м; швидкість руху автотранспорту поблизу місць ведення робіт не повинна перевищувати 10-15км/год на прямих ділянках і 5км/год на поворотах.

Усі зазначені норми передбачені при розробці будгенплану (рух автомашин на території будмайданчика обмежений 5км/год, огорожа крану знаходиться на відстані 5,75м від осі крану).

Всі струмоведучі частини необхідно робити недоступними для випадкового торкання, або застосовувати малу напругу (42В). Дроти повітряної лінії розміщують на висоті не менше 4,5м, а в місцях проїзду

автотранспорту - не менше 6м. Всі металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені.

При виконанні робіт металеві частини електрообладнання будуть заземлені, а дроти повітряних ліній розміщені на належній висоті.

Бетонування – це III важка категорія робіт. В холодний період року оптимальна температура становить -16...-19°C, верхня межа -19°C.

Взимку в умовах понижених температур (нижче -19°C) бетонування конструкцій буде припинено. Відновлення робіт буде лише після підвищення температури повітря до дозволеного рівня.

Для створення нормальних умов праці необхідно слідкувати за рівнем шуму. Гранично допустимий рівень шуму - 85дБ. Вібраційні та інші установки повинні періодично проходити контроль на шумові характеристики і не перевищувати встановлені стандартами. Для послаблення шуму від машин на них встановлюють кожухи. Для індивідуального захисту працюючих від шуму застосовують протишумові навушники, проти шумні каски. Рівень шуму становить 90дБ, планується застосування протишумових навушників.

Для захисту від вібрації застосовують віброзахисні рукавиці та віброзахисне взуття. Вимоги до віброзахисних рукавиць, ефективність віброзахисту та інше встановлено в ГОСТ 12.4.002-97 «Система стандартів безпеки праці. Засоби захисту рук від вібрації. Загальні технічні вимоги». Крім цього робітникам, зайнятим на віброуючому обладнанні треба через кожні 30-40 хвилин робити перерви.

Для захисту від вібрації будуть проводитися перерви при роботі з віброустановками та використовуватися віброзахисні рукавиці.

Не допускається виконання робіт під час ожеледиці, туману, який виключає видимість в межах фронту робіт, грози і сильного вітру. Оптимальна вологість повітря робочої зони бетонувальника-монтажника становить 40-60%, верхня межа – 75%, оптимальна швидкість вітру 0,3м/с, верхня межа – 0,5м/с.

Передбачено, що бетонувальні роботи при швидкості вітру 0,5м/с і вище, при вологості повітря 75% і вище виконуватися не будуть.

Для ділянок робіт передбачене рівномірне освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 2лм. Коли недостатньо природного світла, і для освітлення в ті години доби, коли природне світло відсутні, передбачається штучне електричне освітлення.

Як вказано на будгенплані, передбачається встановлення переносних світильників і ламп накаливання, які даватимуть освітлення 2,2лм.

При бетонуванні на висоті необхідно користуватись монтажними ременями. На підмостках і риштуваннях влаштовується огороження висотою 1,1м. Для переходу працюючих на висоті по горизонтальним і з незначним ухилом площинам застосовуються перехідні містки, які є огороженими (H=1,1м). При переході працюючих по конструктивним елементам будівлі застосовують страхувальні канати, виготовлені із гнучких сталевих тросів, до яких працюючий прикріплюється карабіном запобіжного поясу.

Всі норми передбачені при проектуванні, будуть застосовані і огороження, і страхувальні пояси та канати.

Розглянемо розрахунок одиночного стрижньового блискавковідводу.

Розрахунок висоти одиночного стрижньового блискавковідводу для захисту будинку радіусом $r_x = 24$ м і заввишки $h_x = 22$ м. Зона захисту блискавковідводу на рівні землі визначається довкруги радіусом r_0 , а на висоті h_x об'єму, що захищається, – довкруги радіусом r_x . Вершина конуса h_0 знаходиться нижче за висоту блискавковідводу h . Габаритні розміри зони захисту одиночного блискавковідводу визначаються за формулами:

$$h_0 = 0,92 * h = 0,92 * 40 = 37 м.; \quad (7.1)$$

$$r_0 = 1,5 * h = 1,5 * 40 = 60 м.; \quad (7.2)$$

де h – висота блискавковідводу;

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5} = \frac{24 + 1,63 * 22}{1,5} = 40 м. \quad (7.3)$$

Конструкція блискавковідводу включає: опори блискавковідводу, блискавкоприймачі, струмовідводи і заземлювачі. Залежно від необхідної висоти, опори блискавковідводу, що стоять окремо, можуть бути виконані із сталі у вигляді стійок, з труб одного діаметра, із залізобетонних колон або дерева. Там де можливо, як опори для кріплення струмоведучих частин блискавковідводу повинні використовуватися конструкції самих споруд, що захищаються. Блискавкоприймачі стрижньових блискавковідводу виготовляють із сталевих стрижнів. Мінімальна площа перетину блискавкоприймача повинна бути не менше 100 мм². Для пристрою струмовідводу можна використовувати сталь будь-якого профілю з перетином не менше 35 мм². Заземлювачі по розташуванню в ґрунті і формі електродів підрозділяються на: а) поглиблені, стрижньові (вертикальні) у вигляді сталевих труб, стрижнів або кутів, що забиваються в землю; б) поверхневі, смугові (горизонтальні), у вигляді сталевих смуг, кутів, що укладаються у верхніх шарах ґрунту; в) комбіновані виконувані в комбінації з перших двох.

