

НУБІП України

НУ

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА**

01.06 – КМР.255 “С” 2023.02.24 020 ПЗ

НУ

**ІГВЕФАНГ НАНА ІВАН РОЙ**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну  
Кафедра будівництва

НУБІП України

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
рішенням кафедри будівництва  
(протокол № \_\_, від \_\_ 2023 р.)

НУБІП України

Завідувач кафедри будівництва,

к.т.н., доцент

Бакулін Є.А.

2023 р.

НУБІП України

**Пояснювальна записка**

до магістерської кваліфікаційної роботи  
освітній ступінь «Магістр»

НУБІП України

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

на тему «**Проектування ресторанно-розважального центру в м. Збарж,  
Тернопільської обл.**»

НУБІП України

Виконав: студент 2 року навчання Нівефанг Нана Іван Рой

«підпис»

Керівник: к.т.н., ст. викл. каф. будівництва Дмитренко Євген Анатолійович

НУБІП України

«підпис» ~~допускається до захисту~~ не допускається до захисту

Рецензент:

НУБІП України

«підпис»

«оцінка»

Київ 2023

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

УДК 725.1:640.43(477.84)

# НУБІП України

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри будівництва

к.т.н., доцент

Бакулін Є.А.

“ ”

2023 р.

# НУБІП України

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

# НУБІП України

на тему: Проектування ресторанно-розважального центру в м. Збараж,  
Тернопільської обл.

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Спеціалізація

Будівництво та цивільна інженерія

(назва)

Магістерська підготовки

Освітньо-професійна

(назва)

**Керівник магістерської роботи**

К.Т.Н., доц.

(наукова ступінь та вчене звання)

Дмитренко Є.А.

(підпис)

(ПІБ)

# НУБІП України

**Виконав**

Інгвефанг Нана Іван Рой

(підпис)

(ПІБ студента)

# НУБІП України

Київ 2023

# НУБІП УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Будівництво  
к.т.н., доцент

Бакулін Є.А.

2023 р.

## ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

# НУБІП УКРАЇНИ

Нгвефанг Нана Іван Рою  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Спеціалізація Будівництво та цивільна інженерія

(назва)

Програма підготовки

Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи

«Проектування ресторанно-розважального

центру м. Збараж, Тернопільської обл.»

затверджена наказом ректора НУБіП України від « 24 » лютого 2023р. 255 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(дні, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи геологічні умови

майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДБН В.1.2.-

2:2006, навантаження та впливи згідно ДБН В.1.2.-2:2006

Магістерська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної

записки, дванадцяти листів формату А1 та 43 використаних джерел

літератури

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурно-конструктивні рішення.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ.

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва.

Розділ 4. Організація будівництва

# НУБІП УКРАЇНИ



	<b>Зміст</b>	
Вступ.....		9
1. Архітектурно-будівельна секція.....		10
1.1 Характеристика території будівництва.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
1.2 Генеральний план та благоустрій.....		14
1.3 Коротка характеристика функціональної схеми будівлі.....		15
1.4 Об'ємно-планувальне рішення.....		16
1.5 Проектне рішення.....		17
1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....		23
1.7 Теплотехнічні розрахунки.....		24
1.7.1 Тепловий розрахунок зовнішньої стіни.....		24
1.7.2 Теплотехнічний розрахунок експлуатованої покрівлі.....		30
1.8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....		36
2. Розрахунково-конструкторський розділ.....		37
2.1. Розрахунок монолітного покриття.....		38
2.1.1. Розрахунок монолітної плити П-1.....		38
2.1.1.1. Розрахунок навантажень на 1 погонний метр.....		38
2.1.1.2. Визначення зусиль в плитах методом граничної рівноваги.....		40
2.1.1.3. Визначення сил за допомогою пружної схеми.....		41
2.1.1.4. Розрахунок арматури плити.....		41
2.1.5. Розрахунок балки.....		42
2.1.6. Визначення навантажень і зусиль.....		43
2.1.7. Розрахунок поздовжнього перерізу арматури.....		44
2.1.8. Розрахунок на міцність похилих перерізів балки Б-1.....		46
2.2. Розрахунок пустотної плити.....		47
2.2.1. Розрахунок пустотної плити на основі граничних станів.....		47
2.2.2. Пропьотні та проектні навантаження.....		47

2.2.3.	Розрахункові зусилля і нормативні навантаження.....	49
2.2.4.	Встановить розміри перетину плити.....	49
2.2.5.	Характеристики міцності бетону та арматури.....	50
2.2.6.	Розрахунок опору плити вздовж перерізу, нормального до поздовжньої осі, .....	51
2.2.7.	Розрахунок опору плити по перетину, нахиленому до поздовжньої осі, .....	52
2.2.8.	Розрахунок порожньої плити з використанням граничних станів з другої групи. ....	53
2.2.9.	Геометричні характеристики скороченого перерізу. ....	53
2.2.10.	Втрати попереднього напруження арматури. ....	54
2.2.11.	Розрахунок утворення тріщин по нормалі до поздовжньої осі. ....	55
2.2.12.	Розрахунок розкриття тріщини по нормалі до поздовжньої осі. ....	56
2.2.13.	Розрахунок прогину плити. ....	57
2.2.14.	Перевірка панелі на монтажні навантаження. ....	58
2.3.	Будівництво основ і фундаментів.....	59
2.3.1.	Розрахунок фундаменту в розрізі 1-1.....	60
2.3.2.	Визначення осідання пального фундаменту в розрізі 1-1.....	62
2.3.3.	Розрахунок фундаменту в розрізі 2-2.....	64
2.3.4.	Визначення осідання пального фундаменту в розрізі 2-2.....	66
2.3.5.	Розрахунок фундаменту колони в розрізі 3-3.....	67
2.3.6.	Визначення осідання пального фундаменту в розрізі 3-3.....	70
3.	Технологія та організація будівельного виробництва.....	73
3.1	Технологія будівництва.....	74
3.1.1	Умови будівництва.....	74
3.1.2	Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів.....	74
3.1.3	Підбір комплектів машин, механізмів і обладнання.....	77
3.2	Розробка технологічної карти для монтажу на даху за допомогою системи TN-ROOF Expert PIR і TN-ROOF Sidewalk.....	80
3.3	Організація будівельного виробництва.....	107

3.3.1 Організація виробництва основних видів робіт.....	107
3.2.2 Проект генерального плану будівництва.....	109
3.2.3 Планування.....	110

3.2.4 Розрахунки для створення генерального плану будівництва.....	112
--	-----

4 Економічна секція.....	126
Номер позиції.....	129
Код позиції шаблону та номер.....	129

Найменування робіт і витрат, одиниця виміру.....	129
--	-----

Сума.....	129
Вартість одиниці, руб.....	129
Загальна вартість, руб.....	129

Витрати праці робітників, люд.-год., не залучених до обслуговування машин.....	129
Всього.....	129

Робота машини.....	129
--------------------	-----

Всього.....	129
заробітної плати.....	129
Робота машини.....	129

Висновок.....	144
---------------	-----

Література.....	Ошибка! Закладка не определена.
-----------------	---------------------------------

НУБІП України



## Вступ

НУБІП України

Станом на даний час в Тернопільській області існує багато ресторанів і центрів дозвілля.

НУБІП України

Головною перевагою цього центру є те, що (на відміну від інших розважальних закладів міста) кожен вид розваг (будь то боулінг чи ресторан) розташований в окремих залах і не заважає один одному, але при цьому все знаходиться в одній будівлі, що дуже зручно.

Тому я вважав цей проект актуальним для міста і для нашого часу.

НУБІП України

Ресторан повинен бути розташований у місці, куди можна легко дістатися як на особистому автомобілі, так і на громадському транспорті. Будівельний майданчик вирішено розташувати в центральній частині міста Рязані, уздовж Либідського бульвару, на достатній відстані від житлової забудови, зберігаючи зручну транспортну доступність до розважального комплексу.

НУБІП України

Планування території прийнято у двох рівнях за терасовою системою, де розташовані стоянка на 30 машин, парк, господарський двір та зона для організації виїзних заходів, з активним включенням елементів благоустрою: клумб., газони, світильники, сходи. Підійти до будівлі пожежного клубу можна з усіх боків. Прибудинкова територія, господарський двір, автостоянка та паркові доріжки вкриті тротуарною плиткою. Створення штучного рельєфу прийом планування, який додає оригінальності рівному нудному ділянці.

НУБІП України

Проект розроблено відповідно до діючих стандартів і правил та передбачає заходи щодо забезпечення вибухо- та пожежобезпечності при експлуатації будівель.

Інформація про проєктований об'єкт:

*Клас будівництва - 2;*

*Ступінь вогнестійкості – 1;*

*Ступінь міцності – 2;*

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**1. Архітектурно-будівельний розділ**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 1 Характеристика території будівництва

Територія, призначена для будівництва, розташована в місті Збараж Тернопільської області.

Кліматична область 2 сут.

Таблиця 1.1. Параметри клімату холодної пори року

Назва параметра	Значення
Область, точка	Тернопіль
Температура повітря найхолоднішого дня, °С, ймовірність 0,98	-36
Температура повітря найхолоднішого дня, °С, ймовірність 0,92	-33
Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки, °С, ймовірність 0,98	тридцять
Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки, °С, ймовірність 0,92	-27
Температура повітря, °С, безпека 0,94	-16
Абсолютна мінімальна температура повітря, °С	-41
Середньодобова амплітуда температури повітря найхолоднішого місяця, °С	7
Тривалість, у днях, періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 0$ °С	145
Середня температура повітря, °С, період із середньодобовою температурою повітря $\leq 0$ °С	-6,8
Тривалість, у днях, періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 8$ °С	208
Середня температура повітря, °С, період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8$ °С	-3,5
Тривалість, у днях, періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 10$ °С	224
Середня температура повітря, °С, період із середньодобовою температурою повітря $\leq 10$ °С	-2,6
Середньомісячна відносна вологість найхолоднішого місяця, %	83
Середньомісячна відносна вологість о 15:00 найхолоднішого місяця, %	84
Кількість опадів за листопад - березень, мм	172
Переважає напрям вітру в грудні - лютому	ВІ
Середня максимальна швидкість вітру за напрямками за січень, м/с	7,3
Середня швидкість вітру, м/с, за період із середньодобовою температурою повітря $\leq 8$ °С	4,8

# НУБІП України

Таблиця 1.2. Кліматичні параметри жаркого періоду року

Назва параметра	Значення
область, точка	Тернопіль
Барометричний тиск, гПа	1000
Температура повітря, °С, безпечність 0,95	21,7
Температура повітря, °С, безпечність 0,98	25,9
Середня максимальна температура повітря найжаркішого місяця, °С	24,1
Абсолютна максимальна температура повітря, °С	38
Середньодобова амплітуда температури повітря найжаркішого місяця, °С	10,5
Середньомісячна відносна вологість найжаркішого місяця, %	71
Середньомісячна відносна вологість о 15:00 самого жаркого місяця, %	54
Кількість опадів за квітень - жовтень, мм	349
Максимальна добова кількість опадів, мм	91
Переважаючий напрям вітру в червні - серпні	3
Середня мінімальна швидкість вітру за напрямками за липень, м/с	4,1

# НУБІП України

Таблиця 1.3. Середньомісячна і річна температура повітря

Місяць	Значення
	Тернопіль
січень	-11,0
лютий	-10,0
березень	-4,7
квітень	5,2
травень	12,9
червень	17,3
липень	18,5
серпень	17,2
вересень	11,6
жовтень	4,4
листопад	-2,2
грудень	-7,0

# НУБІП України

# НУБІП України

таблиця 1.4. Середньмісячний і річний парціальний тиск водяної пари

місяць	Значення
Річна	4.3
січня	2.5
лютий	2.7
березень	3.8
квітень	6.6
Це може	9.4
червень	12.6
липень	14.9
серпень	14.1
Вересень	10.3
жовтень	7.1
Листопад	4.8
Грудень	3.6
Через рік	7.7

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 1.2 Генеральний план та благоустрій

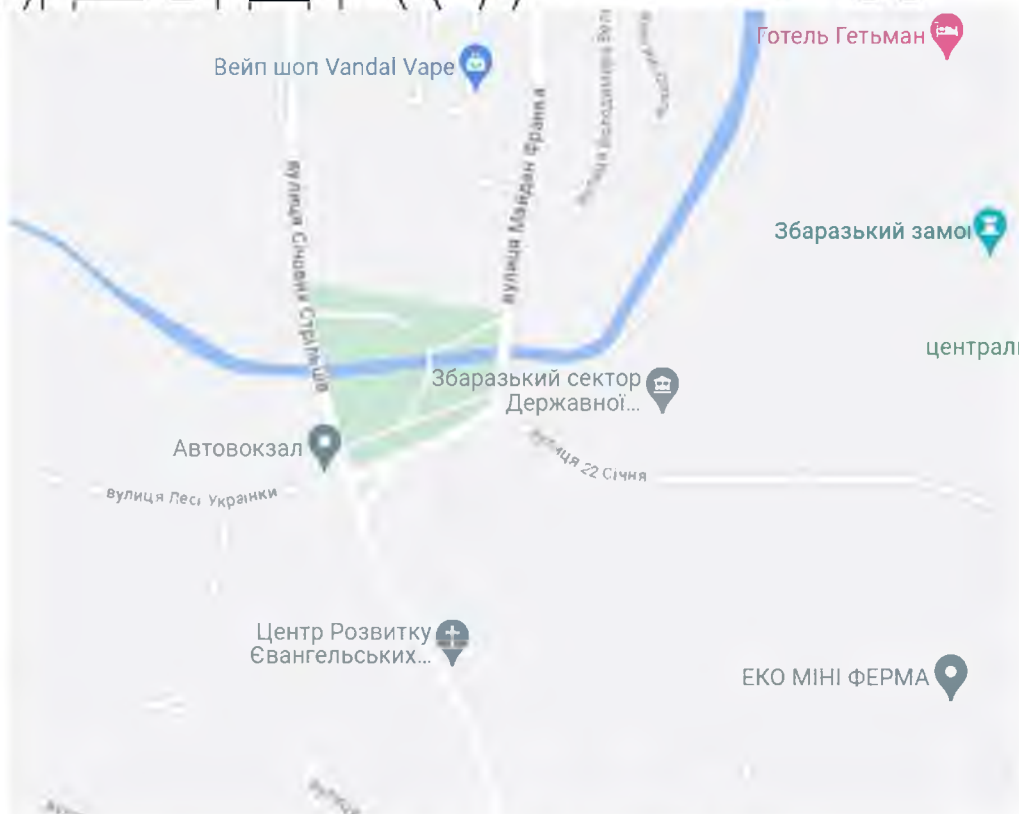


Рис. 1.2 Ситуаційний план

Розташований в центральній частині міста Збараж, уздовж вулиці Січових Стрильців. Згідно інформації з відкритої кадастрової карти дозволене використання земель: під об'єкти громадського та господарського значення; по документу: Ресторани, кафе, бари; магазини, супермаркети; обладнані майданчики (під літні кафе, комунальні); громадські ванні кімнати. Площа земельної ділянки 17 043 м<sup>2</sup>.

Місцевість будівельного майданчика відносно рівна, спокійна, з невеликим ухилом з північного сходу на південний захід.

Проектні позначки максимально наближені до існуючого рельєфу.

Абсолютні відмітки в районі від 100,0 до 100,1 за Балтійською системою висот.

Водовідведення здійснюється поверхневим стоком по поверхні, запланованій для проектних відміток, з подальшим скиданням в низинні ділянки по рельєфу для магістралі.

Проектом будівництва передбачено повний благоустрій прилеглої території, межі якої визначені архітектурно-містобудівним завданням.

Є 2 паркінги - один для відвідувачів і один для співробітників. Для відвідувачів на автостоянці є 10% місць для інвалідів.

Проїзди через комплекс мають ширину не менше 3,5 м, а тротуари, майданчики та узбіччя викладаються тротуарною плиткою.

Для захисту фундаментів від руйнівної дії атмосферних опадів по всьому периметру влаштовано відмокту з тротуарної плитки шириною 1м. Система водовідведення поверхневих вод будівлі запроєктована з використанням водостічних жолобів, розташованих на магістралі.

На прилеглих територіях облаштовують зони відпочинку з парковими ліхтарями, лавками та урнами для сміття.

Є дитячий майданчик, майданчик з фонтаном для відпочинку, майданчик з деревами для прогулянок та фотозона для відпочиваючих.

Техніко-економічні показники генерального плану:

№ п/п	Наименование	Величина, $^2$ м	Величина, %
1	Площадь участка	17043	100
2	Площадь застройки	1230	7
3	Площадь проездов	4010	23
4	Площадь тротуаров	989	6
5	Площадь озеленения	10814	64

### 1.3 Коротка характеристика функціональної схеми будівлі

Розважальний комплекс розрахований на 700 відвідувачів. Гості можуть вибрати, відповідно до своїх інтересів, що вони хочуть відвідати: танцювальний зал, ресторан, казино, боулінг або оздоровчий блок. У танцювальному залі та ресторани є сцени, де можуть виступати артисти, для яких передбачені художні сцени.

У танцювальному залі клубу можна проводити дискотеки, концерти, зустрічі, виставки та презентації.