Для заземлювачів блискавковідводу важливою характеристикою є значення опору розтіканню струму блискавки R_u (імпульсний опір заземлювача). Його величина може істотно відрізнятись від опору розтіканню струму промислової частоти R_n . Ці опори зв'язані співвідношенням:

$R_u = R_n * \alpha_u$, де α_u - імпульсний коефіцієнт, залежний від питомого опору ґрунту.

Розглянемо занулення баштового крана КБ 504, який живиться від розподільчої шафи з глухо заземленою нейтраллю.

Зануляючі пристрої можуть мати опір не більше 4 Ом. Граничний опір ґрунту (пісок) $\rho = 7 \times 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Матеріал заземлення – труба $\varnothing 100 \text{ мм}$ для вертикальних, і стержнева арматура сталь $\varnothing 6 \text{ мм}$ для горизонтальних; $K_m = 1,8$.

Довжина заземлювачів: $l = 2,5 \text{ м}$.

Коефіцієнт використання вертикальних і горизонтальних заземлювачів: $\eta_v = 0,49$; $\eta_r = 0,42$.

Розв'язок:

1) визначимо опір розтікання зарядів одиночних заземлювачів із труб $\varnothing 100\text{мм}$, довжиною 2,5 м:

$$R_{o.c.} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (7.4)$$

$$R_{o.c.} = 0,366 \frac{7 \cdot 100}{2,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,1} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,25 + 2,5}{4 \cdot 1,25 - 2,5} \right) = 38,6 \text{ Ом}$$

приймаємо 12 заземлювачів на відстані один від одного 2,5 м ($a/l=1$).

2) опір усіх заземлювачів розтіканню зарядів:

$$R = \frac{38,6}{12 \cdot 0,49} = 3,21 \text{ Ом}; \quad (7.5)$$

3) визначимо опір розтіканню зарядів горизонтальних з'єднань:

$$R_{г.к.} = \frac{0,336}{l} \rho \cdot K_m \cdot \lg \frac{l^2}{d \cdot t} \quad (7.6)$$

$$R_{г.к.} = \frac{0,336}{50} \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 1,8 \cdot \lg \frac{50^2}{0,1 \cdot 0,5} = 45,03 \text{ Ом};$$

4) визначаю дійсний опір розтіканню зарядів горизонтальних заземлювачів при $\eta_e = 0,42$:

$$R_{г.о.} = \frac{R_{г.к.}}{\eta_e} \quad (7.7)$$

$$R_{г.о.} = \frac{45,03}{0,42} = 107,2 \text{ Ом}$$

5) опір усього заземлюючого пристрою:

$$R_n = \frac{3,21 \cdot 107,2}{3,21 + 107,2} = 3,21 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}.$$

Кількість заземлювачів вибрано правильно.

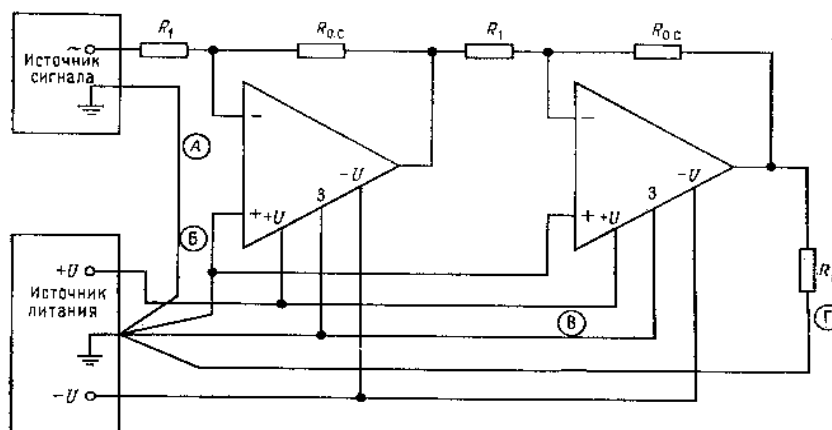


Рис. 6.1. Схема заземлення

Техніка безпеки при виконанні земляних робіт

Виконання земляних робіт в зоні діючих підземних комунікацій слід проводити під безпосереднім наглядом майстра або виконроба, а в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того під керівництвом працівників електропостачання чи газового господарства. При виявленні вибухонебезпечних матеріалів виконання робіт негайно припинити до надання дозволу відповідними органами.

В особливо складних і важливих випадках на виконання земляних робіт повинен бути виданий наряд-допуск.

В умовах сучасного планування для якого характерна насичена сітка підземних комунікацій і висока щільність забудови, прокладка трубопроводів традиційним траншейним способом супроводжується рядом труднощів. Економічно та технічно більш цілеспрямованіше виконати на таких територіях безтраншейну прокладку.

Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Основними причинами небезпеки і травматизму при монтажі є: падіння елементів що монтуються, падіння робочих з висоти, недосконалість і помилки в виборі монтажної оснастки (такелажні роботи), недосконалість і несправний стан механізмів і машин і електроустановок, недостатня освітленість, незадовільна послідовність виконання робочих операцій.

В окрему групу слід виділити операції по розвантаженню на приоб'єктному складі збірних конструкцій, арматури та ін. Ці роботи не входять в комплекс процесу будівельно-монтажних робіт, але так як їх виконують робочі, заняті на монтажі, і обслуговуючі монтажні прилади, причини нещасних випадків і травматизму при розвантаженні слід розглядати загальному об'ємі небезпек будівельно-монтажних робіт.

Важливу роль в забезпеченні безпечних методів ведення робіт відіграють монтажні знаряддя. Їх конструкція має забезпечувати: швидке і вільне виконання операцій, пов'язаних з їх установкою або зняттям і вивіркою елементів конструкцій, стійкість елементів конструкцій до їх закріплення у відповідності з проектом, ремонтпригодність і взаємозамінність вузлів і деталей.

Важливе значення для забезпечення безпеки монтажних робіт відіграє вибір такелажних приладів, вантажозахватних пристроїв і приладів для підйому будівельних конструкцій, їх вивірки і закріплення. Конструкція строп мають забезпечувати повну безпеку і зручність при роботі, а також можливість швидкої стропування і розміщення вантажів.

Техніка безпеки при роботі на висоті

Нещасні випадки при будівельно-монтажних роботах мають місце в результаті падіння людей в процесі їх підйому на висоту та спуску. Висотними вважаються роботи які виконуються на висоті 5 м від поверхні землі, перекриття чи тимчасового настилу. Організація безпечної роботи на висоті залежить від методів безпечного підйому, умов безпечного проходу на монтажні підмости, забезпечення монтажних вузлів зручними робочими майданчиками. Підмости, площадки з огороженнями встановлюються на конструкціях до початку їх підйому на висоту.

Організація безпечних умов праці на робочих місцях ведеться по двом напрямкам: влаштування захисних огорожень робочих місць і застосування індивідуальних засобів захисту у вигляді запобіжних поясів, які

прикріплюються до стійких деталей і елементів раніше змонтованих конструкцій.

Всі основні елементи захисних огорожень розраховуються на міцність, а огороження в цілому на стійкість від дії рівномірно розподіленого горизонтального і вертикального навантаження 400 Н/м, прикладеного на поручень.

Крім того застосовуються огороження у вигляді захисних сіток із синтетичних матеріалів для уловлення падаючих предметів.

Електробезпека

Електроенергія використовується в будівництві для електроприводу, освітлення зварки та інших видів робіт.

Електротравми і порушення роботи електрообладнання можна розділити на три групи:

- пов'язані з проходженням електричного струму через тіло людини;
- електротравми, при яких не виникає електричної дуги через тіло людини (опіки, механічні травми, засліплення електричною дугою та ін.);
- змішані.

Причинами електротравм можна назвати:

- порушення правил влаштування електроустановок, правил технічної експлуатації (ПТЕ), а також вимог розділу «Техніка безпеки на будівництві»;
- неправильна організація праці;
- робота вантажопідійомних і земляних машин в зонах ліній електропередач;
- торкання до металевих не струмопровідних частин обладнання, що виявились під струмом внаслідок несправностей ізоляції;
- виконання заземлення пристрою з порушенням технологічних умов, відрив заземлюючого провідника, невиконання необхідного за правилами повторного заземлення нульового дроту;
- використання несправного електрообладнання, електроінструментів,

- дротів, кабелів;
- використання електрообладнання, що не відповідає умовам напруги, помилкова подача напруги;
 - виконання електромонтажних і ремонтних робіт під напругою, заміна несправних ламп;
 - використання марок дротів і кабелів що не відповідають умовам будівельного виробництва і напрузі, низька якість з'єднань після ремонту;
 - ремонт відірваного нульового дроту повітряної лінії при не вимкненій мережі однофазного навантаження;
 - напруга декількох споживачів від загального пускового пристрою з захистом запобіжниками, розрахованими на відключення самого потужного з них;
 - недооцінка необхідності відключення електроустановки в неробочий час;
 - виконання робіт без засобів індивідуального електрозахисту чи використання захисних засобів які не пройшли випробування;
 - невиконання періодичних випробувань заземлюючих пристроїв та ін.

Техніка безпеки при застосуванні будівельних машин і механізмів

При будівництві використовуються найрізноманітніші види будівельних машин і механізмів. Основними будівельними машинами є монтажний кран, екскаватор, бульдозер, підйомники. Однак, в деяких випадках робота цих машин пов'язана з виробничою небезпекою, що потребує підвищених заходів безпеки.

Стійкість стаціонарних машин (бетонозмішувачів, дробалок, і т. д.) забезпечується за рахунок правильного їх встановлення на надійну основу в строго горизонтальному і вертикальному положенні. При необхідності останні закріплюють до фундаментів за допомогою болтових з'єднань (анкерів).

Втрата стійкості призводить до перекидання машини, викликає важкі нещасні випадки і веде до матеріальних втрат.

В реальних умовах експлуатації вантажопідйомних кранів на будівельному майданчику моменти перекидальних сил від дії додаткових навантажень не постійні по величині, змінюються в часі і можуть перевищувати розрахункові значення.

Основні фактори, що призводять до втрати стійкості будівельних кранів: перевантаження кранів, тобто положення коли суми моментів сил, які утримують кран в стані рівноваги, до суми моментів сил, які намагаються його перевернути, стають менше коефіцієнта стійкості; динамічна дія вітрового навантаження на кран (наприклад, різке гальмування). Можливий також і спільний вплив вказаних факторів в різних комбінаціях.

Для запобігання аварійних ситуацій служать пристрої і прилади безпеки. Захисні засоби призначені для відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. Прилади і пристрої безпеки по їх призначенню поділяються на наступні:

- обмежувачі руху (висота підйому вантажу, пересування крана, обертання крана, вильоту стріли);
- пристрій, що забезпечує стійкість машин (обмежувачі вантажопідйомності і вантажного моменту, виносні опори);
- прилади, які контролюють стан стійкості (анемометри, вказівники вильоту стріли, вказівники кранів);
- прилади, освітлення і сигналізації (прилади звукової сигналізації).

При роботі на кранах робота повинна припинятися при швидкісному напорі вітру вище 250 Па. Напір вітру в районі роботи крана визначає крановщик по анемометру (вітроміру), автоматично вмикаючи сирену при досягненні швидкості вітру, при якій припиняється робота крана.

Вантажопідйомні машини, які знаходяться в експлуатації, проходять технічну перевірку не рідше ніж раз через рік їх роботи.

Статичне випробування кранів при першій перевірці, а також після монтажу на новому місці проводять при навантаженні, на 25% більшому ніж їх вантажопідйомність. При періодичних випробуваннях – при навантаженні

на 10% більшому ніж вантажопідйомність. Після статичних проводяться динамічні перевірки навантаженням на 10% більше вантажопідйомності крана.

Вантажозахватні пристрої і тару до пуску в роботу оглядають і перевіряють навантаженням на 25% більше їх номінальної вантажопідйомності. Перевірені канати, ланцюги і інші допоміжні пристрої оснащують бірками і клеймами.

Всі будівельні машини, які знаходяться в експлуатації, мають інструкцію по експлуатації, а також паспорта і інструкції на окремі частини, вузли та агрегати.

6.3. Забезпечення пожежної і вибухової безпеки при зведенні торговельно-розважального центру

До роботи з проєктованим об'єктом допускаються особи інженерно-технічного складу, що вивчили проєктований пристрій, інструкцію і склали залік по техніці безпеки і по пожежній безпеці.

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2016 пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися:

- 1) системою запобігання пожежі;
- 2) системою протипожежного захисту;
- 3) організаційно-технічними заходами.

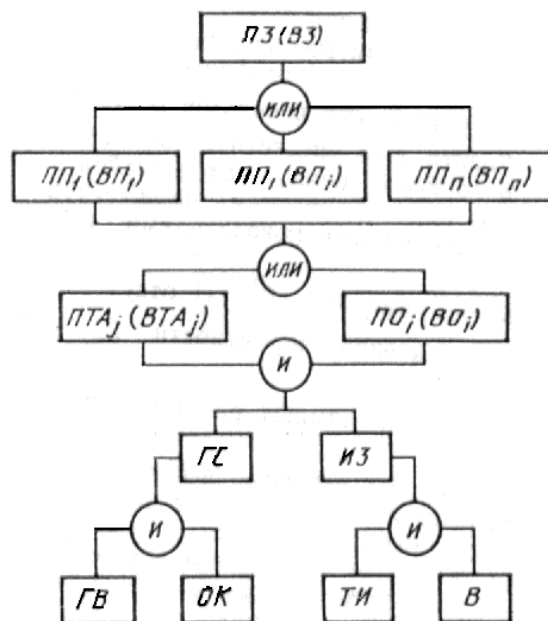


Рис. 6.2. Загальний вид структурної схеми виникнення пожежі в будівлі

Вимоги до системи запобігання пожежі. Запобігання пожежі повинне досягатися двома способами:

- запобіганням утворенню пального середовища;
- запобіганням утворенню в пальному середовищі (або внесення в неї) джерел запалювання.

Запобігання утворенню пального середовища повинне забезпечуватися:

- максимально можливим застосуванням непальних і важкопальних речовин і матеріалів;
- обмеженням маси або обсягу пальних речовин, матеріалів і найбільш безпечним способом їхнього розміщення;
- ізоляцією пального середовища;
- підтримкою концентрації пальних газів, пар, суспензій або окислювача в суміші поза межами їхнього запалення;
- максимальною механізацією й автоматизацією технологічних процесів, зв'язаних з перекачуванням пальних речовин;
- установкою пожаронебезпечного устаткування по можливості в ізольованих приміщеннях або на відкритих площадках;
- застосуванням ізольованих відсіків, камер, кабін і т.п.