Любителі боулінгу можуть сповна насолодитися улюбленим видом спорту в спеціальному лаунжі, де також є бар, де можна замовити напої та закуски.

Гравці можуть відвідати казино, де також можна замовити вечерю.

Бажаючи підтримувати фізичну форму можуть відвідувати тренажерний зал і сауну.

У клубі також є ресторан, де можна по вечеряти або бізнес-ланч. Для забезпечення нормальної роботи ресторану передбачаються допоміжні приміщення, а саме: холодильний і гарячий камери, комори, добова, мийна кухонного посуду, роздавальна, м'ясо-рибна та овочева камера, комора для вино-горілчаних виробів, галантерея, контейнерна кімната, кімната харчових відходів. Для зручності відвідувачів продукти, господарський інвентар та інший посуд, необхідний для роботи клубу, доставляється в розвантажувальний зал, куди заїжджає транспорт, який транспортує їх через підсобний двір.

Четвертий поверх повністю відведений під готель, який має розкішні та окремі номери. Тут можуть проживати не тільки відвідувачі, а й молодята, і ті, хто просто бажає відпочити з комфортом. Гості готелю можуть пообідати в ресторані або замовити обід в номер. Для зручності та швидкого обслуговування клієнтів заклади ресторану з'єднані з готелем і казино ліфтами та сходами.

#### 1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Будівля ресторано-розважального комплексу зі змінною поверховістю від 2 до 4. Розміри по осі 47,4 x 29,2 м. Перепад рельєфу на території клубу становить 1 метр.

На першому поверсі відвідувачі заходять у вестибюль каси, здають речі в гардероб і проходять у передпокій, звідки сходами піднімаються на другий поверх. Також на 1-му поверсі знаходяться гаражі, службові приміщення та підсобні приміщення, пов'язані з рестораном (кімнати персоналу, художні кімнати, кабінет адміністрації, гардероб персоналу, складські приміщення, реставраційні майстерні, розвантажувальна, технічні приміщення). Висота першого поверху 3 м.

У фойє 2-го поверху також можна потрапити з вулиці, а звідти – у танцювальний зал, боулінг або ресторан на 56 осіб. Також на 2-му поверсі розташовані мистецькі приміщення, мийні та ресторани зони. Висота другого поверху 4,2 м.

На 3-му поверсі розташовані кабінети адміністрації клубу, оздоровчий блок, який включає: тренажерний зал, кімнату відпочинку, сауну, туалет та роздягальні. Крім того, з 3-го поверху можна потрапити на досліджуваний дах



2-го поверху. Бар казино з'єднаний сходами з кухнею ресторану. Висота третього поверху 3,6м.

На 4 поверсі знаходиться готель з розкішними індивідуальними номерами, кімнатою для покоївки та пральні. Звіти ви також можете дістатися до досліджуваного даху 3-го поверху. Висота 3м.

Для зв'язку між поверхами передбачені пасажирські та вантажні ліфти.

### 1.5 Проектне рішення

Будівля ресторану має змішане конструктивне рішення. І колони, і стіни стійкі. Конструктивні стінки розташовані поздовжньо і поперечно.

Стовпців атриумі цегла перетином 510x510 мм. Також декілька цегляних стовпчиків перерізом 640x640 по осях Д, Е.

Фундаменти опор виконані з монолітного залізобетону незалежного склопакета, розрахунки представлені в розділі 2.

Фундаменти стін – стрічкові. Гідроізоляція в 2 шари покриття.

Зовнішні стіни будівлі з керамічної цегли, товщина: 1-3 поверхи 770 мм, 4 поверхи. 640 см з утепленням мінеральною ватою на основі базальтових порід з використанням малофенольного в'язучого з негорючим базальтовим утеплювачем виробника Технофас ТехноНІКОЛЬ товщиною 110 мм.

Розрахунки по товщині представлені в теплотехнічних розрахунках.

Фасад оброблений декоративною штукатуркою.

Укладання шарів здійснюється з одночасним укладанням арматурної сітки і гнучких зв'язків. Гнучкі з'єднання виготовлені зі склопластику  $\varnothing 5$  мм з кроком 600x600 мм. На перетині зовнішньої і внутрішньої стін, на рівні підлоги, укладається армуюча сітка.

Внутрішні стіни товщиною 380 мм та перегородки товщиною 120 мм з цегли на цементно-піщаному розчині.

Міжповерхові перекриття та збірні перекриття з порожнистих залізобетонних плит серії 1.141. 59.

Оскільки танцювальний зал має кільцеве планування, над ним встановлено монолітний дах.

Покрівля плоска.

Над ганцозальним залом, а також частиною 2-го та 3-го поверхів покрівля виконана з тротуарної плитки, утеплювач – екструдований пінополістирол ТЕХНОНІКОЛЬ КАРБОН ПРОФ товщиною 190 мм, розрахунок представлений в розділі 1.8.2.



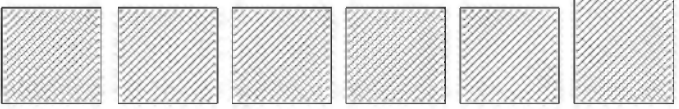
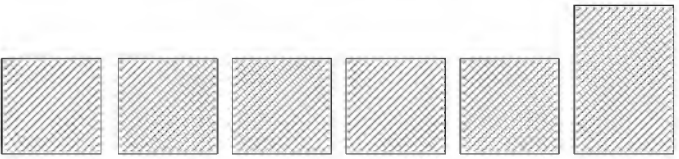
Організований внутрішній водовідведення даху.

Сходи – це збірні залізобетонні марші та майданчики. Висота сходових поручнів 1100 мм. Тип огорожі – металева.

З ПВХ-профілю виготовлені зовнішні та внутрішні вікна та вітражі.

В специфікації вказані зовнішні двері з металопластику, водонестійкого металу, внутрішні двері з ПВХ та дерев'яного профілю.

Список перемичок

Бренд перемички	Діаграма розрізу
Пр-1	
Пр-2	
Пр-3	
Пр-4	

# НУБІП України

Специфікація перемички

Бренд	Позначення	Ім'я	Всього, од.	Вага одиниць кг.	Спостереження
1.	ГОСТ 948-2016	2ПБ19-3	310	81	
2.	ГОСТ 948-2016	3РВ21-8	62	137	
3.	ГОСТ 948-2016	1ПБ10-1	55	20	
4.	ГОСТ 948-2016	3ПБ13-27	11	85	
5.	ГОСТ 948-2016	3ПБ13-37	107	85	
6.	ГОСТ 948-2016	2ПБ17-2	40	71	

# НУБІП України

Технічні умови на заповнення віконних прорізів

Позиція бренду.	Позначення	Ім'я	Полковник для прогулянок				
			1	д в а	3	4	Всього
Вікно							
НІ-1	Єдине вікно	1500*900	-	7	-	9	16
НІ-2	Єдине вікно	900*900	9	-	-	-	9
НІ-3	Єдине вікно	900*1500	5	-	-	-	5
НІ-4	Єдине вікно	1600*3000	-	4	-	4	8
НІ-5	Єдине вікно	11600*1500	-	д в а	-	10	4
НІ-6	Єдине вікно	1600*1600	-	-	21	-	21
НІ-7	Єдине вікно	600*600	-	-	-	два	два

HI-8	Єдине вікно	1600*2200	-	0	0	4	4
HI-9	Єдине вікно	1500*900	-	д	-	два	два
HI-10	Єдине вікно	1600*1100	д	-	-	-	два
			в				
			а				

Зовнішні вітражі

B 1		BMAI 24.38.5	-	д	3		5
B 2		BMAI 24.5-18	-	6	-	-	6
B 3		BMAI 24.1-25	-	1	-	-	1
HA 4		BMAI 24.1-19.5	-	1	0	-	1
B 5		BMAI 16-49	-	7	-	-	1
B 6		BMAI 16-98	-	1	-	-	1
7		BMAI 19.5-18.1	-	-	1	-	1
B 8		BMAI 24.5-44	-	0	0	-	1
HA 9		IMBI 35.5-39.5	-	1	-	-	1

Внутрішні вітражі

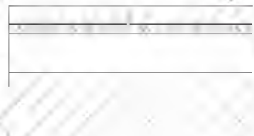

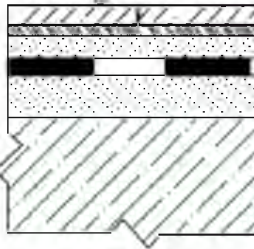
BB-1		BMAI 25.5-14	1	-	-	-	1
BB-2		BMAI 25.5-14	1	-	-	-	1
BB-3		BMAI 26-51	1	-	-	-	1
BB-4		BMAI 25.5-30	1	-	-	-	1
BB-5		BMAI 25.5-41	1	-	-	-	1
BB-6		BMAI 35.5-27	-	1	-	-	1
BB-7		BMAI 121-37.5	-	0	0	-	1
BB-8		IMBI 35.5-29.5	-	1	-	-	1
BB-9		BMAI 39-18	-	1	-	-	1
BB-10		IMMA 38.5-24	-	1	-	-	1

Специфікація для заливних портів

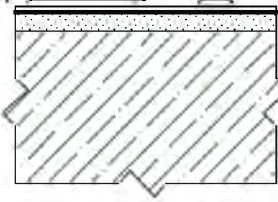
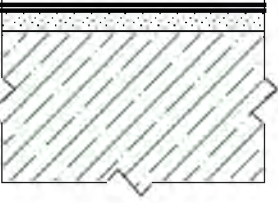
Позначення	Ім'я	Підковник для прогулянок
------------	------	--------------------------

Позиція бренду		1	2	3	4	Всього
	Ворота					
VR	VR 24*24K	7	-	-	-	7
Зовнішні двері						
1	21-15 DACH	5	8	два	-	15
два	DNM 21-13	1	-	-	-	1
3	DNM 21-10л	1	-	-	-	1
4	DACH 21-10л	1	-	-	-	1
5	DNM 21-9	3	0	два	1	6
Міжкімнатні двері						
6	21-15 DACH	6	6	3	два	17
7	21-13 DACH	два	д в а	два	два	8
8	DG 21-10	-	-	-	4	4
9	ДГ 21-10л	-	-	-	5	5
10	DG 21-9	12	6	10	5	33
одинадц ять	DG 21-9l	15	6	од и н ад цят ь	5	37
12	DG 21-7	3	6	4	6	19
13	ДГ 21-7л	4	-	-	5	9
Противопожежні двері						
14	ДП-1 21-9	3	-	1	1	5
15	ДП-1 21-9л	5	1	-	1	7
16	ДП-1 18-8	-	-	-	1	1
Балконні двері						
17	БС-1 21-9	-	-	1	два	3
18	ДАО 21-10 Д-С	-	-	1	-	1

Пояснення підлог

Намер кімнати	Тип підлоги	Поверхова схема або тип поверху за серією	Дані про елементи підлоги (назва, товщина, основа тощо), мм	Площа м2
танцювальний зал, вестибюлі, кімнати відпочинку, сходи для відвідувачів, бар, їдальня ресторану, коридори, адміністративні приміщення	I		<p>Покриття-керамогранит "ESTIMA" -8</p> <p>Прослойка и заполнение швов из ц/п раствора M150 -15</p> <p>Стяжка из ц/п раствора M150 -57</p> <p>Ж/б плита перекрытия</p>	
У ванних кімнатах, душових, роздягальнях, у вестибюлях, санвузлах для персоналу пральних, коморах і сходових клітках	II		<p>Покриття-керамич.плитка ГОСТ6787-90 -9</p> <p>Прослойка и заполнение швов из ц/п раствора M150 -15</p> <p>Стяжка из ц/п раствора M150 -35</p> <p>Ж/б плита перекрытия</p>	
У технічних приміщеннях ресторану, холодному та гарячому камерах	III		<p>Покриття-керамич.плитка ГОСТ6787-90 -9</p> <p>Прослойка и заполнение швов из ц/п раствора M150 -15</p> <p>Стяжка из ц/п раствора M150 -20</p> <p>Гидроизоляционный слой-2 слоя гидроизола ГИ-1 (ГОСТ 7515-74*)</p> <p>Стяжка из ц/п раствора M150 -15</p> <p>Ж/б плита перекрытия</p>	

НУБІП України

артистична, операторська, офіціантська	4)		Покриття - ламілеум с теплозвуко- ізолюючим шаром ГОСТ 18108-72 -6 Прокладка из быстротвердеющей мастики на водостойких вяжущих -14 Стяжка из легкого бетона $\rho_s = 1100-1200 \text{ кг/м}^3$ В3,5 -60 Ж/б плита перекрытия	И
Утих кімнатах	В)		Покриття - ламінат -8 Прокладка из пенопластовая пленка -2 Полиэтиленовая пленка Стяжка из легкого бетона $\rho_s = 1100-1200 \text{ кг/м}^3$ В3,5 -70 Ж/б плита перекрытия	И

### 1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

В основних приміщеннях клубу, таких як ганцозальний зал, вестибюлі, кімнати відпочинку, сходи для відвідувачів, бар, їдальня ресторану, коридори, адміністративні приміщення, підвішені стелі з гіпсокартону, нефарбовані, стіни та перегородки оздоблені декоративною штукатуркою, керамогранітом, плінтуса.

У санвузлах, душових, роздягальнях, вестибюлях, санвузлах персоналу, пральнях, камерах зберігання та сходах, якими користуються працівники клубу, стелі покриті пластиковими стрічками, стіни – керамічною плиткою.

У технічних приміщеннях ресторану, гарячій та холодній кімнатах стелі побілені клейовим вапном, стіни оштукатурені та пофарбовані, плінтуса пластикові.

У приміщеннях, де люди перебувають тривалий час, таких як художні кімнати, камерні кімнати, кімнати офіціантів, стелі та стіни штукатурять і фарбують, а плінтуси виготовляють із пластику.

У номерах готелю стелі підвісні, стіни покриті декоративною штукатуркою, плінтуса пластикові.

На першому поверсі перекриття укладаються на ущільнений ґрунт-основу, поверх якого укладається підстильний шар армованого сіткою бетону В15.

Водопостачання молодіжного клубу вирішується шляхом підключення до існуючої водопровідної мережі. Гаряче водопостачання здійснюється для задоволення побутових та технічних потреб. Гаряча вода подається в душові, санвузли, приміщення обслуговуючого персоналу, сауни та санвузли. нас.

## 1.7 Теплотехнічні розрахунки

### 1.7.1 Тепловий розрахунок зовнішньої стіни

Опис обраної для розрахунку конструкції

Штукатурна фасадна система з теплоізоляцією з негорючого базальту на кам'яній основі  
ТехноНИКОЛЬ ТН-ФАСАД Декор.

Композиція зовнішньої стіни (зсередити назовмі) представлена в таблиці 1.

Таблиця 1.

Немає.	Матеріал шару	Товщина, мм	Теплопровідність $\lambda(B)$ , Вт/(м·°C)
1	Цегла звичайна повнотіла на цементно-піщаному розчині (1800 кг/м <sup>3</sup> )	770	0,81
два	Зміцнююча ґрунтовка		
3	ТЕХНОФАС	110	0,042
4	Базовий армуючий шар	-	-
5	Сітка зі скловолокна	-	-
6	Кварцова ґрунтовка		
7	Декоративна штукатурка	-	-

Перелік елементів, з яких складається оточуюча структура

Виберемо типовий поділ на елементи з урахуванням особливостей навколишнього будови:

- 1) кріплення ізоляції;
- 2) сполучення з балконною плитою;
- 3) стики з віконними блоками;
- 4) примикання до огорожі підвалу;
- 5) кути.

Розподіл типів елементів представлено в таблиці 2.



# НУБІП України

Таблиця 2

№	Тип елемента	Опис товару
1	Плоский елемент 1	Стіна на поверхні
2	Лінійний елемент 1	Віконний блок

## Розрахунок необхідного значення опору теплопередачі

Розрахункові дані представлені в табл. 3.

Таблиця 3.

№	Параметр	Значення	Зміна одиниці
1	Місцезнаходження	Рязань	
два	Умови експлуатації огорожувальних конструкцій	Б	
3	Тривалість опалювального сезону, $Z_{от}$	202	днів
4	Середня температура опалювального періоду, $t_{от}$	-3.1	°C
5	Внутрішня температура $t_{в}$	20	°C
6	вологість	55	%
7	Вид на будівлю	Житлові будинки, школи, інтернати, готелі та гуртожитки	
8	Тип конструкції	стіна	

Відповідно до таблиці 1 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1 при температурі внутрішнього повітря в будівлі = 20°C і відносній вологості повітря = 55% умови вологості навколишнього середовища вважаються нормальними.  $t_{int}$   $\varphi_{int}$

# НУБІП України

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі, виходячи з нормативних вимог щодо приведенного опору теплопередачі згідно з формулою (5.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1,  $R_o^{TP}$

$$R_o^{TP} = a * ГСОП + b$$

де  $a$  і  $b$  - коефіцієнти, значення яких слід приймати згідно з даними таблиці 3 для відповідних груп будівель.