Запобігання утворення в пальному середовищі джерел запалювання повинне досягатися:

- застосуванням машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- застосуванням електроустаткування, що відповідає пожаронебезпечній і вибухонебезпечній зонам, групі і категорії вибухонебезпечної суміші відповідно до вимог Правил пристрою електроустановок;
- застосуванням технологічного процесу й устаткування, що задовольняє вимогам електростатичної і іскробезпеки за ДСТУ 12.1.018-86;
- підтримкою температури нагрівання поверхонь машин, механізмів, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, що можуть ввійти в контакт із пальним середовищем, нижче гранично припустимої, складової 80% від найменшої температури samozapalювання пального;
- ліквідацією умов для теплового, хімічного і (або) мікробіологічного самозаймання речовин, що звертаються, матеріалів, виробів і конструкцій;
- виконанням встановлених правил пожежної безпеки.

Пожежна безпека об'єкта забезпечується також обмеженням маси і (або) обсягу пальних речовин і матеріалів, а також найбільш безпечним способом їхнього розміщення.

Загальні вимоги до пожежної та вибуховопожежної безпеки об'єктів усіх галузей народного господарства приведені в ДСТУ 12.1.004-85. Групу займистості будівельних матеріалів визначають відповідно до СТ СЕВ 2437-80 і СТ СЕВ 382-76.

Для оцінки пожежовибухонебезпечності всі речовини розділені по агрегатному стані на гази, рідини і тверді. Тверді речовини в тонкоподрібненому стані виділені в самостійну групу – групу пилів.

При оцінці пожежовибухонебезпечності до газів відносять речовини, абсолютний тиск пар яких при температурі 50 °С дорівнює або перевищує 300 кПа або критична температура яких менш 50 °С; до рідин –

речовини з температурою плавлення (краплепадіння) менш 50 °С; до твердих – речовини з температурою плавлення (краплепадіння) від 50 °С и вище; до пилів - дисперговані тверді речовини з частками розміром менш 850 мкм.

По горючості речовини і матеріали підрозділяються на три групи:

непальні (неспалені) – речовини і матеріали, здатні до горіння в повітрі;

важкогорючі (важкозгоряючі) – речовини і матеріали, здатні займатися в повітрі від джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після видалення джерела запалювання;

пальні (спаленні) – речовини і матеріали, здатні самозайматися, а також займатися від джерела запалювання і самостійно горіти після його видалення.

Дані про горючість використовують при визначенні категорій виробництв по вибуховій, вибуховопожежній і пожежній небезпеці, класів вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон, при розробці заходів для забезпечення пожежної безпеки.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1. Заходи щодо екологічної безпеки при будівництві торговельно-розважального центру в м. Київ

До складу підготовчих робіт на будмайданчику входить різання рослинного шару ґрунту на площі всієї ділянки будівництва і переміщення його в резерв для подальшого використання в період завершення робіт по впорядкуванню прилеглої території.

Використані на період будівництва постійні дороги виконуються до щибеневого покриття, яке періодично обприскується водою для попередження пилоутворення.

Попередження порушення навколишнього середовища при будівництві об'єкту (порушення рельєфу, ґрунтового шару) нейтралізуються деформуванням підпірних стінок, зливової каналізації.

Після завершення будівельних робіт, проводиться впорядкування території: повернення на ділянку будівництва ґрунту і озеленення.

Перед здачею об'єкту передбачений ремонт і бетонування покриття постійних доріг, використовуваних на період будівництва.

7.2. Заходи щодо екологічної безпеки на будгенплані

Розміщення дороги, санітарно-побутових вагончиків і інших пристроїв передбачається з максимальним збереженням дерев, чагарників і трав'яної рослинності.

Для забезпечення охорони навколишнього середовища опалювання санітарно-побутових приміщень, підігрів води проводиться електричними приладами заводського виготовлення.

Обладнаний стенд з охорони довкілля поблизу побутових приміщень.

Обладнані місця на спеціально підготовленому майданчику для збору побутового сміття.

7.3. Загальні заходи щодо екологічної безпеки, що передбачаються в період будівництва проектного об'єкту

Передбачається виконанням робіт шумними механізмами в першу зміну.

Для пониження шуму на будівельному майданчику виключається одночасна робота декількох машин з високим рівнем шуму.

На машинах і механізмах встановлюються каталітичні фільтри, сприяючі нейтралізації і очищенню відпрацьованих газів.

Впровадження пакетування вантажів сприяє охороні навколишнього середовища.

Перехід будівельних машин на електропривод і застосування електричної енергії для технологічних потреб замість твердого і рідкого палива дозволяє повністю влаштувати шкідливі викиди в атмосферу.

Для запобігання забрудненню ґрунту і води необхідний пристрій механізованої і автоматизованої заправки механізмів і організація збору відпрацьованих масел, а при зміні сезону – відправка їх на регенерацію.

Одним із заходів, що знижують шум на будівельному майданчику, є застосування техніки на пневмоколісному ході і аличних шинах замість гусеничного ходу.

На пунктах технічного обслуговування машин встановлюються ємкості для збору відпрацьованих нафтопродуктів.

7.4. Заходи щодо охорони навколишнього середовища

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар повинен заздалегідь зніматися і складуватися для подальшого використання. Допускається не знімати родючий шар: при товщині його менше 10 см, при розробці траншей шириною зверху 1 м і менш. Зняття і нанесення родючого шару слід проводити, коли ґрунт знаходиться в немерзломому стані. Не допускається не передбачена проектною документацією вирубка дерев і чагарника, засипка ґрунтом стовбурів і кореневих шийок деревно-чагарникової рослинності.

При виробництві будівельно-монтажних робіт мають бути дотримані вимоги по запобіганню запиленої і забрудненості повітря. Не допускається при прибиранні відходів і сміття скидати їх з поверхів будівлі без застосування закритих лотків.

Зони роботи будівельних машин і маршрути руху засобів транспорту повинні встановлюватися з урахуванням вимог по запобіганню пошкодженню насаджень.

Виробничі і побутові стоки, що утворюються на будівельному майданчику, не повинні забруднювати навколишнє середовище.

При будівництві торговельно-розважального центру виникає необхідність споруди магістральних трубопроводів. Це пов'язані з неминучим порушенням поверхні землі в смузі будівництва в процесі планування траси, зрізає ґрунту на подовжніх і поперечних ухилах, розчищення траси від рослинності. Будівництво і експлуатація різних конструкцій, комунікацій приводять до різних видів порушення земель. Так підземна і напівпідземна прокладки припускають розробку траншей, надземна – пристрій опор і фундаментів під них.

Всі ці дії (порушення) активізують ерозійні процеси в ґрунтах, викликають руслові деформації на переходах через річки, порушують рельєфоутворення. Дія на навколишнє середовище при експлуатації виявляються протягом тривалішого періоду часу, чим при будівництві. Виникаючі витіки продуктів, що транспортуються, вихлопи двигуна і інші дії приводять до забруднення ґрунтів, річок і водоймищ уздовж траси комунікацій.

Таким чином, вирішення проблеми навколишнього середовища при будівництві комунікацій повинне базуватися на біологічних, екологічних, економічних і інженерно-технічних дослідженнях.

7.5. Природоохоронні заходи при будівництві будівель і споруд

Будівлі і споруди роблять великий вплив на оточуюче середовище. Їх поява викликає значні зміни в повітряному і водному середовищах, в стані ґрунтів ділянки будівництва. Міняється рослинний покрив - на зміну знищеному природному приходять штучні посадки. Міняється режим випаровування вологи. Середня температура в районі забудови постійно вище, ніж зовні неї.

Непродумані технології, організація і саме виробництво робіт визначають великі витрати енергії і матеріалів, високий ступінь забруднення навколишнього середовища. Процес будівництва є відносно нетривалим. Взаємодія будівлі або споруди з навколишнім середовищем, його характер і наслідки визначається в період тривалої експлуатації. Звідси витікає важливість цього періоду у визначенні економічності об'єкту, тобто яким чином

відобразиться на стані навколишнього середовища не тільки поява, але і його тривале функціонування.

Екологічний підхід повинен характеризувати проектування, будівництво, і експлуатацію будівлі. При проектуванні, у свою чергу, він повинен бути витриманий при рішенні як об'ємно - планувальному, так і конструктивному; при виборі матеріалів для будівництва, при визначенні технології зведення і т.д.

Зусилля всіх керівних органів, як центральних, так і на місцях, повинні бути направлені на те, щоб дбайливе відношення до природи стало предметом постійної турботи колективів, керівників і фахівців всіх галузей господарства, нормою повсякденного життя людей.

Практичне здійснення задач з охорони довкілля може бути успішним тільки за умови об'єднання зусиль фахівців всіх галузей народного господарства, заснованих на чіткому розумінні екологічних проблем і знаннях, які були отримані в процесі навчання в школі і вищому учбовому закладі. Таким чином, слід говорити про необхідність вивчення і виявлення екологічних аспектів в будь-якій діяльності людини, у тому числі і про інженерну екологію, в рамках якої повинні розглядатися екологічні аспекти діяльності галузей промисловості і будівництва. Від фахівців - будівників залежить характер дії на оточуючу середовище цивільних і промислових будівель і їх комплексів - промислових об'єктів, міст і селищ. Інструкцією про склад, порядок розробки, узгодження проектно - кошторисної документації на будівництво підприємств, будівель і споруд вже передбачена розробка заходів по раціональному використуванню природних ресурсів.

До заходів щодо охорони навколишнього природного середовища відносяться всі види діяльності людини, направлені на зниження або повне усунення негативної дії антропогенних чинників, збереження, вдосконалення і раціональне використання природних ресурсів. В будівельній діяльності людини до таких заходів слід віднести:

– містобудівні заходи, направлені на екологічно раціональне розміщення підприємств, населених місць і транспортної сітки;

- архітектурно-будівельні заходи, що визначають вибір екологічних об'ємно - планувальних і конструктивних рішень;
- вибір екологічно чистих матеріалів при проектуванні і будівництві;
- застосування маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв при переробці будівельних матеріалів;
- будівництво і експлуатація очисних і знешкоджуючих споруд і пристроїв;
- рекультивація земель;
- заходи по боротьбі з ерозією і забрудненням ґрунтів;
- заходи по охороні вод і надр і раціональному використуванню мінеральних ресурсів;
- заходи щодо охорони і відтворювання флори і фауни і т.д.