Таким чином, для типу огорожувальної конструкції - стіна і тип будівлі - Житлові приміщення, школи, інтернати, готелі та гуртожитки:

$$a = 0,00035;$$

$$b = 1,4.$$

Визначимо градусодні опалювального періоду ГСОП, °С·день/рік за формулою (5.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) * Z_{от} = (20 - (-3,1)) * 202 = 4666 \text{ } ^\circ\text{C} * \text{сут/год}$$

За формулою з таблиці 3 СП 50.13330.2012 із змінами № 1 визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі,  $R_o^{TP}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт:

$$R_o^{TP} = 0,00035 * 4666 + 1,4 = 3,03 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

За формулою (5.1) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1 визначаємо нормоване значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_o^{норм} = R_o^{TP} * m_p = 3,03 * 1 = 3,03 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$m_p$  - коефіцієнт, що враховує особливості регіону будівництва. При розрахунку за формулою (5.1) будемо вважати її рівною:  $m_p = 1$ .

Геометричні характеристики об'єкта

За кресленнями визначаємо геометричні параметри об'єкта. Отримані дані ми внесли в таблицю 4.

Таблиця 4.

Назва виробу	геометричний показник	Площа об'єкта	Питомий геометричний показник
Плоский элемент 1	24	24	1

Лінійний елемент 1

12.2

0,508

Розрахунок питомих втраг тепла за рахунок елементів

Плоский елемент 1 - Стіна гладка.

Умовний опір теплопередачі,  $R_{0,1}$ , для плоского елемента 1 визначається за формулою (Е.6) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $R_{0,1}^{усл} \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

$$R_{0,1}^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_n}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

Де

$\alpha_{int}$  - коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні оточуючих конструкцій,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , прийнятий згідно з таблицею 4 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$\alpha_{ext}$  - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для умов холодного періоду, прийнятий згідно з таблицею 6 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$R_{0,1}^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,77}{0,81} + \frac{0,11}{0,042} + \frac{1}{23} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Питомі тепловтрати через плоский елемент 1 будемо визначати за формулою (Е.3) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $U_1$

$$U_1 = \frac{1}{R_{0,1}^{усл}} = \frac{1}{3,73} = 0,268 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Площа, плоский елемент 1, на  $1 \text{ м}^2$  фрагмента теплозахисної оболонки будівлі або спеціальної огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2/\text{м}^2$ , визначається за формулою (Е.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $a_1$

$$a_1 = \frac{A_1}{\sum A_i} = \frac{24}{24} = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Лінійний елемент 1 - Віконний блок.

Параметри розглянутого елемента: варіант теплозахисту – каркас безпосередньо за утеплювачем, товщина нахлеста ізоляції – 0 мм, термічний опір шару утеплювача –  $2,62 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

Для цього елемента питомі тепловтрати враховуються згідно з таблицею Д.33 СП 230.1325800.2015. Оскільки для певних параметрів елемента питомі тепловтрати в таблиці Г.33 СП 230.1325800.2015 явно не вказані, їх знаходять шляхом інтерполяції.

Питомі теплові втрати елемента:

$$\psi_1 = 0,1 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$$

Специфічні характеристики обчислених елементів зведені в таблицю 5.

Таблиця 5.

елемент фрагмента	Втрата тепла через цегляну однорідної структури	Втрата тепла через рівномірну цегляну конструкції	Питомі втрати тепла	Питомий геометричний показник
Плоский елемент 1	-	-	$U_1 = 0,268 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$	$a_1 = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$
Лінійний елемент 1	-	-	$\psi_1 = 0,1 \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot \text{°C})}$	$l_1 = 0,508 \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$

Таким чином, визначено всі питомі тепловтрати за рахунок усіх елементів розглянутого фрагмента навколишньої конструкції.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі навколишньої конструкції

Дані розрахунку зведені в таблицю 6.

Таблиця 6.

елемент дизайну	Питомий геометричний показник	Питомі втрати тепла	Питомий тепловий потік за рахунок елемента	Частка загального теплового потоку через фрагмент, %

Плоский элемент 1	$\alpha_1 = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$	$U_1 = 0,268 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$	$U_1 a_1 = 0,268 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$	84,1
Лінійний элемент 1	$l_1 = 0,508 \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$	$\psi_1 = 0,1 \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot \text{°C})}$	$\psi_1 l_1 = 0,0508 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$	15,9
Всього			$R_{\text{пр}} = 0,319 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})}$	100

Приведений опір теплопередачі фрагмента теплозахисної оболонки будівлі розраховується за формулою (Е.1) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$R_{\text{о}}^{\text{пр}} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{0,319} = 3,13 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Умовний опір теплопередачі фрагмента теплозахисної оболонки будівлі, усереднений за площею, визначається за формулою (5.4) СП 230.1325800.2015:

$$R_{\text{о}}^{\text{усл}} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_{\text{о}i}^{\text{усл}}}} = \frac{24}{\frac{24}{3,73}} = 3,73$$

Коефіцієнт термічної однорідності визначається за формулою (Е.4) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$r = \frac{R_{\text{о}}^{\text{пр}}}{R_{\text{о}}^{\text{усл}}} = \frac{3,13}{3,73} = 0,84$$

**Висновок:** Ця конструкція забезпечує необхідний опір теплопередачі.

Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції перевищує необхідний опір теплопередачі:

$$R_{\text{о}}^{\text{пр}} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{\text{о}}^{\text{норм}} = 3,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Товщина ізоляції:

- TECNOFAS - 110 мм.

НУБІП УКРАЇНИ

## 1.7.2 Теплотехнічний розрахунок експлуатованої покрівлі

Опис обраної для розрахунку конструкції

Система для встановлення покриття, яке можна використовувати під навантаженням пішоходів, із дренажним шаром DN-ROOF Sidewalk.

Склад зовнішнього покриття (зсередини назовні) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

№	Матеріал шару	Товщина $\delta$ , мм	Теплопровідність $\lambda(B)$ , Вт/(м·°C)
1	Залізобетон (2500 кг/м <sup>3</sup> )	220	2,04
2	Керамзитовий гравій	-	-
3	Армована цементно-піщана стяжка	-	-
4	Праймер бітумний ТЕХНОКОЛЬ №	-	-
5	Техноеласт ЕПП	-	-
6	Пінопелістирол екструдований ТЕХНОКОЛЬ КАРБОН ПРОФ	190	0,032
7	Геодренажна мембрана PLANTER	-	-
8	Баласт (галька або гранітний щебінь)	-	-
9	Цементно-піщана стяжка	-	-
10	Тротуарна плитка	-	-

Перелік елементів, з яких складається оточуюча структура

Виберемо типовий поділ на елементи з урахуванням особливостей навколишнього будови:

- 1) кріплення ізоляції;
- 2) з'єднання стін з комбінованим дахом;
- 3) примикання даху до ліхтаря, залізобетонної плити;
- 4) компенсатор;

5) вузол установки аератора;

6) проходження електричного кабелю через комбіновану кришку;

7) прорізання чучка трубок через комбіновану кришку;

8) прохід колони через комбіноване покриття. Варіант 1;

9) проходження колони через комбіноване покриття. Варіант 2.

Розподіл типів елементів представлено в таблиці 2.

Таблиця 2.

№	Тип елемента	Опис товару
1	Плоский елемент 1	Покриття поверхні
два	Лінійний елемент 1	стіна

Розрахунок необхідного значення опору теплопередачі

Розрахункові дані представлені в табл. 3.

Таблиця 3.

№	Параметр	Значення	Зміна одиниці
1	Місцезнаходження	Рязань	
два	Умови експлуатації огорожувальних конструкцій	Б	
3	Тривалість опалювального сезону, $Z_{от}$	202	днів
4	Середня температура опалювального періоду, $t_{от}$	-3.1	°C
5	Внутрішня температура $t_{в}$	20	°C
6	вологість	55	%
7	Вид на будівлю	Житлові будинки, школи, інтернати, готелі та гуртожитки	

8	Тип конструкції	Покриття
---	-----------------	----------

Відповідно до таблиці 1 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1 при температурі внутрішнього повітря в будівлі = 20°C і відносній вологості повітря = 55% умови вологості навколишнього середовища вважаються нормальними.  $t_{int} \varphi_{int}$

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі, виходячи з нормативних вимог щодо приведенного опору теплопередачі згідно з формулою (5.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $R_o^{TP}$

$$R_o^{TP} = a * ГСОП + b$$

де  $a$  і  $b$  - коефіцієнти, значення яких слід приймати згідно з даними таблиці 3 для відповідних груп будівель.

Таким чином, для навколишньої конструкції типу - покрівля і типу будівлі - Житлові, школи, інтернати, готелі та гуртожитки:

$$a = 0,0005;$$

$$b = 2,2$$

Визначимо градусодні опалювального періоду ГСОП °C·день/рік за формулою (5.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$ГСОП = (t_b - t_{от}) * Z_{от} = (20 - (-3,1)) * 202 = 4666 \text{ °C} * \text{сут/год}$$

За формулою 3 таблиці 3 СП 50.13330.2012 із змінами № 1 визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі  $R_o^{TP}$  м<sup>2</sup>·°C/Вт:

$$R_o^{TP} = 0,0005 * 4666 + 2,2 = 4,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

За формулою (5.1) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1 визначаємо нормоване значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_o^{норм} = R_o^{TP} * m_p = 4,53 * 1 = 4,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$m_p$ - коефіцієнт, що враховує особливості регіону будівництва. При розрахунку за формулою (5.1) будемо вважати її рівною:  $m_p = 1$ .

Геометричні характеристики об'єкта



За кресленнями визначимо геометричні параметри об'єкта. Отримані дані ми внесли в таблицю 4.

Таблиця 4.

Назва виробу	геометричний показник	Площа об'єкта	Питомий геометричний показник
Плоский елемент 1	50	50	1
Лінійний елемент 1	10		0,2

Розрахунок питомих втрат тепла за рахунок елементів

Плоский елемент 1 - Покриття поверхні.

Умовний опір теплопередачі,  $R_{0,1}^{усл}$ , для плоского елемента 1 визначається за формулою (Е.6) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $R_{0,1}^{усл} \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

$$R_{0,1}^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_n}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

Де

$\alpha_{int}$  - коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні оточуючих конструкцій,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , прийнятий згідно з таблицею 4 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$\alpha_{ext}$  - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для умов холодного періоду, прийнятий згідно з таблицею 6 СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$R_{0,1}^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,19}{0,032} + \frac{1}{23} = 6,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Питомі тепловтрати через плоский елемент 1 будемо визначати за формулою (Е.3) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $U_1$

$$U_1 = \frac{1}{R_{0,1}^{усл}} = \frac{1}{6,21} = 0,161 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Площа, плоский елемент 1, на 1 м<sup>2</sup> фрагмента теплозахисної оболонки будівлі або спеціальної огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, визначається за формулою (Е.2) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:  $a_1$

$$a_1 = \frac{A_1}{\sum A_i} = \frac{50}{50} = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

### Лінійний елемент 1 - Стіна.

Параметри розглянутого елемента: варіант теплозахисту - стіна з щільною і додатковою основою. утеплення парапету (хатки) - 0 мм, товщина утеплювача в стіні - 60 мм, теплопровідність утеплювача в стіні - 0,041 Вт/(м °С), теплопровідність основи стіни - 0,2 Вт/(м °С), термічний опір шару ізоляції - 5,94 м<sup>2</sup>°С/Вт.

Для цього елемента питомі тепловтрати враховуються згідно з таблицею Г.81 СП 230.1325800.2015. Оскільки для певних параметрів елемента питомі тепловтрати в таблиці Г.81 СП 230.1325800.2015 явно не вказані, то вони знаходяться шляхом інтерполяції.

Питомі теплові втрати елемента:

$$\psi_1 = 0,282 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°С})$$

Специфічні характеристики обчислених елементів зведені в таблицю 5.

Таблиця 5.

елемент фрагмента	Втрата тепла через ділянку однорідної структури	Втрата тепла через нерівномірну ділянку конструкції	Питомі втрати тепла	Питомий геометричний показник
Плоский елемент 1	-	-	$U_1 = 0,161 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$	$a_1 = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$
Лінійний елемент 1	-	-	$\psi_1 = 0,282 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}$	$l_1 = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$

Таким чином, визначено всі питомі тепловтрати за рахунок усіх елементів розглянутого фрагмента навколишньої конструкції.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі навколишньої конструкції

Дані розрахунку зведені в таблицю 6.

Таблиця 6.

елемент дизайну	Питомий геометричний показник	Питомі втрати тепла	Питомий тепловий потік за рахунок елемента	Частка загального теплового потоку через фрагмент, %
Плоский елемент 1	$a_1 = 1 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$	$U_1 = 0,161 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})}$	$\psi_1 a_1 = 0,161 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})}$	74.1
Лінійний елемент 1	$l_1 = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{м}^2}$	$\psi_1 = 0,282 \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})}$	$\psi_1 l_1 = 0,0564 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})}$	25.9
Всього			$\frac{1}{R_{\text{пр}}} = 0,217 \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})}$	100

Приведений опір теплопередачі фрагмента теплозахисної оболонки будівлі розраховується за формулою (Е.1) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$R_o^{\text{пр}} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{0,217} = 4,61 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Умовний опір теплопередачі фрагмента теплозахисної оболонки будівлі, усереднений за площею, визначається за формулою (5.4) СП 230.1325800.2015:

$$R_o^{\text{усл}} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_o^{\text{пр}}}} = \frac{50}{\frac{50}{6,21}} = 6,21$$

Коефіцієнт термічної однорідності визначається за формулою (Е.4) СП 50.13330.2012 зі змінами № 1:

$$r = \frac{R_o^{\text{пр}}}{R_o^{\text{усл}}} = \frac{4,61}{6,21} \approx 0,74$$

**Висновок:** Ця конструкція забезпечує необхідний опір теплопередачі.

Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції перевищує необхідний опір теплопередачі:

$$R_o^{\text{пр}} = 4,61 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_o^{\text{норм}} = 4,53 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Товщина ізоляції:

- Екструдований пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ КАРБОН ПРОФ - 190 мм.

## 1.8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Загальна площа будівлі 3616,5 м<sup>2</sup>.

Будівельний об'єм будівлі 13625 м<sup>3</sup>.

Загальна площа на одиницю потужності (пропускної здатності) становить 5166 м<sup>2</sup>.

Орієнтовна продуктивність – 700 м<sup>2</sup>/особу.

Корисна площа – 2635,76 м<sup>2</sup>.

Вказана площа 3589,3 м<sup>2</sup>.

Робоча площа на одиницю потужності (продуктивність) 3,76 м<sup>2</sup>/особу.

Співвідношення робочої площі до загальної площі будівлі становить 0,72

Співвідношення будівельного об'єму до загальної площі будівлі становить 3,76

Співвідношення об'єму будівлі до робочої площі будівлі становить 5,16

Співвідношення площі зовнішніх огорожувальних конструкцій до загальної площі будівлі становить 0,00752.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**2. Розрахунково-конструктивний розділ**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП УКРАЇНИ

## 2.1. Розрахунок монолітного покриття

### 2.1.1. Розрахунок монолітної плити П-1

#### 2.1.1.1. Розрахунок навантажень на 1 погонний метр

Таблиця 2.1

Збір навантажень на дорожнє покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, н/м <sup>2</sup>	Коеф. надійність навантаження, γ <sub>f</sub>	Calc. Навантаження , Н/м <sup>2</sup> ,
1. Тротуарна плитка, t - 40 мм, ρ=2400 кг/м <sup>3</sup>			
2. Шар кварцового піску t=30 мм, ρ=1600 кг/м <sup>3</sup>	$0,04 \cdot 2400 \cdot 10 = 960$	1.1	1056
3. Покрівельна мастика t=2 мм			
4. 5 шарів повсті на антисептичній бітумній мастиці РМД-350 t=25 мм, ρ=600 кг/м <sup>3</sup>	$0,03 \cdot 1600 \cdot 10 = 480$	1.3	624
5. Розчинна стяжка ц/п, t=40 мм, ρ=1800 кг/м <sup>3</sup>	50	1.2	60
6. Утеплювач «Руф-Обухи», верств Верхній трійник = 40 мм, ρ=200 кг/м <sup>3</sup> ,	250	1.3	325
Нижній шар t=100 мм ρ=125 кг/м <sup>3</sup>	$0,04 \cdot 1800 \cdot 10 = 720$	1.3	936
7. Пароізоляція - 1 шар руберойду. t=15 мм, ρ= 40 кг/м <sup>3</sup>	$0,04 \cdot 200 \cdot 10 = 80$	1.2	96
	$0,1 \cdot 125 \cdot 10 = 125$	1.2	150
	$0,015 \cdot 40 \cdot 10 = 6$	1.2	7.2

8. Монолітна плита $t=60\text{мм}$ $\rho=2500\text{ кг/м}^3$	$0,6*2500*10=1500$	1.1	1650 рік
Постійне навантаження (г)	4171	-	4904,2
Живе навантаження (v)	1200	1.2	1440
Сніжна (4 сніговий район) $S_0=1,5\text{ кН/м}^2$ $S=S_{0ак}*\mu=1,5*1=1,5$			
Середня швидкість вітру $v=4\text{ м/с} > 2\text{ м/с}$ $k=1,2-0,1*v=1,2-0,1*4=0,8$ $S=1,3*0,8=1,2$			
Загальне навантаження (g+v)	5371	-	6344,2

Розрахункове навантаження на 1 м при ширині плити 1,5 м з урахуванням запасу міцності за призначенням будівлі  $\gamma_{нн}=0,95$

постійна  $q=4,543*1,5*0,95=6,474\text{ кН/м}$  - див. табл. 2.1.

повний  $q+v=5,453*1,5*0,95=7,770\text{ кН/м}$  - див. табл. 2.1.

тимчасовий  $v=0,91*1,5*0,95=1,297\text{ кН/м}$  - див. табл. 2.1.

Нормативне навантаження на 1 м:

постійна  $q=3,956*1,5*0,95=5,637\text{ кН/м}$  див. табл. 2.1.

повний  $q+v=4,656*1,5*0,95=6,635\text{ кН/м}$  див. таблицю. 2.1.

Оскільки проєктована будівля має мансардний дах, вплив снігових навантажень на дах не буде.

Розрахункові зусилля і нормативні навантаження:

Для встановлення розрахункового прольоту плити спочатку визначимо розміри поперечного перерізу бруска:  $h=(1/12)*\ell=(1/12)*300=25\text{ см}$ ,  $b=20\text{ см}$ .

При спиранні на стіну зверху розрахунковий проліт становить:

$$l_0 = l - b/2 = 6 - 0,2/2 = 5,9 \text{ м.}$$

Від завантаження проекту

$$M = (q + v) * l_0^2 / 8 = 7,770 * 5,9^2 / 8 = 33,81 \text{ кН*м.}$$

$$Q = (q + v) * l_0 / 2 = 7,770 * 5,9 / 2 = 22,92 \text{ кН.}$$

Від стандартного навантаження

$$M = (q + v) * l_0^2 / 8 = 6,635 * 5,9^2 / 8 = 28,87 \text{ кН*м.}$$

$$Q = (q + v) * l_0 / 2 = 6,635 * 5,9 / 2 = 19,57 \text{ кН.}$$

## 2.1.2. Визначення зусиль в плитах методом граничної рівноваги.

Попередньо задаємо розміри балок

$$h = \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{20} \right) l = \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{20} \right) * 540 = 45 - 27 \text{ см}$$

беремо  $h = 40$  см, ширину  $b = 0,4 * h = 0,4 * 40 \approx 20$  см

Вільні прольоти плит розраховані для середніх полів:  $l_{01} = 402 - 450 - 20 = 430$  см. Співвідношення  $l_{01} / l_{02} = 430 / 430 = 1$ . Ми приймаємо  $M_2 / M_1 = 1$ ;  $M_I / M_1 = M_{II} / M_1 = M_{III} / M_1 = M_{IV} / M_1 = 2,5$ .

За проектними умовами розриваємо 50% арматури в зазорі на відстані  $1/4 l_1 = 1/4 * 540 \approx 133$  см від контурних балок.

Розраховуємо значення моменту для проміжних пластин:

$$\frac{q l_1^2}{12} (3l_2 - l_1) = l_2 (2M_1 + M_I + M'_{I'}) + l_1 (1,5M_2 - 0,5M_1 + M_{II} + M'_{II'})$$

$$= \frac{6,344 * 4,30^2}{12} (3 * 4,30 - 4,30)$$

$$= 4,30 (2M_1 + 2,5M_1 + 2,5M_1) + 4,30 (1,5M_1 - 0,5M_1 + 2,5M_1 + 2,5M_1)$$

$$83,93 = 4,30 * 13 * M_1, \text{ тому } M_1 = 1,5 \text{ кН*м.}$$

На основі прийнятих моментних співвідношень розраховуємо:

$$M_2 = M_1 = 1,5 \text{ кН*м;}$$

$$M_I = M_{II} = M_{III} = M_{IV} = 2,5 M_1 = 2,5 * 1,5 = 3,75 \text{ кН*м;}$$



Враховуючи вплив тяги на граничний стан опорних по контуру плит, при розрахунку арматури в проміжних плитах, обмежених з усіх боків балками, зменшуємо згинальні моменти на 20% (коєфіц.  $\eta=0,8$ ).

### 2.1.3. Визначення сил за допомогою пружної схеми

Загальне навантаження  $q=(q+p)=6,344$  кН/м<sup>2</sup>, загальне навантаження по всьому полю плити

$$P=11*12*q=4,30*4,30*6,344=117,1\text{кН}$$

Згинальні моменти плит:

$$M_I=M_{II}=\alpha_{19}P=\alpha_{29}P=0,0179*117,1=2,1\text{кН*м};$$

$$M_{III}=M_{IV}=M_{V}=M_{VI}=\beta_{19}P=\beta_{29}P=0,0417*117,1=4,88\text{кН*м};$$

Порівняльні дані значень моментів в плитах, розрахованих методом граничної рівноваги і пружною схемою за допомогою таблиць, показують, що моменти, розраховані за пружною схемою, більші.  $\approx$  на 30%. Розрахунок методом граничної рівноваги призводить до вирівнювання опорних моментів і дозволяє заощадити сталь в арматурі.

### 2.1.4. Розрахунок арматури плити.

Розрахунок арматури плитних сіток проводимо за значеннями моментів, розрахованими методом граничної рівноваги, з урахуванням коєфіц.  $\eta_{пл}=0,95$ .

Вибір перерізів арматури на 1 м ширини плити товщиною  $h=60$  мм,  $h_{01}=h_{02}=6-1,5=4,5$  см.

На середній пластині:

У польоті (з коєфіц.  $\eta=0,8$ ).

$$A_{s1}=\frac{\eta M_1 \gamma_n}{0,9 h_{01} R_s}=\frac{0,8 * 150000 * 0,95}{0,9 * 4,5 * 365 * 100}=0,77\text{см}^2$$

ми приймаємо  $\varnothing 5$  Vr-I, крок 250 мм;  $A=0,79$  см<sup>2</sup>;

$$A_{s2}=\frac{\eta M_2 \gamma_n}{0,9 h_{02} R_s}=\frac{0,8 * 150000 * 0,95}{0,9 * 4,5 * 365 * 100}=0,77\text{см}^2$$

ми приймаємо  $\varnothing 5$  Vr-I, крок 250 мм;  $A=0,79$  см<sup>2</sup>.

На підтримку:

$$A_{st} = \frac{M_{ly} \gamma_n}{0.9 h_0 f_s} = \frac{375000 * 0.95}{0.9 * 4.5 * 355 * 100} = 2,46 \text{ см}^2$$

ми приймаємо  $\varnothing 8$  А-400, крок 200 мм;  $A = 2,51 \text{ см}^2$ ;

$$A_{st} = \frac{M_{ly} \gamma_n}{0.9 h_0 f_s} = \frac{375000 * 0.95}{0.9 * 4.5 * 355 * 100} = 2,46 \text{ см}^2$$

ми приймаємо  $\varnothing 8$  А-400, крок 200 мм;  $A = 2,51 \text{ см}^2$ ;



Рис. 2.1. Розрахункова схема плити, що спирається по її контуру

### 2.1.5. Розрахунок балки.

Розрахуємо трипролітну балку Б-1. Його перетин в розрахунку береться рівним 40x20. Навантаження на балки передаються від плит по ділянках, обмежених бісектрисами кутів в їх контуру, тобто за законом трикутника. Схема розрахунку. Розрахунок балки Б-1 проводимо як звичайної нерозрізної трипролітної балки з урахуванням перерозподілу сил. Періоди проекту:

$$- CD \text{ крайній} - l_01 = l_2 - 0,5h_c - C + 0,5B = 450 - 0,5 * 20 - 10 + 0,5 * 25 = 442,5 \text{ см.}$$

$h_c = 200 \text{ мм}$  – ширина променя.

$C = 100 \text{ мм}$  – відстань між центральною віссю стіни та її внутрішнім краєм.

$H = 250 \text{ мм}$  – глибина закладення бруса в стіну.

$$- AB \text{ і } BC \text{ (у світлі між колонами)} - l_02 = l_2 - h_c = 450 - 20 = 430 \text{ см.}$$

$$\text{Співвідношення амплітуд } l_01/l_02 = 442,5/430 = 1,029$$

Різниця  $2,8\% < 10\%$ , тому балку розраховуємо як рівнопролітну з розрахунковим прольотом  $l=440$ ;

### 2.1.6. Визначення навантажень і зусиль.

Розрахункове навантаження рівномірно розподіляється від власної ваги балки і частини перекриття, розташованої безпосередньо над балкою шириною  $b$ ,

$$q1 = (h - h_p) b \gamma_c + g_b = (0,4 - 0,06) * 0,20 * 25000 * 1,1 + 4904,2 * 0,20 = 2850,84 \text{ Н/м};$$

такий же рухомий вантаж, розташований безпосередньо над балкою

$$p1 = p * b = 1440 * 0,20 = 288 \text{ Н/м};$$

Загальне навантаження рівномірно розподілене по балці

$$q_b = (q1 + p1) = 2850,84 + 288 = 3138,84 \text{ Н/м};$$

Постійне розрахункове навантаження, що діє на балку від власної ваги перекриття двох плит, що примикають до балки:

$$q2 = g * l1 = 4904,2 * 4,4 = 21578,48 \text{ Н/м}.$$

Розрахункове рухоме навантаження, що діє на балку за законом трикутника,

$$p2 = 1440 * 4,4 = 6336 \text{ Н/м}.$$

Еквівалентне рівномірно розподілене навантаження, що передається на балку

Константа

$$q_e = k_e * q2 = 0,625 * 21578,48 = 13486,55 \text{ Н/м, де}$$

$$k_e = 1 - 2\alpha^{0,5} + \alpha_3 = 1 - 2 * 0,52 + 0,53 = 0,625$$

$$\alpha = a/l2 = 2,2/4,4 = 0,5$$

$$a = 0,5[l2 - (l2 - l1)] = 0,5[4,4 - (4,4 - 4,4)] = 2,2 \text{ м};$$

тимчасовий

$$r_e = k_e * p2 = 0,625 * 6336 = 3960 \text{ Н/м}$$

рівномірно розподілене постійне сумарне навантаження

$$q = q_1 + q_e = 2850,84 + 13486,55 = 16337,4 \text{ Н/м};$$

рівномірно розподілене сумарне тимчасове навантаження

$$p = p_1 + p_e = 288 + 3960 = 4248 \text{ Н/м};$$

Згинальні моменти в крайніх прольотах:

$$M_1 = \kappa H * M; \frac{q l^2}{11} = \frac{20.59 * 4.4^2}{11} = 36.2$$

Згинальні моменти в середині прольоту:

$$M_2 = \kappa H * M; \frac{q l^2}{16} = \frac{20.59 * 4.4^2}{16} = 24.91$$

Згинальні моменти над опорами в секундах від краю:

$$M_3 = \kappa H * M; \frac{q l^2}{11} = \frac{20.59 * 4.4^2}{11} = 36.2$$

З урахуванням еквівалентних навантажень розрахункові навантаження, рівномірно розподілені на балку, будуть:

$$q_p = q + p = 16337,4 + 4248 = 20585,4 \text{ Н/м};$$

$$q'p = q + 1/4p = 16337,4 + 1062 = 17399,4 \text{ Н/м};$$

Згинальні моменти в прольотах від навантаження q'p

$$M'_1 = \kappa H * M; \frac{q'p l^2}{11} = \frac{17.34 * 4.4^2}{11} = 30.52$$

$$M'_2 = \kappa H * M; \frac{q'p l^2}{16} = \frac{17.34 * 4.4^2}{16} = 20.98$$

Мінімальні моменти, обчислені в прольотах, дорівнюють:

У першому рейсі

$$M_1 = - \sqrt{M_2 - M'_1} = - \sqrt{36,2/2 + 30,52} = -12,42 \text{ кН*м};$$

$$M_2 = - (M_1 + M_s) / 2 + M'_2 = - (36,2 + 36,2) / 2 + 20,98 = -15,22 \text{ кН*м};$$

### 2.1.7. Розрахунок поздовжнього перерізу арматури.

Висоту перетину балки вказуємо виходячи з опорного моменту, взявши  $\xi = 0,35$  і, отже,  $\alpha_s = 0,289$  см<sup>2</sup> за формулою.

$$\text{НУБІП УКРАЇНИ}$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{\gamma_n M}{\alpha_m b R_b \gamma_{b2}}} = \sqrt{\frac{0.95 * 3620000}{0.289 * 20 * 8.5 * 100 * 0.9}} = 27.88 \text{ см};$$

$$h_0 = 40 - 3.0 = 37 \text{ см};$$

Поперечний переріз балки Т-подібний з полкою в зоні стиснення.

Проектна ширина полиці

$$b'f = 12h'f + b = 12 * 6 + 20 = 92 \text{ см}.$$

Встановлюємо, до якого варіанту проектування відноситься перетин - за умовою  $M \leq \rho_{уб} \gamma_{b2} b'f h'f * (h_0 - 0,5h'f)$  нейтральна вісь проходить через фланець,  $x < h'f$ ;

$$0,95 * 36,2 * 10^5 < 8,5 * 100 * 0,9 * 92 * 6 * (37 - 0,5 * 6)$$

$$34,39 * 10^5 < 143,5 * 10^5 \text{ Н*см}; \text{ умова виконана. Розрахунок}$$

виконується як розрахунок прямокутного перерізу шириною  $b'f$ .

Для крайнього прольоту розраховуємо

$$\alpha_m = \frac{M_1 \gamma_n}{b'f h_0^2 R_b \gamma_{b2}} = \frac{3620000 * 0.95}{92 * 37^2 * 8.5 * 100 * 0.9} = 0.038 \text{ см}^2$$

ми виявили  $\zeta = 0,98; \xi = 0,04$ ;

Ми визначаємо

$$A_{s1} = \frac{M_1 \gamma_n}{\zeta h_0 R_s} = \frac{3620000 * 0.95}{0.98 * 37 * 365 * 100} = 2.59 \text{ см}^2$$

прийнято в двох кадрах 2Ø14 А400,  $A_s = 5,08 \text{ см}^2$ ,

$$\text{Відсоток армування } \mu = 100 * \frac{A_s}{b h_0} = 100 * \frac{3.08}{20 * 37} = 0.42\%$$

Для середнього діапазону розраховуємо

$$\alpha_m = \frac{M_1 \gamma_n}{b'f h_0^2 R_b \gamma_{b2}} = \frac{2491000 * 0.95}{92 * 37^2 * 8.5 * 100 * 0.9} = 0.025 \text{ см}^2$$

ми виявили  $\zeta = 0,9875; \xi = 0,025$ ;

Ми визначаємо

$$A_{s1} = \frac{M_1 \gamma_n}{\zeta h_0 R_s} = \frac{2491000 * 0.95}{0.985 * 37 * 365 * 100} = 1.78 \text{ см}^2$$

прийнято в двох кадрах  $2 \varnothing 12 A400, A_s = 2,26 \text{ см}^2$ ;

Площа перерізу поздовжньої арматури у верхній зоні середини прольоту балки

$$\alpha_m = \frac{M_1 \gamma_n}{bh_0^2 R_b \gamma_{b2}} = \frac{1522000 * 0.95}{20 * 37^2 * 8.5 * 100 * 0.9} = 0.067 \text{ см}^2$$

ми виявили  $\zeta = 0,965; \xi = 0,07$ ;

Ми визначаємо

$$A_{s1} = \frac{M_1 \gamma_n}{\zeta h_0 R_s} = \frac{1522000 * 0.95}{0.965 * 37 * 365 * 100} = 1.1 \text{ см}^2$$

прийнято в двох кадрах  $2 \varnothing 12 A400, A_s = 2,26 \text{ см}^2$ ;

### 2.1.8. Розрахунок на міцність похилих перерізів балки Б-1.

На зовнішній опорі  $Q_A = 36200 * 0.95 = 34390 \text{ Н}$ . Розраховуємо проекцію розрахункового похилого перерізу на поздовжню вісь с, послідовно визначаючи:

$$Bb = \varphi_{b2} R_{BT} \gamma_{b2} b h_0^2 = 2 * 0,75 * 100 * 0,9 * 20 * 37^2 = 36,96 * 10^5$$

$$H/\text{см}, \text{ Де } \varphi_f = \varphi_n = 0;$$

У розрахунковому похилому перерізі  $Q_b = Q_{sw} = Q/2$ ; Отже,  $c = Bb / 0,5 Q_A = 36,96 * 10^5 / (0,5 * 34390) = 215 \text{ см}$ .  $> 2h_0 = 2 * 37 = 74 \text{ см}$ , приймаємо  $c = 2 * h_0 = 74 \text{ см}$ .

Розраховуємо значення поперечних сил, що сприймаються поперечними стрижнями:

$$Q_{sw} = Q_A / 2 = 34390 / 2 = 17195 \text{ Н}$$

$$q_{sw} = Q_{sw} / c = 17195 / 74 = 232,4 \text{ Н/см}$$

Діаметр поперечних стрижнів визначаємо виходячи з умов зварювання з поздовжньою арматурою діаметром  $d = 12 \text{ мм}$  і приймаємо  $d_{sw} = 4 \text{ мм}$ ,  $A_{sw} = 0,126 \text{ см}^2$ ; з класом Вр-I  $R_{sw} = 265 \text{ МПа}$ . Оскільки  $d_{sw}/d = 4/12 = 1/3 = 1/3$ , то коефіцієнт  $\gamma_{s2} = 1,3$  двома рамками  $A_{sw} = 2 * 0,162 = 0,252 \text{ см}^2$ .

Крок поперечних стрижнів  $s = R_{sw} A_{sw} / q_{sw} = 265 * 100 * 0,252 / 232,4 = 28,73$  см. З розрахункових умов в опорних ділянках довжиною  $l/4$   $s \leq (1/2) * 40 = 20$  см; конструктивно вважати  $s = 20$  см. У крайніх і середніх прольотах  $s = (3/4) * 40 = 300$  мм.

Перевірили достатність значень  $s = 20$  см максимального бічного зусилля в першій проміжній опорі, де  $Q_{b1} = 54,4 * 0,95 = 51,68$  кН.  $V_b = 36,96 * 105$  Н/см.

$c = V_b / 0,5 * Q_b = 36,96 * 105 / (0,5 * 51680) = 143,03$  см  $> 2h_0 = 74$  см, приймаємо  $c = 2h_0 = 74$  см. Потім

$$Q_{sw} = Q_{b1} / 2 = 51680 / 2 = 25840 \text{ Н.}$$

$$q_{sw} = Q_{sw} / c = 25840 / 74 = 349,2 \text{ Н/см.}$$

Відстань між поперечними стрижнями в зоні опори

$$s = R_{sw} A_{sw} / q_{sw} = 265 * 100 * 0,252 / 349,2 = 21,2 \text{ см.}$$

яка більша за  $(1/2) * 40 = 20$  см. Прийнятий крок  $s = 20$  см задовольняє

вимогам.

## 2.2. Розрахунок пустотної плити.

### 2.2.1. Розрахунок пустотної плити на основі граничних станів

перша група.

### 2.2.2. Пролітні та проектні навантаження.

Розрахунковий проліт  $l_0 = 6960$  м.

Нормативні та розрахункові навантаження на 1 м<sup>2</sup> підлоги.

Щоб завантажити	Нормативна навантаження, Н/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт безпеки навантаження	Розраховано Навантаження, Н/м <sup>2</sup>
Константа:			
Власна вага пустотної плити з круглими пустотами			
Стяжка на цементно-піщаному розчині М150	3000	1,1	3300

<p>(t=35 мм) ρ=1800кг/м<sup>3</sup>;  Прокладка та заповнення швів цементно-піщаним розчином М 150 (t=15 мм)</p> <p>ρ=1800кг/м<sup>3</sup>;</p> <p>Власна вага керамічної плити  (t=35 мм) ρ=1800кг/м<sup>3</sup>;</p>	<p>270</p> <p>630</p> <p>162</p> <p>4062</p> <p>1500</p> <p>300</p> <p>1200</p> <p>5562</p> <p>4362</p> <p>1200</p>	<p>1.3</p> <p>1.3</p> <p>1.1</p> <p>1.2</p> <p>1.2</p> <p>-</p>	<p>351</p> <p>819</p> <p>178.2</p> <p>4648,2</p> <p>1800 рік</p> <p>360</p> <p>1440</p> <p>6448,2</p>
<p>Всього:</p> <p>Тимчасовий</p> <p>в тому числі:</p> <p>довгий строк</p> <p>короткий термін</p> <p>Максимальне навантаження</p> <p>в тому числі:</p> <p>Постійний і тривалий</p> <p>короткий термін</p>			

Розрахункове навантаження на 1 м при ширині плити 1,5 м з урахуванням запасу міцності за призначенням будівлі  $\gamma_n=0,95$ :

<p>Константа <math>g=4,648*1,5*0,95=6,62</math> кН/м,</p> <p>Загальний <math>g+v=6,448*1,5*0,95=9,18</math> кН/м</p>			
--	--	--	--



$$v = 1,8 * 1,5 * 0,95 = 2,565 \text{ кН/м};$$

Нормативне навантаження на 1 м:

$$\text{Константа } g = 4,062 * 1,5 * 0,95 = 5,79 \text{ кН/м};$$

$$\text{Загальний } g+v = 5,562 * 1,5 * 0,95 = 7,93 \text{ кН/м};$$

У тому числі постійні та довготривалі  $4,362 * 1,5 * 0,95 = 6,22 \text{ кН/м};$

### 2.2.3. Розрахункові зусилля і нормативні навантаження.

Від завантаження проекту

$$M = (g+v)l_0^2/8 = 9,18 * 6,962/8 = 55,5 \text{ кН*м};$$

$$Q = (g+v)l_0/2 = 9,18 * 6,96/2 = 31,95 \text{ кН*м};$$

Від стандартного навантаження

$$M = (g+v)l_0^2/8 = 7,93 * 6,962/8 = 48 \text{ кН*м};$$

$$Q = (g+v)l_0/2 = 7,93 * 6,96/2 = 27,6 \text{ кН*м};$$

Від постійних, тривалих стандартних навантажень

$$M = (g+v)l_0^2/8 = 6,22 * 6,962/8 = 37,66 \text{ кН*м};$$

### 2.2.4. Встановить розміри перетину плити.

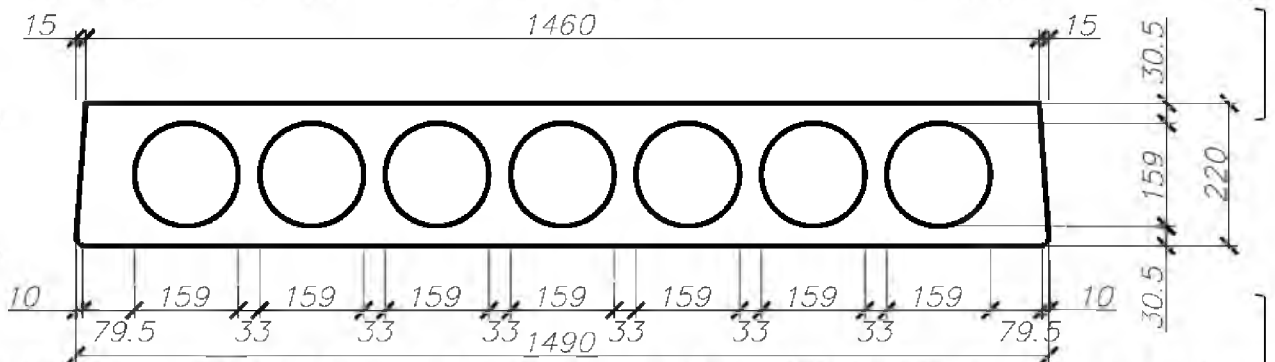


Рис.2.2 Плита пустотна

Висота перерізу багатопустотної попередньо напруженої плити (7 круглих пустот діаметром 159 см)  $h \approx 220$  мм. Висота робочої секції  $h_0 = h_a = 220 - 30 = 190$  мм.

Розміри: товщина верхньої та нижньої полиць  $(220 - 159)/2 = 3,05$  см.

Ширина ребер: середня – 33 см,

крайній – 79,5 см.

У розрахунках на основі граничних станів першої групи розрахункова товщина стисненої полки таврового профілю становить  $h'f=3,05$  см;

співвідношення  $h'f/h=3,05/22=0,138>0,1$ , в цьому випадку в розрахунок входить вся ширина полиці  $b_f=146$  см;

Розрахункова ширина ребра  $b=146-7*15,9=35$  см.

### 2.2.5. Характеристики міцності бетону та арматури.

Попередньо напружена порожниста плита армується стрижневою арматурою класу А600 з електротермічним натягом в упорах форми. По тріщиностійкості плити прийняті вимоги 3 категорії. Продукт піддають термічній обробці при атмосферному тиску.

Важкий бетон класу В20, що відповідає попередньо напруженій арматурі. Стандартний призматичний опір  $R_{bn}=R_{b,ser}=15$  МПа;

Розрахункова міцність на стиск  $R_b=11,5$  МПа.

Стандартна міцність на розрив  $R_{btн}=R_{bt,ser}=1,4$  МПа

Розрахункова міцність на розрив  $R_{bt}=15$  МПа.

Початковий модуль пружності бетону  $E_b = 24\ 000$  МПа.

Опір передачі бетону  $R_{bp}$  визначається так, щоб під час стиснення швидкість напруги  $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75$

Акcesуари класу А600:

Стандартна міцність  $R_{sn}=590$  МПа.

Розрахункова міцність  $R_s=510$  МПа.

Модуль пружності  $E_s=190000$  МПа.

Попереднє напруження арматури дорівнює:  $\sigma_{зп}=0,75*R_{sn}=0,75*590=442,5$  МПа.

З напругою електротермічний метод

$p=30+360/1=30+360/7,2=80$  МПа.

$\sigma_{zp} + p = 442,5 + 80 = 522,5 < R_{сн} = 590$  МПа. - захворювання  $\sigma_{zp} + \sigma_{стоп} \leq R_{SN}$   
виконується.

Розраховуємо максимальне відхилення попереднього напруження для кількості напружених стрижнів  $n_p = 5$ .

$$0,5\gamma_{sp} = 0,5 \frac{P}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0,5 \frac{80}{442,5} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = 0,13$$

Коефіцієнт точності напруги  $\gamma_{zp} = 1 - \gamma_{sp} = 1 - 0,13 = 0,87$ .

При перевірці утворення тріщин у верхній зоні плити при стисненні приймають  $\gamma_{zp} = 1 + \gamma_{sp} = 1 + 0,13 = 1,13$ .

Попереднє напруження з урахуванням точності натягу  $\sigma_{zp} = 0,87 * 442,5 = 385$  МПа.

**2.2.6. Розрахунок опору плити вздовж перерізу, нормального до поздовжньої осі,**

$$M = 55,5 \text{ кН*м.}$$

T-подібний профіль з фланцем в зоні стиснення. Ми порахувади

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f' h_o^2} = \frac{5550000}{0,9 * 11,5 * 146 * 19^2 * 100} = 0,1$$

ми виявили  $\xi = 0,1; \zeta = 0,95$ ;

$x = h_o * \xi = 19 * 0,1 = 1,9$  см < 3,05 сантиметра - нейтральна вісь проходить всередині стиснутого фланця.

Характеристики стиснутої зони:

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b = 0,85 - 0,008 * 0,9 * 11,5 = 0,7672$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,7672}{1 + \frac{525}{500} \left(1 - \frac{0,7672}{1,1}\right)} = 0,58;$$

тут  $\sigma_{МІСТЕР} = R_S + 400 - \sigma_{zp} - \sigma_{ст} = 510 + 400 - 385 = 525$  МПа.  $\sigma_{zp} = 0$ ;  
чому  $\gamma_{bz} = 0,9 < 1$  знаменник 500.

Коефіцієнт умов експлуатації з урахуванням міцності поперечно напруженої арматури понад умовну межу текучості:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left( \frac{2\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,2 - (1,2 - 1) \left( \frac{2 * 0,1}{0,58} - 1 \right) = 1,33 > \eta = 1,2$$

Дет  $\eta = 1,2$  для аксесуарів класу А600, ми приймаємо  $\gamma_{s6} = 1,2$ .

Розрахувати площу поперечного перерізу арматури, що розтягується

$$A_s = \frac{M}{\gamma_{s6} R_s \zeta h_0} = \frac{5550000}{1,2 * 510 * 0,95 * 19 * 100} = 5,024 \text{ см}^2$$

Ми приймаємо 5Ø12 А600 площею  $A_s = 5,65 \text{ см}^2$ .

### 2.2.7. Розрахунок опору плити по перетину, нахиленому до поздовжньої осі,

$$Q = 32 \text{ кН.}$$

Вплив сили стиснення  $P = 193,5 \text{ кН}$

$$\varphi_n = 0,1N/Rbtbh_0 = 0,1 * 193500 / 0,9 * 35 * 19 * 100 = 0,323 < 0,5$$

Перевіряємо, чи потрібна за розрахунком поперечна арматура.

$$\text{Умова } Q_{\max} = 32 * 103 \leq 2,5$$

$$Rbtbh_0 = 2,5 * 0,9 * 0,9 * 35 * 19 * 100 = 134 * 103 \text{ Н} \text{ — задоволений.}$$

$$3g = g + v/2 = 6,62 + 2,052/2 = 7,646 \text{ кН/м} = 76,46 \text{ Н/см і з } 0,16 \varphi_{b4} (1 - \varphi_n)$$

$$Rbtb = 0,16 * 1,5 (1 - 0,323) * 0,9 * 0,9 * 35 * 100 = 460,6 \text{ Н/см} > g = 76,46 \text{ Н/см}$$

$$\text{Приймаємо } c = 2,5 * h_0 = 2,5 * 19 = 47,5 \text{ см.}$$

$$\text{Інша умова } Q = Q_{\max} - q_1 c = 30,2 * 103 - 76,46 * 47,5 = 28,34 * 103 \text{ Н;}$$

$$\varphi_{b4} (1 + \varphi_n)$$

$$Rbtbh_0 / c = 1,5 * (1 + 0,323) * 0,9 * 0,9 * 35 * 19 * 100 / 47,5 = 42,75 * 103 >$$

$Q = 28,34 * 103 \text{ Н}$  — також задоволений. Отже, за розрахунком поперечне армування не потрібно.

В опорних зонах довжиною  $l/4 = 1800 \text{ мм}$  встановлюється конструктивна арматура,  $\text{Ø}4Bp-13$  кроком  $s = h/2 = 22/2 = 11 \text{ см}$ . Беремо  $s = 10$

см.

У центральній частині прольоту поперечна арматура не використовується.

## 2.2.8. Розрахунок пустотної плити з використанням граничних станів з другої групи.

### 2.2.9. Геометричні характеристики скороченого перерізу.

Круглий контур пустот замінюємо еквівалентним квадратом зі стороною  $h=0,9*d=0,9*15,9=14,3$  см. Товщина полиць еквівалентного перерізу  $h_f=hf=(22-14,3)/2=3,85$  см. Ширина ребра  $146-7*14,3=46$  см. Ширина пустот  $146-46=100$  см.

Зведена площа поперечного перерізу  $A_{red}=146*22-100*14,3=1782$  см<sup>2</sup> (розм.  $\alpha$ \*Як зазначено через малюнок);

Відстань від нижнього краю до центру ваги зменшеної ділянки

$$y_0=0,5*h=0,5*22=11 \text{ см.}$$

Момент інерції перетину (симетричний)

$$J_{ред} = \frac{146*22^3}{12} - \frac{100*14,3^3}{12} = 105182,3 \text{ см}^4;$$

Модуль розділу

по нижній зоні  $W_{ред} = J_{ред}/y_0 = 105182,3/11 = 9562$  см<sup>3</sup>;

у верхній зоні  $W'_{ред} = 9562$  см<sup>3</sup>;

Відстань від ядра, найбільш віддаленого від розтягнутої (верхньої) зони, до центру ваги перетину  $r = \varphi_n (W_{ред}/A_{ред}) = 0,85 (9562/1782) = 4,56$  см.

$$\text{тут } \varphi_n = 1,6 - \sigma_{bp}/P_{б.сер} = 1,6 - 0,75 = 0,85$$

Те саме, менше віддалене від розтягнутої зони (нижнє)  $r_{inf} = 4,56$  см.

Співвідношення між напругою в бетоні від стандартних навантажень і міцністю на стиск і розрахунковою міцністю бетону для граничних станів другої групи попередньо прийнято рівним 0,75.

Уружнопластичний момент опору вздовж розтягнутої зони

$$W_{pl} = \gamma W_{ред} = 1,5 * 9562 = 14343 \text{ см}^3, \text{ Ось } \gamma = 1,5 \text{ для розділу I в } 2 < b_f/b = bf/b = 146/46 = 3,2 < 6.$$

Дружнопластичний момент опору по розтягнутій зоні у фазі виготовлення та стиснення  $W_{пл} = 14343 \text{ см}^3$ ,

### 2.2.10. Втрати попереднього напруження арматури.

Коефіцієнт точності для напруги якоря прийнятий  $\gamma_{зр} = 1$ .

Втрати на релаксацію напружень в арматурі методом електротермічного напруження  $\sigma = 0,03 * \sigma_{зр} = 0,03 * 442,5 = 13,3 \text{ МПа}$ . Втрати через різницю температур між натягнутою арматурою та упорами

$\sigma_{двa} = 0$ , так як при приготуванні на пару форма з упорами нагрівається разом з продуктом.

Сила стиснення  $P_1 = A_s(\sigma_{зр} - \sigma_1) = 5,65(442,5 - 13,3) * 100 = 242,5 \text{ кН}$ .

Ексцентриситет цієї сили відносно центру ваги перерізу

$$e_{op} = y_0 - a = 11 - 3 = 8 \text{ см.}$$

Напруга в бетоні при стисненні

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 * e_{op} * y_0}{J_{red}} = \frac{242500}{1782} + \frac{242500 * 8 * 11}{105182,3} = 339/100 = 3,39 \text{ МПа}$$

Значення опору переносу бетону визначаємо виходячи з умови

$\sigma_{bp}/R_{bp} < 0,75$ ;  $R_{bp} = 3,39/0,75 = 4,52 < 0,5 * B_{20}$ ; Приймаємо  $R_{bp} = 12,5 \text{ МПа}$ .

Отже, ставлення  $\sigma_{bp}/R_{bp} = 3,39/12,5 = 0,27 < 0,75$

Розраховуємо стискаючі напруги в бетоні на рівні центру ваги площі попередньо напруженої арматури за силою стиснення (без урахування моменту ваги плити).

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 * e_{op}^2}{J_{red}} = \frac{242500}{1782} + \frac{242500 * 8^2}{105182,3} = 283,6/100 = 2,84 \text{ МПа}$$

Втрати при швидкій повзучості

Для  $\sigma_{bp}/R_{bp} = 2,84/12,5 = 0,2272 < \alpha = 0,5625$

$\alpha = 0,25 + 0,025 * R_{bp} = 0,25 + 0,025 * 12,5 = 0,5625 \leq 0,8$

$\sigma_{b6} = 40 * 0,2272 = 9,088.$   
Перші втрати  $\sigma_{lost1} = \sigma_1 + \sigma_6 = 13,3 + 9,088 = 22,388 \text{ МПа}.$   
Беручи до уваги  $\sigma_{lost}$  Напряга

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 * e_{op}^2}{J_{red}} = \frac{237400}{1782} + \frac{237400 * 8^2}{105182.3} = 277.7/100 = 2.777 \text{ МПа}$$

де  $P1 = As(\sigma_{zp} - \sigma_1) = 5,65(442,5 - 22,388) * 100 = 237,4 \text{ кН}.$   
 $\sigma_{bp}/R_{bp} = 2,77/42,5 = 0,2216 < 0,75$   
Втрати бетону на усадку  $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}.$

Втрати від повзучості бетону  $\sigma_9 = 150 * \alpha * \sigma_{bp} = 150 * 0,85 * 0,2216 = 28,254$   
 $\text{МПа}.$

Другі втрати  $\sigma_{lost2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 28,254 = 63,254 \text{ МПа}.$   
Повна втрата  $\sigma_{Вони} = \sigma_{lost1} + \sigma_{lost2} = 22388 + 63254 = 85642 < 100 \text{ МПа}.$

Ми приймаємо  $\sigma_{Вони} = 100 \text{ МПа}.$

Сила стиснення з урахуванням загальних втрат  
 $R2 = As(\sigma_{zp} - \sigma_{Вони}) = 5,65(442,5 - 100) * 100 = 193,5 \text{ кН}.$

### 2.2.11. Розрахунок утворення тріщин по нормалі до поздовжньої осі.

Цей розрахунок виконується для визначення необхідності випробувань на розкриття тріщин. При цьому для елементів, вимоги до тріщиностійкості яких відносяться до 3-ї категорії, приймаються значення коефіцієнтів безпеки за навантаженням,  $\gamma_f = 1. M = 48 \text{ кН*м}.$

При виконанні умови  $M \leq M_{ser}$  на розтягнутій ділянці не утворюються тріщини. Розраховуємо момент утворення тріщини методом наближеного моменту серцевини.

$$M_{ser} = R_{bt,ser} * W_{pl} + M_{rp} = 1,4 * 14343 * 100 + 2187324 = 41,95 \text{ кН*м};$$

Ось звуковий момент сили стиснення ( $\gamma_{zp} = 0,9$ )

$M_{rp} = P2(e_{op} + r) = 0,9 * 193500(8 + 4,56) = 2187324 \text{ Н*см};$   
Оскільки  $M = 48 > M_{ser} = 41,95 \text{ кН*м}$  у зоні розтягування утворюються тріщини. Тому необхідний розрахунок розкриття тріщин.

Перевіряємо, чи утворюються початкові тріщини у верхній частині плити при її стисненні до значення коефіцієнта тривалості розтягу  $\gamma_{3p}=1,13$  (момент ваги плити не враховується).

Конструктивний стан:  $P1(e_{op-rinf}) \leq R_{btp} * W'_{pl}$

$$1,13 * 242500(8-4,56) = 942646 \quad H * c_{m.} \leq R_{btp} * W'_{pl} = 1 * 14343 * 100 = 1434300$$

$H * c_{m.}$  – умова виконана, початкові тріщини не утворюються; тут  $R_{btp}=1$  – межа міцності бетону на розрив, що відповідає передавальній міцності бетону 12,5.

### 2.2.12. Розрахунок розкриття тріщини по нормалі до поздовжньої осі.

Максимальна ширина розкриття тріщини: короткочасна  $a_{сгс1}=0,4$  мм, довготривала  $a_{сгс2}=0,3$  мм.

Згинальні моменти стандартних навантажень:

- постійний і тривалий –  $M=37,66$  кН\*м;

Повний  $M=48$  кН\*м;

Приріст напружень в арматурі, що розтягується, внаслідок постійних і тривалих навантажень

$$\sigma_s = \frac{M - P_2(z_1 - e_{sp})}{W_s} = \frac{3766000 - 193500 * 17,1}{96,62 * 100} = 47,3 \text{ МПа};$$

де  $z_1 \approx h_0 - 0,5h_f = 19 - 0,5 * 3,8 = 17,1$  см – плече внутрішньої пари сил;

$e_{sp}=0$  – сила стиснення  $P$ , прикладена до центру ваги нижньої зони попереднього напруження арматури;

$W_s = A_s * z_1 = 5,65 * 17,1 = 96,62$  см<sup>3</sup> – момент опору перерізу арматури,

що розтягується

Підвищення напруги в якорі через повне навантаження

$$\sigma_s = \frac{M - P_2(z_1 - e_{sp})}{W_s} = \frac{4800000 - 193500 * 17,1}{96,62 * 100} = 154,3 \text{ МПа};$$

Ширина розкриття тріщини від короткочасного загального навантаження



$$a_{crcl} = 20(3,5 - 100\mu) \delta \eta \varphi_1 \left(\frac{\sigma_s}{E_s}\right)^3 \sqrt{d} =$$

$$= 20(3,5 - 100 * 0,0065) * 1 * 1 * 1 * \left(\frac{154,3}{190000}\right)^3 \sqrt{12}$$

$$= 0,19 \text{ см};$$

$\Delta \mu = AS/bh_0 = 5,65/46 * 19 = 0,0065$ ;  $\delta_1 = 1$ ;  $\eta = 1$ ;  $\varphi_1 = 1$ ;  $d = 12$  мм – діаметр поздовжньої арматури.

Ширина розкриття тріщин за рахунок короточасної дії постійних і тривалих навантажень

$$a'_{crcl} = 20(3,5 - 100 * 0,0065) * 1 * 1 * 1 * (47,3/190000) = 0,06 \text{ см}; \sqrt[3]{12}$$

Ширина розкриття тріщин при постійних і тривалих навантаженнях

$$a_{crcl} = 20(3,5 - 100 * 0,0065) * 1 * 1 * 1,5 * (95,34/190000) = 0,09 \text{ см}; \sqrt[3]{12}$$

$$\varphi_1 = 1,6 - 15 * \mu = 1,6 - 15 * 0,0065 \approx 1,5$$

Коротка ширина розкриття тріщин

$$a_{crcl} = a_{crcl} - a'_{crcl} - a_{crcl} = 0,19 - 0,06 + 0,09 = 0,22 \text{ мм} [0,4 \text{ мм}]$$

Тривала ширина тріщини

$$a_{crcl} = a_{crcl} = 0,09 [0,3 \text{ мм}]$$

### 2.2.13. Розрахунок прогину плити.

Прогин визначається від постійних і тривалих навантажень, максимальний прогин  $f = 1/200 = 36$  мм. Розраховуємо параметри, необхідні для визначення

прогину плити з урахуванням тріщин в зоні тяги. Момент заміщення дорівнює згинальному моменту постійних, тривалих навантажень

$$M = 37,66 \text{ кН*м};$$

Сумарна поздовжня сила дорівнює попередній силі стиснення з урахуванням усіх втрат і  $\gamma_{sp} = 1$ ;  $N_{общ} = P_2 = 193,5 \text{ кН}$ ;

$$\text{Ексцентриситет } e_{tot} = M / N_{tot} = 3766000 / 193500 = 19,46 \text{ см};$$

$\varphi_1 = 0,8$  – при тривалому впливі навантажень;

$$\varphi_1 = R_{bt,ser} * W_{pl} / (M - M_{rp}) = 1,4 * 14343 * 100 / (3766000 - 2187324) = 1,27 > 1.$$

Ми приймаємо  $\varphi_m = 1$ .

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформації розтягнутої арматури в зоні між тріщинами

$$\psi_s = 1.25 - \varphi_{es} * \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3.5 - 1.8\varphi_m) * e_{s,tot}/h_0}$$

$$= 1.25 - 0.8 * 1 - \frac{1 - 1^2}{(3.5 - 1.8 * 1) * 19.46/19} = 0.45 < 1$$

Розрахувати кривизну вала при згинанні

$$\frac{1}{r} = \frac{3766000}{19 * 17.1 * 100} \left( \frac{0.5}{190000 * 5.65} + \frac{0.9}{0.15 * 24000 * 554.8} \right)$$

$$\frac{1}{r} = \frac{193500 * 0.5}{19 * 190000 * 5.65 * 100} = 5.23 * 10^{-5}$$

Де  $\psi_B = 0,9$ ;  $\nu = 0,15$  при тривалому впливі навантаження;

$$Ab = 146 * 3,85 = 554,8 \text{ см}^2 - \text{з } A = 0 \text{ і припущенням } \xi = h'/h_0.$$

Розраховуємо прогин  $f = \frac{5l_0^2}{48} * \frac{1}{r} \leq [f]$

$$f = \frac{5 * 696^2}{48} * 5.23 * 10^{-5} = 2.64 \leq [3,6 \text{ см}]$$

#### 2.2.14. Перевірка панелі на монтажні навантаження.

Панель має 4 кріпильні планки зі сталі А240, розташовані на відстані 70 см від торців панелі. З урахуванням динамічного коефіцієнта  $k_d = 1,4$  навантаження, розраховане від власної ваги панелі

$$q = k_d \gamma_g b = 1,4 * 1,1 * 2750 * 1,49 = 6310,15 \text{ Н/м};$$

де  $q = \text{години} * \rho = 0,11 * 25000 = 2750 \text{ Н/м}^2$  - власна вага панелі;

$b = 1,49 \text{ м}$  - конструктивна ширина панелі;

$h = 0,11$  - зменшена товщина панелі;

$\rho$  - щільність бетону.

Панельна розрахункова схема.

Від'ємний згинальний момент консольної частини панелі

$$M = q l l / 2 = 6310,15 * 0,72 / 2 = 1546 \text{ Н*м};$$

Цей момент сприймається поздовжньою монтажною арматурою каркасів.  
Якщо прийняти  $z_1=0,9h_0$ , необхідна площа поперечного перерізу зазначеної арматури становить

$$A_s = \frac{M}{z_1 R_s} = \frac{154600}{0,9 * 17,1 * 365 * 100} = 0,275 \text{ см}^2$$

Що значно менше конструктивно прийнятого армування.  
При підйомі панелі її вагу можна перенести на 2 петлі. Отже, сила на петлю становить  $N=q_1/2=6310,15*7,18/2=22653\text{N}$ .

Площа перерізу армування петлі

$$A_s=N/R_s=22653/225*100=1 \text{ см}^2;$$

Приймаємо стрижні конструкційні  $\varnothing 12 \text{ мм} A240$ ,  $A_s=1313 \text{ см}^2$ ;

### 2.3. Будівництво основ і фундаментів.

Ґрунти представлені шаруватістю з послідовним заляганням шарів.

1-й шар – Відвал ущільненого та неущільненого супіщаного ґрунту, пластичний, непросадочний, нерозширюваний – насипний ґрунт.

2-й шар – супісок пластичний, не спучується, відносний коефіцієнт осідання 0,02, тобто під дією зовнішнього навантаження або власної ваги при розмочуванні викличе осідання.

3 шар – напівтверда глина, яка не просідає, не розбухає.

4-й - шар напівтвердої глини, яка не просідає, яка не розбухає.

5-й шар - крупнозернистий пісок середньої щільності, насичений водою - добре протистоїть зовнішнім навантаженням і переносить невеликі деформації.

3 і 4 шари також є надійною основою.

Ґрунтові води залягають на глибині 12 м і залягають на глибині 6 м.

Так як другий ґрунт просідний і можливе заболочування, встановлювати на ньому мелкозаглублений фундамент немає сенсу. Тому ми вибрали пальовий фундамент. Кінець палі повинен спиратися на напівтверду глину.

### 2.3.1. Розрахунок фундаменту в розділі 1-1.

Будівля має жорстку конструкцію із співвідношенням між довжиною відсіку та його висотою. Основа сітки конструктивно розташована на відмітці -1050 м, висота сітки 800 мм. Матеріал сітки – бетон класу В25.  $L/H = 3$

Для певних умов ґрунту ми проектуємо пальовий фундамент із збірних залізобетонних палей марки С4-20 довжиною  $m$ , розміром перерізу  $m$  і довжиною кінчика  $m$ . Палі забиваються дизель-молотом.  $L = 40.20 \times 0.20 = 0.15$

Знаходимо вантажопідйомність одиначної підвісної палі, орієнтуючись на розрахункову схему і враховуючи, що глибина закладення палі в ростверк становить 100 мм.

Площа поперечного перерізу палі  $m^2$ , периметр палі  $m$ .  $A = 0.20 \times 0.20 = 0.04$   
 $u = 4 \times 0.20 = 0.8$

Знайдемо розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі МПа.  $R = 8.072$

Знаходимо значення коефіцієнта експлуатаційних умов ґрунту під нижнім торцем палі та по бічній поверхні.  $\gamma_{cr} = 1.0$ ,  $\gamma_{cf} = 1.0$

Для шару другого шару ґрунту – пластичного супіску, пронизаного палію, із середньою глибиною шару  $m$ , шляхом інтерполяції знаходимо розрахунковий опір по бічній поверхні палі, МПа.  $z_1 = 1.95f_1 = 0.0095$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару  $m$  за тією ж таблицею для пластичних супісків знаходимо. МПа.  $z_2 = 3.225f_2 = 0.012$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару  $m$ , для глини: МПа.  $z_3 = 4.175f_3 = 0.053$

Вантажопідйомність одиначної підвісної палі визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) = 1 \cdot [1 \cdot 8.072 \cdot 0.04 + 1 \cdot 0.8 \cdot (2 \cdot 0.0095 + 0.55 \cdot 0.012 + 1.35 \cdot 0.053)] = 0.4006 \text{ MN}$$

Дозволене розрахункове навантаження на палі ґрунту становитиме:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{0.401}{1.4} = 0.286 \text{ MN}$$

Визначимо необхідну кількість акумуляторів:

$$n = \gamma_k \cdot N / (F_{\text{д}} - \gamma a^2 d \gamma_m) = 1.4 \cdot 0.27 / (0.4006 - 1.0 \cdot 1^2 \cdot 0.95 \cdot 0.02) = 0.99 \text{ PPA} \text{ CA.}$$

Приймаємо штук за 1 погонний метр  $n = 1$

Товщина сітки по конструктивних міркуваннях 800 мм.

$$\text{Знайдемо вагу мангала: } M N G_3 = 0.025 \cdot 0.8 \cdot 0.77 \cdot 1 = 0.0154$$

Розрахуємо розрахункове значення наведених вище зовнішніх навантажень для першої групи граничних станів з урахуванням того, що коефіцієнт надійності навантаження:  $\gamma_f = 1.1$

$$G_{3II} = 1.1 \cdot 0.0154 = 0.0169 \text{ MN.}$$

Визначимо навантаження на палю:

$$N = (N_{0I} + G_{3II}) / n = (0.27 + 0.0169) / 1 = 0.284 \text{ Міннесота}$$

$N = 0.284 \text{ Міннесота} < kN$ . – Умова виконана, тому фундамент спроектований правильно. 0.286

Визначимо середній кут внутрішнього тертя ґрунту, який пронизує палю:

$$\alpha = \frac{\phi_{\text{IIcp}}}{4} = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{2.55 \cdot 8 + 1.35 \cdot 32}{2.55 + 1.35} \right) = 4.18^\circ$$

Знайдемо ширину умовного фундаменту:

$$b_y = 0.2 + 2 \cdot 4.05 \cdot \text{tg} 4.18^\circ = 0.77 \text{ м}$$

$$\text{Вага батареї: } M N G_1 = 0.0043$$

Маса ґрунту в об'ємі ABVG:

$$G_2 = 0.77 \cdot 2.55 \cdot 0.0196 + 0.2 \cdot 0.0191 \cdot 0.77 + 1.5 \cdot 0.77 \cdot 0.00985 = 0.155 \cdot 1.1 = 0.17 \text{ Міннесота}$$

Тиск під подошвою умовного фундаменту становитиме:

$$p_{\text{cp}} = \frac{0.221 + 0.0043 + 0.17 + 0.0169}{0.77 \cdot 1} = 0.535 \text{ МПа.}$$

Визначаємо середню питому вагу ґрунтів над подошвою умовного фундаменту:

$$\gamma'_{II} = \frac{1.3 \cdot 0.00985 + 0.2 \cdot 0.0191 + 2.95 \cdot 0.0196}{1.3 + 0.2 + 2.95} = 0.0167 \text{ МПа.}$$

Глибина закладення основи умовного фундаменту вказана від позначки підлоги в підвалі:

$$d_1 = 4.95 + 0.15 \cdot 0.022 / 0.0167 = 5.15 \text{ м.}$$

Знайдіть значення коефіцієнтів і  $\gamma_{c1} = 1.25$   $\gamma_{c2} = 1.05$

для  $d=32$  на  $M_y=1.34$ ;  $M_q=6.34$ ;  $M_S=8.55$ ;

Визначимо розрахункову міцність ґрунту основи під умовну основу:

$$R = \frac{1.25 \cdot 1.05}{1} \cdot (1.34 \cdot 1 \cdot 0.77 \cdot 0.00985 + 6.34 \cdot 5.15 \cdot 0.0167 + 8.55 \cdot 0.006) = 0.809 \text{ МПа.}$$

Виконується основна умова при розрахунку пальового фундаменту для другої групи граничних станів:

$$p_{cp} = 0.535 \text{ МПа} < \text{МПа, } R = 0.809$$

### 2.3.2. Визначення осідання пальового фундаменту в розрізі 1-1.

Визначимо ординати вертикальної діаграми напружень у ґрунті від дії власної ваги ґрунту та допоміжної діаграми:

$$\text{на поверхні землі: } \sigma_{zg} = 0 \quad 0.2 \cdot \sigma_{zg} = 0,$$

на рівні основи фундаменту:

$$\sigma_{zg0} = 3.5 \cdot 0.0196 + 0.2 \cdot 0.0191 + 1.3 \cdot 0.00985 = 0.085 \text{ МПа;}$$
$$0.2 \cdot \sigma_{zg0} = 0.017$$

на контакті третього і четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = 0.085 + 2.5 \cdot 0.00985 = 0.109 \text{ МПа; МПа; } 0.2 \cdot \sigma_{zg3} = 0.0218$$

на контакті четвертого і п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = 0.109 + 2 \cdot 0.01003 = 0.129 \text{ МПа, МПа; } 0.2 \cdot \sigma_{zg4} = 0.0258$$

на рівні появи ґрунтових вод

$$\sigma_{zgw} = 0.129 + 0.2 \cdot 0.0167 = 0.132 \text{ кПа; кПа } 0.2 \cdot \sigma_{zgw} = 0.0264$$

на підшві п'ятого шару:

$$\sigma_{zgs} = 0.132 + 5.8 * 0.0197 = 0.245 \text{ МПа}; \text{ МПа} \cdot 0.2 \cdot \sigma_{zgs} = 0.049$$

Значення, отримані по ординатах вертикальної діаграми напружень і допоміжної діаграми, переносяться в геологічний розріз:

Визначимо величину додаткового тиску вздовж основи фундаменту, яка дорівнює різниці між середнім тиском і вертикальними напруженнями від дії власної ваги ґрунту на рівні основи фундаменту.

$$p_0 = 0.535 - 0.085 = 0.45 \text{ МПа}$$

Щоб уникнути інтерполяції, ми визначаємо відношення. Тоді висота елементарного шару ґрунту:  $m \cdot \zeta = 0.8 h_i = 0.308$

Перевіряємо виконання умови:  $h_i \leq 0.4 \cdot b$

$$0.308 \leq 0.4 \cdot 0.77 = 0.308 \text{ м}$$

Умова виконана. Далі будемо додаткову діаграму напружень у стисливій товщині основи фундаменту, що розраховується. Подаємо розрахунки у вигляді

таблиці

Нижню межу стисливої товщини знаходимо в точці перетину допоміжної діаграми і додаткової діаграми напружень, оскільки для розрахунку осідання необхідно виконати умову. З рисунка видно, що ця точка перетину відповідає товщині стисливої товщі  $m \cdot \sigma_z \leq 0.2 \cdot \sigma_{zg} H_c = 10.24$

Розраховуємо осідання фундаменту без урахування різниці значень модуля загальної деформації ґрунту на межах шарів, враховуючи, що це припущення незначно вплине на кінцевий результат:

$$s = \frac{0.8 \cdot 0.308}{13} \cdot \left( \frac{0.45 + 0.396}{2} + \frac{0.396 + 0.289}{2} + \frac{0.289 + 0.215}{2} + \frac{0.215 + 0.168}{2} + \frac{0.168 + 0.138}{2} + \frac{0.138 + 0.116}{2} + \frac{0.116 + 0.1}{2} + \frac{0.1 + 0.088}{2} + \frac{0.088 + 0.079}{2} + \frac{0.8 \cdot 0.308}{22} \cdot \left( \frac{0.079 + 0.071}{2} + \frac{0.071 + 0.064}{2} + \frac{0.064 + 0.059}{2} + \frac{0.059 + 0.055}{2} + \frac{0.055 + 0.051}{2} + \frac{0.051 + 0.048}{2} \right) + \frac{0.8 * 0.308 * 18}{40} \cdot \frac{(0.048 + 0.048)}{2} \right) = 0.042 \text{ м} = 4.2 \text{ см}$$

Загальна осідання становитиме см, значення нижче максимально допустимого для даного типу конструкції, см.  $4.2s_u = 15$

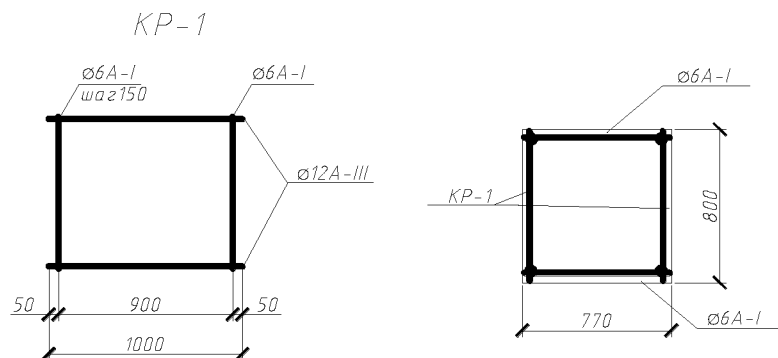
Конструктивно приймаємо армування сітки.

Прийняти  $2\varnothing 12 A400 A=2,26 \text{ см}^2$ .

Конструкційно приймаємо поперечну арматуру, якщо вона зварювана

$\varnothing 6 A240$  з кроком 150 мм.

Приймаємо індивідуальні прутки  $\varnothing 6 A240$  з кроком 150 мм  $l=750$  мм.



### 2.3.3. Розрахунок фундаменту в розділі 2-2.

Будівля має жорстку конструкцію із співвідношенням між довжиною відсіку та його висотою. Основа сітки конструктивно розташована на відмітці – 1050 м, висота сітки 800 мм. Матеріал сітки – бетон класу B25  $L/H = 3$

Для певних умов ґрунту ми проектуємо пал'ювий фундамент із збірних залізобетонних палі марки С4-20 довжиною м, розміром перерізу м і довжиною кінчика м. Палі забивають дизель-молотом.  $L = 40.20 \times 0.20l = 0.15$

Знаходимо вантажопідйомність одиначної підвісної палі, орієнтуючись на розрахункову схему і враховуючи, що глибина закладення палі в ростверк становить 100 мм.

Площа поперечного перерізу палі м<sup>2</sup>, периметр палі м.  $A = 0.20 \times 0.20 = 0.04$   
 $u = 4 \times 0.20 = 0.8$

Знайдемо розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі МПа.  $R = 8.072$



Знаходимо значення коефіцієнта експлуатаційних умов ґрунту під нижнім торцем палі та по бічній поверхні  $\gamma_{ex} = 1.0 \gamma_{df} = 1.0$

Для шару другого шару ґрунту – пластичного супіску, пронизаного палію, із середньою глибиною шару  $m$ , шляхом інтерполяції знаходимо розрахунковий опір по бічній поверхні палі, МПа.  $z_1 = 1.95 f_1 = 0.0095$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару  $m$  за тією ж таблицею для пластичних супісків знаходимо: МПа.  $z_2 = 3.225 f_2 = 0.012$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару  $m$ , для глини: МПа.  $z_3 = 4.175 f_3 = 0.053$

Несуча здатність одиночної підвісної палі аналогічна розрахунку фундаменту в розділі 1-1.

$$F_d = 0,4006 \text{ MN}$$

Допустимі розрахункові навантаження на палі в ґрунті, за формулою:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{0.401}{1.4} = 0.286 \text{ MN}$$

Визначимо необхідну кількість акумуляторів:

$$n = \gamma_k \cdot N / (F_d - \gamma_a^2 d \gamma_m) = 1.4 \cdot 0.059 / (0.4006 - 1.0 \cdot 1^2 \cdot 0.95 \cdot 0.02) = 0.22 \text{ PRA} \approx 0.22$$

Приймаємо шток за 1 погонний метр.  $n = 1$

Товщина сітки по конструктивних міркуваннях 800 мм.

$$\text{Знайдемо вагу мангала: } M \cdot G_3 = 0.025 \cdot 0.8 \cdot 0.64 \cdot 1 = 0.0128$$

Розрахуємо розрахункове значення наведених вище зовнішніх навантажень для першої групи граничних станів з урахуванням того, що коефіцієнт надійності навантаження:  $\gamma_f = 1.1$

$$G_{3II} = 1.1 \cdot 0.0128 = 0.01408 \text{ MN}$$

Визначимо навантаження на палю:

$$N = (N_{0I} + G_{3II}) / n = (0.059 + 0.01408) / 1 = 0.073 \text{ Міннесота}$$

$N = 0.073 \text{ Міннесота} < N$  – умова виконана, тому фундамент спроектований правильно. 0.286

Середній кут внутрішнього тертя ґрунтів, які пронизує наля, такий же, як і у фундаменту на ділянці 1-1:  $\alpha=4,18^\circ$

Знайдемо ширину умовного фундаменту:

$$b_y = 0.2 + 2 * 4.05 * \operatorname{tg}4.18^\circ = 0.77\text{м.}$$

Вага батареї:  $MN.G_1 = 0.0043$

Маса ґрунту в об'ємі ABVG:

$$G_2 = ((0.77 - 0.64) * 0.15 * 0.0196)/2 + ((0.77 - 0.64) * 0.1 * 0.0191)/2 + \\ + 0.77 * 2.55 * 0.0196 + 0.2 * 0.0191 * 0.77 + 1.5 * 0.77 * 0.00985 = \\ 0.1555 * 1.1 = 0.171\text{Міннесота}$$

Тиск під підлогою умовного фундаменту становитиме:

$$p_{cp} = \frac{0.0457 + 0.0043 + 0.171 + 0.01408}{0.77 - 1} = 0.297\text{МПа.}$$

Розрахунковий опір ґрунту основи під умовну основу фундаменту (значення коефіцієнтів див. розрахунок фундаменту в розділі 1-1):

$$R = \frac{1.25 * 1.05}{1} * (1.34 * 1 * 0.77 * 0.00985 + 6.34 * 5.15 * 0.0167 + 8.55 * 0.006) = 0.809\text{МПа.}$$

Виконується основна умова при розрахунку пальового фундаменту для другої групи граничних станів:

$$p_{cp} = 0.297\text{МПа} < \text{МПа} \cdot R = 0.809$$

### 2.3.4. Визначення осідання пальового фундаменту в розрізі 2-2.

Ординати епюри вертикальних напружень у ґрунті від дії власної ваги ґрунту та допоміжної епюри див. розрахунок фундаменту в розділі 1-1.  $0.2 \cdot \sigma_{zg}$

Значення, отримані по ординатах вертикальної діаграми напружень і допоміжної діаграми, переносяться в геологічний розріз:

Визначимо величину додаткового тиску вздовж основи фундаменту, яка дорівнює різниці між середнім тиском і вертикальними напруженнями від дії власної ваги ґрунту на рівні основи фундаменту:

$$p_0 = 0.297 - 0.085 = 0.212\text{МПа}$$

Щоб уникнути інтерполяції, ми визначимо відношення. Тоді висота елементарного шару ґрунту:  $m \cdot \zeta = 0.8h_i = 0.308$

Перевіряємо виконання умови:  $h_i < 0.4 \cdot b$

$$0.308 \leq 0.4 \cdot 0.77 = 0.308 \text{ м.}$$

Умова виконана. Далі будемо додати до додаткової діаграми напружень у стисливій товщині основи фундаменту, що розраховується. Подасмо розрахунки у вигляді таблиці

Нижню межу стисливої товщини знаходимо в точці перетину допоміжної діаграми і додаткової діаграми напружень, оскільки для розрахунку осідання необхідно виконати умову. З рисунка видно, що ця точка перетину відповідає товщині стисливої товщині  $m \cdot \sigma_z \leq 0.2 \cdot \sigma_{zg} H_c = 4.14$

Розраховуємо осідання фундаменту без урахування різниці значень модуля загальної деформації ґрунту на межах шарів, враховуючи, що це припущення незначно вплине на кінцевий результат:

$$s = \frac{0.8 \cdot 0.308}{13} \cdot \left( \frac{0.212 + 0.187}{2} + \frac{0.187 + 0.136}{2} + \frac{0.136 + 0.101}{2} + \frac{0.101 + 0.079}{2} + \frac{0.079 + 0.065}{2} + \frac{0.065 + 0.055}{2} + \frac{0.055 + 0.047}{2} + \frac{0.047 + 0.042}{2} + \frac{0.042 + 0.037}{2} \right) + \frac{0.8 \cdot 0.308}{22} \cdot \left( \frac{0.037 + 0.033}{2} + \frac{0.033 + 0.03}{2} + \frac{0.03 + 0.028}{2} + \frac{0.028 + 0.026}{2} + \frac{0.026 + 0.024}{2} + \frac{0.024 + 0.022}{2} \right) + \frac{0.8 \cdot 0.308 \cdot 18}{40} \left( \frac{0.022 + 0.022}{2} \right) = 0.0199 \text{ м} = 1.9 \text{ см.}$$

Загальна осідання становитиме см, значення нижче максимально допустимого для даного типу конструкції, см  $1.9 s_u = 15$

### 2.3.5. Розрахунок фундаменту колони в розрізі 3-3.

Будівля має жорстку конструкцію із співвідношенням між довжиною відсіку та його висотою. Основа сітки конструктивно розташована на висоті 2000 мм, висота сітки 800 мм. Матеріал сітки – бетон класу В25.  $L/H = 3$

Для певних умов ґрунту ми проектуємо пальовий фундамент із збірних залізобетонних палей марки С4-20 довжиною м, розміром перерізу м і довжиною кінчика м. Палі забивають дизель-молотом  $L = 40.20 \times 0.20l = 0.15$

Знаходимо вантажопідйомність одиначної підвісної палі, орієнтуючись на розрахункову схему і враховуючи, що глибина закладення палі в ростверк становить 100 мм.

Площа поперечного перерізу палі м<sup>2</sup>, периметр палі м  $A = 0.20 \times 0.20 = 0.04$  м  $= 4 \times 0.20 = 0.8$

Знаходимо, що розрахункова міцність ґрунту під нижнім торцем палі становить 7,87 МПа.

Знаходимо значення коефіцієнта експлуатаційних умов ґрунту під нижнім торцем палі та по бічній поверхні  $\gamma_{cr} = 1.0$   $\gamma_{cf} = 1.0$

Для шару другого шару ґрунту – пластичного супіску, пронизаного палію, із середньою глибиною шару м, шляхом інтерполяції знаходимо розрахунковий опір по бічній поверхні палі, МПа  $z_1 = 2.675f_1 = 0.01$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару м за тією ж таблицею для напівтвердої глини знаходимо: МПа  $z_2 = 4.5f_2 = 0.0545$

Для третього шару ґрунту із середньою глибиною шару м, для глини: МПа  $z_3 = 5.65f_3 = 0.0575$

Вантажопідйомність одиначної підвісної палі визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_{cr} (\gamma_{cr} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i n_i) = 1 \cdot [1 \cdot 7.87 \cdot 0.04 + 1 \cdot 0.8 \cdot (1.65 \cdot 0.01 + 2 \cdot 0.0545 + 0.3 \cdot 0.0575)] = 0.429 \text{ MN}$$

Дозволене розрахункове навантаження на палі ґрунту, згідно з формулою

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{0.429}{1.4} = 0.306 \text{ MN}$$

Визначимо необхідну кількість живців у куці за формулою:

$$n = \gamma_k \cdot N / F_d = 1.4 \cdot 0.216 / 0.429 = 0.7 \text{ ПРАЦА}$$

Ми приймаємо це конструктивно, щоб забезпечити стабільність ПК  $n = 4$

Товщина сітки по конструктивних міркуваннях 800 мм.

Знайдемо вагу мангала:  $MN \cdot G_p = 0.025 \cdot 0.8 \cdot 1.5 \cdot 1.5 = 0.045$

Вага скла  $G_c = 0.037$  МН;

Розрахуємо розрахункове значення наведених вище зовнішніх навантажень для першої групи граничних станів з урахуванням того, що коефіцієнт надійності навантаження:  $\gamma_f = 1.1$

$$G_{pII} = 1.1 \cdot 0.045 = 0.0495 \text{ МН}$$

$$G_{cII} = 1.1 \cdot 0.037 = 0.0407 \text{ МН}$$

Визначимо навантаження на палю за формулою:

$$N_{\min} = \frac{(N_{OI} + G_{pII} + G_{cII})}{n} - \frac{M_{xy}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} - \frac{M_{yx}}{\sum_{i=1}^n x_i^2} = \frac{(0.216 + 0.0495 + 0.0407)}{4} - \frac{0.051 \cdot 0.6}{4 \cdot 0.6^2} - \frac{0.036 \cdot 0.6}{4 \cdot 0.6^2} = 0.221 \text{ МН}$$

$$N_{\min} = \frac{(N_{OI} + G_{pII} + G_{cII})}{n} - \frac{M_{xy}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} - \frac{M_{yx}}{\sum_{i=1}^n x_i^2} = \frac{(0.216 + 0.0495 + 0.0407)}{4} - \frac{0.051 \cdot 0.6}{4 \cdot 0.6^2} - \frac{0.036 \cdot 0.6}{4 \cdot 0.6^2} = 0.149 \text{ МН}$$

$N_{\max} \text{ Міннесота} < \text{кН. } 0.306$

$N_{\min} \text{ Міннесота} < \text{кН.}$  – Умова виконана, тому фундамент спроектований правильно (0.306)

Визначимо середній кут внутрішнього тертя ґрунту, який пронизує палю:

$$\alpha = \frac{\phi_{\text{ср}}}{4} = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{1.6 \cdot 8 + 2.45 \cdot 32}{8 + 2.45} \right) = 2.18^\circ$$

Знайдемо ширину умовного фундаменту:

$$b_y = 1.2 + 0.2 + 2 \cdot 4.05 \cdot \tan 2.18^\circ = 1.72 \text{ м}$$

Вага батарей:  $MN \cdot G_1 = 0.0043 \cdot 4 = 0.0172$

Маса ґрунту в об'ємі АВVG:

$$G_2 = ((1.72 - 0.8) \cdot 0.15 \cdot 0.0196) / 2 + ((1.72 - 0.8) \cdot 0.1 \cdot 0.0196) / 2 + (1.72 - 1.5) \cdot 1.75 \cdot 0.0196 + 1.6 \cdot 1.72 \cdot 0.0196 + 0.2 \cdot 1.72 \cdot 0.0191 + 2.45 \cdot 1.72 \cdot 0.00985 = 0.112 \text{ Міннесота}$$

Тиск під підошвою умовного фундаменту становитиме:

$$p_{\max} = \frac{0.167 + 0.0172 + 0.0495 + 0.0407 + 0.112}{1.72 \cdot 1.72} + \frac{0.038 \cdot 6}{1.72 \cdot 1.72^2} + \frac{0.021 \cdot 6}{1.72 \cdot 1.72^2} = 0.20 \text{ МПа.}$$

$$\text{МПа. } p = \frac{0.167 + 0.0172 + 0.0495 + 0.0407 + 0.112}{1.72 \cdot 1.72} + \frac{0.038 \cdot 6}{1.72 \cdot 1.72^2} + \frac{0.021 \cdot 6}{1.72 \cdot 1.72^2 \text{ min}}$$

$$p_{\text{ср}} = \frac{0.167 + 0.0172 + 0.0495 + 0.0407 + 0.112}{1.72 \cdot 1.72} = 0.13 \text{ МПа.}$$

Визначаємо середню питому вагу ґрунтів над підошвою умовного фундаменту:

$$\gamma'_{II} = \frac{2.25 \cdot 0.00985 + 0.2 \cdot 0.0191 + 3.5 \cdot 0.0196}{2.25 + 0.2 + 3.5} = 0.0159 \text{ МПа.}$$

Глибина закладення основи умовного фундаменту вказана від позначки підлоги в підвалі:

$$d_1 = 5.9 + 0.15 \cdot 0.022 / 0.0159 = 6.11 \text{ м}$$

Знайдіть значення коефіцієнтів  $i$ .  $\gamma_{c1} = 1.25$ ,  $\gamma_{c2} = 1.05$

для  $\Pi=32$  за табл. 4.5  $\Gamma M \gamma = 1.34$ ;  $Mq = 6.34$ ;  $MS = 8.55$ ;

Визначимо розрахункову міцність ґрунту основи під умовну основу:

$$R = \frac{1.25 \cdot 1.05}{1} \cdot (1.34 \cdot 1 \cdot 1.72 \cdot 0.00985 + 6.34 \cdot 6.11 \cdot 0.0159 + 8.55 \cdot 0.006) = 0.9 \text{ МПа.}$$

Виконуються основні умови при розрахунку пальового фундаменту для другої групи граничних станів:

$$p_{\text{ср}} = 0.13 \text{ МПа} < \text{МПа. } R = 0.809$$

$$p_{\max} \text{ МПа} < \text{МПа. } 1.2R = 1.2 \cdot 0.809 = 0.97$$

$$p_{\min} \text{ МПа} > 0$$

### 2.3.6. Визначення осідання пальового фундаменту в розділі 3-3.

Визначаємо ординати вертикальної діаграми напружень у ґрунті від дії власної ваги ґрунту та допоміжної діаграми:  $0.2 \cdot \sigma_{zg}$

$$\text{на поверхні землі: } \sigma_{zg} = 0$$

на рівні основи фундаменту:

$$\sigma_{zg0} = 3.5 * 0.0196 + 0.2 * 0.0191 + 2.25 * 0.00985 = 0.095 \text{ МПа}; \text{МПа}; 0.2 \cdot \sigma_{zg0} = 0.019$$

на контакті третього і четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = 0.095 + 1.6 * 0.00985 = 0.112 \text{ МПа}; \text{МПа}; 0.2 \cdot \sigma_{zg3} = 0.0224$$

на контакті четвертого і п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = 0.112 + 2 * 0.01003 = 0.132 \text{ МПа}; \text{МПа}; 0.2 \cdot \sigma_{zg4} = 0.0264$$

на рівні появи ґрунтових вод

$$\sigma_{zgw} = 0.132 + 0.2 * 0.0167 = 0.135 \text{ МПа}; \text{кПа}; 0.2 \cdot \sigma_{zgw} = 0.027$$

на підшві п'ятого шару:

$$\sigma_{zg5} = 0.135 + 5.8 * 0.0197 = 0.249 \text{ МПа}; \text{МПа}; 0.2 \cdot \sigma_{zg5} = 0.0498$$

Значення, отримані по ординатах вертикальної діаграми напружень і допоміжної діаграми, переносяться в геологічний розріз:

Визначимо величину додаткового тиску вздовж основи фундаменту, яка дорівнює різниці між середнім тиском і вертикальними напруженнями від дії власної ваги ґрунту на рівні основи фундаменту:

$$p_0 = 0.13 - 0.095 = 0.035 \text{ МПа}$$

Щоб уникнути інтерполяції, ми визначаємо відношення. Тоді висота елементарного шару ґрунту:  $m \cdot \zeta = 0.4 h_i = 0.344$

Перевіряємо виконання умови:  $h_i < 0.4 \cdot b$

$$0.344 \leq 0.4 \cdot 1.72 = 0.688 \text{ м}$$

Умова виконана. Далі будемо додаткову діаграму напружень у стисливій товщині основи фундаменту, що розраховується. Подаємо розрахунки у вигляді таблиці.

Нижню межу стисливої товщини знаходимо в точці перетину допоміжної діаграми і додаткової діаграми напружень, оскільки для розрахунку осідання

необхідно виконати умову. З рисунка видно, що ця точка перетину відповідає товщині стисливої товщі  $m \cdot \sigma_z \leq 0.2 \cdot \sigma_{zg} / H_c = 1.017$

Розраховуємо осідання фундаменту без урахування різниці значень модуля загальної деформації ґрунту на межах шарів, враховуючи, що це припущення незначно вплине на кінцевий результат:

$$s = \frac{0.8 \cdot 0.344}{13} \cdot \left( \frac{0.035 + 0.034}{2} + \frac{0.034 + 0.028}{2} + \frac{0.028 + 0.021}{2} + \frac{0.021 + 0.016}{2} + \frac{0.016 + 0.012}{2} + \frac{0.012 + 0.009}{2} + \frac{0.009 + 0.007}{2} + \frac{0.007 + 0.006}{2} \right) + \frac{0.8 \cdot 0.344}{22} \cdot \left( \frac{0.006 + 0.005}{2} + \frac{0.005 + 0.004}{2} + \frac{0.004 + 0.003}{2} + \frac{0.003 + 0.003}{2} + \frac{0.003 + 0.002}{2} + \frac{0.002 + 0.002}{2} + \frac{0.002 + 0.001}{2} + 11 \cdot \frac{0.001 + 0.001}{2} \right) = 0.0034 \text{ м} = 0.34 \text{ см}$$

Загальна осідання становитиме см, значення нижче максимально допустимого для даного типу конструкції, см.  $0.34 s_u = 15$



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**3. Технологія та організація будівництва**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

### 3.1 Технологія будівництва

#### 3.1.1 Умови будівництва

Цільове призначення будівлі – ресторанно-розважальний комплекс.

#### 3.1.2 Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів

Вид роботи	Немає.	Найменування роботи та вартість
Розкопки	1	Зрізання рослинного шару екскаватором
	два	Попереднє планування території екскаватором
	3	Виїмка ґрунту в котловані одноковшевим екскаватором
	4	Планування схилів прямою лопатою екскаватора
	5	Остаточний макет
	6	Засипка ґрунту в котлован екскаватором
	7	Ущільнення ґрунту котками ДУ-39А з 7 проходками по колії
фундаменти	8	Пристрій для приготування бетону М100
	9	Будівництво скляних монолітних фундаментів під колони
	10	Влаштування стрічкових фундаментів під стіни
	одинадцять	Монтаж стінових блоків
	12	Бітумне покриття конструкцій
Будівельна конструкція	13	Установка стовпів 0,4т в фундамент
	14	Монтаж вітражу
	15	Цегляні стіни
	16	Монтаж перемичок 0,1т
	17	Монтаж плит до 20 м <sup>2</sup>
	18	Монтаж перекриттів до 20 м <sup>2</sup>
	19	Будівництво монолітних перекриттів

	20	Будівництво монолітних облицовальних вузлів
Дах	21	Пристрій для перекидання керамзиту (середня товщина 5 см)
	22	Монтаж цементної стяжки (товщина 2 см)
	23	Праймер з бітумною грунтовкою ТЕХНОКОЛЬ № 01 (витрата 0,25-0,35 л/всього 85,5 л, ціна за літр 150 руб.)
	24	Облаштування гідроізоляції покрівлі Техноеласт ЕШ (ціна 310 рублів за 2 м <sup>2</sup> )
	25	Теплоізоляційний пристрій з екструдованого пінополістиролу ТЕХНОКОЛЬ КАРБОН ПРОФ товщиною 190 см (загальний об'єм 54,15 м <sup>3</sup> , ціна за м <sup>2</sup> товщиною 50 см 387 руб., за м <sup>3</sup> - 7701,22 руб./м <sup>3</sup> )
	26	Укладання дренажної мембрани PLANTER geo ТЕХНОКОЛЬ (ціна за м <sup>2</sup> - 4 руб./м <sup>2</sup> )
	27	Укладання тротуарної плитки на дах (товщина 40 мм - ціна за м <sup>2</sup> - 732 руб.)
	28	Улаштування гідроізоляції покрівлі в рулоні Техноеласт БАР'ЄР (БО) виробництва ТехноКОЛЬ (242 руб./м <sup>2</sup> )
	29	Утеплювач з мінеральної вати Технорув Н проф товщиною 110 мм ТехноКОЛЬ (920 руб./м <sup>2</sup> )
	тридцять	Утеплювач з кам'яної вати Технорув Н проф Клин товщиною 50 мм (ціна 510 руб./м <sup>2</sup> )
Отвори	31	Утеплювач з мінеральної вати Технорув В Екстра товщиною 40 мм (505 руб./м <sup>2</sup> )
	32	Монтаж неоплавленого нижнього шару в двошаровій системі покрівлі ТехноФІКС (302 руб./м <sup>2</sup> )
	33	Монтаж не оплавленого верхнього шару Техноеласт Flame Stop (336 руб./м <sup>2</sup> )
	34	Монтаж віконних блоків та вітражів із пластикових профілів
	35	Монтаж внутрішніх блоків дерев'яних дверей
	36	Монтаж внутрішніх дверних блоків з ПВХ профілів
	37	Монтаж зовнішніх дверних блоків з ПВХ профілів
	38	Монтаж зовнішніх металевих дверних блоків
	39	Монтаж протипожежних дверних блоків
	40	Монтаж балконних дверних блоків з ПВХ профілів
Внутрішня	41	Підготовка підлоги поверхневим вібратором

42	Влаштування стяжки на ц/п розчин товщиною 57 мм
43	Улаштування керамогранітних підлог (750 руб/м <sup>2</sup> )
44	Укладання ламінату (1150 руб/м <sup>2</sup> )
45	Укладання лінолеуму (659 руб/м <sup>2</sup> )
46	Штукатурка стін цементним розчином
47	Фарбування стін емаллю
48	Грунтовка стін
49	Вирівнювання стін ц/п розчином
50	Облицювання стін керамічною плиткою
51	Декоративна силікатно-силіконова штукатурка для стін зі складом Ceresit (витрата 3 кг на 1 м <sup>2</sup> - ціна 148 рублів за кг, всього знадобиться 83157 кг суміші)
52	Фарбування штукатурних стін складами на водній основі (витрата 5-6 м <sup>2</sup> /л - 833 руб./л)
53	Монтаж підвісних стель з гіпсокартону
54	Штукатурка стель штукатурним складом Волма товщиною 10 мм (Витрата к при товщині шару 10 мм. 9,0 - 57 руб/кг, знадобиться 42930 кг)
55	Фарбування стель складами на водній основі
56	Теплоізоляція фасаду плитами ТЕХНОАС товщиною 110 мм
57	Фасадна декоративна штукатурка
58	Фарбування фасаду
59	Пристрій для приготування щебеню для відмоетки
60	Спорудження бетонного вимощення

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## 3.1.3 Підбір комплектів машин, механізмів і обладнання

Вибір вантажозахоплювальних пристроїв для виконання монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт

Необхідне обладнання заносимо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3

Перелік вимог до механізмів, обладнання, інвентарю та приладдя.

Номер позиції.	Найменування обладнання та інструменту	Бренд, нормативний документ	Сума	призначення
1	пуста	Промстальконструкція, Р9	1	Монтаж конструкцій
два	Слінг двоногий	Промстальконструкція, Р9	два	Монтаж конструкцій
3	Слінг на чотирьох лапах	Промстальконструкція, Р9	два	Монтаж конструкцій
4	Теодоліт	ГОСТ 10529-86	1	Кутові вимірювання
5	Рівень	ГОСТ 10528-76	1	Висотні вимірювання
6	Будівельний рівень	ГОСТ 9416 83	два	Примирення
	Зварювальний трансформатор	ST E-24, ST E-32	два	Зварювальні роботи
8	Компресор	СО - 7	1	Подача стисненого повітря

Підбір монтажних кранів за технічними параметрами

# НУБІП України

Крани підбираються за трьома технічними параметрами:  
вантажопідйомність  $Q^T$ , максимальна висота підйому гака  $H_k$  і максимальний  
виліт гака  $L_k$ .

Заносимо дані для вибору крана в таблицю. 3.4

### Особливості монтажу при виборі баштового крана

Стоянка крана	Назва елемента, яким маніпулюють	Маса елемента, т	Особливості підйомних пристроїв			Необхідні параметри крана			Марка та основні характеристики прийнятого крана	Прийняті параметри роботи крана		
			Вантажопідйомність, т	Довжина, м	Вага, т	Вантажопідйомність $Q^T$ , т	Важка атлетика $H_k$	Досяжність стріли $L_{стр}$		Висота підйому, м	Вантажопідйомність, т	Радіус списа, м
1	два	3	4	5	6	7	8	9	10	один адцят	12	13
1	Піддон з цеглою	2.83	5.0	1.5	0,0899	2,919	31.9	39	QTZ100 (6513,6)	35	8	41

Необхідна вантажопідйомність визначається за формулою:

$$Q^T = Q_{эл} + Q_{стр}$$

де  $Q_{эл}$  – найбільша маса зібраного елемента конструкції, т;

$Q_{стр}$  – маса швартовних пристроїв і встановленого на ньому обладнання (трапи, хомути), т або

$$Q = 2,83 + 0,0899 + 0 + 0 = 2,919 \text{ т}$$

Необхідна висота підйому гака баштового крана визначається за формулою:

$$H_{зр}^T = H_0 + h_1 + h_2 + h_3$$

де  $H_0$  – перевищення опори змонтованого елемента над рівнем стоянки крана (для кранів, встановлених на землі - верх головки рейки) або над рівнем, з

якого піднімається елемент (для кранів, встановлених у будівлі або структура), м;

$h_3$  – необхідний за умовами монтажу запас висоти для виведення конструкції на місце встановлення або переміщення її через раніше встановлені конструкції (не менше 0,5 м, а для перекриттів і місць перебування людей - не менше 2,3 м), м;

$h_e$  – висота елемента в установчому положенні, м;

$h_c$  – висота вантажозаклюповального пристрою (стропа) в робочому положенні від верху навісного елемента до низу така крана, м. Приймається за довідковими даними.

Максимально необхідний радіус стріли визначається виходячи з можливості установки найбільш віддаленого від осі крана елемента.

$$L_{стр}^{пр} = K/2 + b + c$$

де  $K$  - ширина підкранових колій, взята з довідкових даних, відповідно до заданого типу крана;

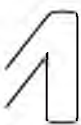