Мірою успіху в досягненні вказаної мети є екологічні, економічні і соціальні результати. Екологічний результат - це зниження негативної дії на оточуюче середовище, поліпшення його стану. Він визначається зниженням концентрації шкідливих речовин, рівня радіації, шуму і інших несприятливих явищ.

Економічні результати визначають раціональне використання і запобігання знищення або втрат природних ресурсів, живої і упредметненої праці у виробничій і невиробничій сферах господарства, а також у сфері особистого споживання.

Соціальний результат може бути виражений в підвищенні фізичного стандарту, що характеризує населення; скороченні захворювань; збільшенні тривалості життя людей і періоду їх активної діяльності; поліпшенні умов праці і відпочинку; збереженні пам'ятників природи, історії і культури; створенні умов для розвитку і вдосконалення творчих можливостей людини, зростання культури.

Вищеперелічені заходи щодо охорони навколишньої природи і зниження її забруднення дають можливість забезпечити безболісний розвиток цивілізації і людського співтовариства в майбутньому.

Найважливішим в цьому напрямі є збереження цінних сільськогосподарських угідь, родючого шару землі і місцевого мікроклімату.

Основна задача охорони природи при будівництві - рекультивація земель. Тому на землях, придатних для сільськогосподарського використання, особливу увагу надається рекультивації відпрацьованих кар'єрів. Глибокі обводнюючі кар'єри можна використовувати як водоймища при формуванні зон відпочинку, неглибокі - пристосувати для розведення водоплавного птаха і зрошування посушливих земель. Неглибокі, але значні за площею кар'єри після рекультивації використовують під сільськогосподарські угіддя.

Рекультивація земель передбачає технічний і біологічний етапи.

При проведенні технічного етапу рекультивації виконуються наступні основні роботи:

- планування поверхні відвалів, засипка водовідводних каналів
- звільнення рекультивованої поверхні від великогабаритних залишків порід, виробничих конструкцій і будівельного сміття з майбутнім його похованням або організованим складуванням.
- оформлення залишкових траншей і зміцнення укосів
- створення і поліпшення структури рекультивованого шару
- покриття поверхні рівномірними шарами потенційно родючими породами і родючими шарами ґрунту
- посів трав або відновлення деревної і чагарникової рослинності або посадка їх заново.

Потужність знімаемого родючого і потенційно родючих шарів встановлюється на основі оцінки родючості окремих горизонтів основних типів ґрунтів різних природних зон.

Біологічний етап рекультивації здійснюється після повного завершення технічного етапу. Він включає комплекс агротехнічних заходів по відновленню родючості земель (вапнування і гіпсування, внесення підвищених доз органічних і мінеральних добрив, макро- і мікродобрив і так далі).

Один з основних чинників формування сільських територій з урахуванням вимог охорони природи - озеленення. Воно сприяє поліпшенню мікроклімату, припиняє процеси водної і вітрової ерозії ґрунтів, утворює процес "самоочищення" і регенерації навколишнього середовища. Тому при будівництві необхідне дбайливе відношення до рослинності в смузі відведення, а також створення штучних посадок лінійного типу уздовж трас.

7.6. Складування і зберігання відходів

Відходи будівництва повинні прямувати на переробку і подальше використання за умови обов'язкового радіаційного і санітарно-гігієнічного контролю відходів і продуктів їх переробки, а також наявності відповідних переробляючих засобів. Відходи, переробка яких тимчасово неможлива, повинні використовуватися для засипки відпрацьованих кар'єрів і тому подібне...

Допускається лише тимчасове складування відходів будівництва і лише в спеціально обладнаних для цього місцях.

На об'єкті здійснюється роздільний збір і тимчасове зберігання відходів будівництва, що підлягають переробці і подальшому використанню, що мають єдиний напрям використання, а також роздільний збір і тимчасове складування відходів будівництва, що підлягають похованню за класами небезпеки. Збір відходів, що утворюються, здійснюється переважно механізованим способом.

Частково використовується ручне сортування відходів будівництва, що утворюються, за умови дотримання санітарних норм, що діють, екологічних вимог і правил техніки безпеки.

Граничний термін вмісту відходів, що утворюються, в місцях тимчасового зберігання не повинен перевищувати 7 календарних днів.

Місця тимчасового складування мають відповідати наступним вимогам:

- розмір (площа) місця зберігання визначається розрахунковим методом, який дозволяє розподілити весь об'єм тимчасового зберігання відходів, що утворюються на площі місця зберігання з навантаженням не більше 3 т/м²

- місця зберігання мають обгороджування по периметру майданчика відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків і ділянок виробництва будівельно-монтажних робіт»;

- місця зберігання обладнані так, щоб виключити забруднення відходами будівництва і зносу ґрунту і ґрунтового шару;

- освітлення місць зберігання в темний час доби відповідає вимогам ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних площадок»;

- розміщення відходів в місцях зберігання здійснюється з дотриманням дійсних екологічних, санітарних, протипожежних норм і правил техніки безпеки, а також способом, що забезпечує можливість безперешкодного вантаження кожної окремої позиції відходів будівництва на автотранспорт для їх вивозу з території:

- для роздільного складування габаритних відходів (по позиціях, класах небезпеки і подальшому призначенні: переробка, поховання) місця зберігання мають бути обладнані бункерами-накопичувачами об'ємом не менше 2,0 м³ у необхідній кількості

- роздільне складування відходів, що не відносяться до небезпечних, здійснюється на відкритих площах місць зберігання

- до місць зберігання має бути виключений доступ сторонніх осіб, що не мають відношення до процесу звернення відходів або контролю за вказаним процесом

Відходи вивозяться не рідше чим раз в 7 днів або по заповненню майданчиків їх складування. Вивіз здійснюється спеціалізованими організаціями за допомогою автотранспортних засобів. Вантаження відходів негабаритів здійснюється за допомогою фронтальних навантажувачів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : на зміну СНиП 2.08.01-89 та ДБН 79-92: чинний з 2006-01-01. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 65 с.
2. ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : на зміну ДБН В.2.2-9-99 : чинний з 2009-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 2009. – 47 с.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : на зміну СНиП II-3-79 : чинний з 2007-04-01. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 65 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Зміна №1 [Текст] // Інформаційний бюлетень МРУ. – № 5. – 2013. – С. 3–11.
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів : чинний з 2010-08-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 55 с.
6. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва : на зміну СНиП 2.01.02-85 : чинний з 2003-05-01. – К. : Держбуд України.– 2003. – 43 с.
7. ДБН В.1.2.-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи : чинний з 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 56 с.
8. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции. / Н. И. Ватин, Е. Н. Жмарин, В. Г. Куражова, К. Ю. Усанова. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2012. – 266 с.
9. LaBoube R. Frequently Asked Questions Regarding Cold-Formed Steel / R. LaBoube // Structure Magazine. – 2007 – №71. – P. 26–27.
10. Veljkovic M. Light steel framing for residential buildings / M. Veljkovic, B. Johansson // Thin-Walled Structures. – 2006. – №44. – P. 1272–1279.

11. Dubina D. Structural analysis and design assisted by testing of cold-formed steel structures / D. Dubina // *Thin-Walled Structures*. – 2008. – №46. – P. 741–764.
12. Ватин Н. И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях / Н. И. Ватин, Е. Н. Попова. – СПб. : СПбГПУ, 2006. – 63 с.
13. Вплив перфорації легких сталевих тонкостінних профілів на теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій / В. В. Чернявський, В. О. Семко, О. І. Юрін, Д. А. Прохоренко // *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. – Випуск 1(29). – Полтава : ПолтНТУ. – 2011. – С. 194–199.
14. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К. : Мінбуд. України, 2010. – 84 с.
15. Розпорядження Кабінету Міністрів України №1228-р від 25.11.2015 «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року» [Електронний ресурс].
16. Фаренюк Г. Г. Методологічні аспекти забезпечення енергоефективності та теплової надійності будинків / Г. Г. Фаренюк // *Строительство, материаловедение, машиностроение* : сб. науч. тр. – Вып. 50, – Днепропетровск : ГВУЗ ПГАСА, 2009. – С. 593–597.
17. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія / Г. Г. Фаренюк. – Київ : Гама-Принт. – 2009. – 216 с.
18. Методика визначення ймовірності теплової відмови огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих елементів за теплотехнічними показниками / В. О. Семко // *Строительство, материаловедение, машиностроение* : сб. науч.тр. – Днепр : ПГАСА, 2016. – Вып. 91. – С. 140-147.
19. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель / В. А. Пашинський, Н. В. Пушкар, А. М. Карюк. – Одеса : ОДАБА, 2012. – 180 с.

20. Теплотехнічні властивості огорожувальних конструкцій із замкнутими повітряними прошарками : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Гирман Лілія Віталіївна. – Полтава, 2011. – 172 с. – Бібліогр. : с. 143–154.
21. Пічугін С. Ф. Імовірність теплової відмови огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих елементів за критерієм зниження локальних значень температур / С. Ф. Пічугін, В. О. Семко // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Вип. 160. – Харків, 2016. – С. 25–34.
22. ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99). Матеріали і виробни будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі : чинний з 2000-12-14. – К.: Держбуд України, 2001. – 25 с.
23. Финлайсон Е. Ю. Описание программы THERM5 и руководство пользователя [Пер. с англ. под ред. А.И. Фомичева] / Е. Ю. Финлайсон, Д. К. Арастех, С. Хьойзенга та ін. – 61 с.
24. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», чинний з 1 жовтня 2019 р.
25. ДБН В.2.1-10:2018. «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення». – К.: Держбуд України, 2018.
26. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Чинний від 2017-06-01 – 38с.
27. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.:2016.- 49 с.
28. ДБН А.3.2-2:2009 ССПБ. «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення».
29. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»/ Мінрегіонбуд України. – Київ, 2018.

30. Гетун Г.В., Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системи ізоляції будівельних конструкцій. Навчальний посібник. – Дніпро: Журфонд – 2016 р. – 676 с.
31. ДБН В.2.6-163:2015. «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу»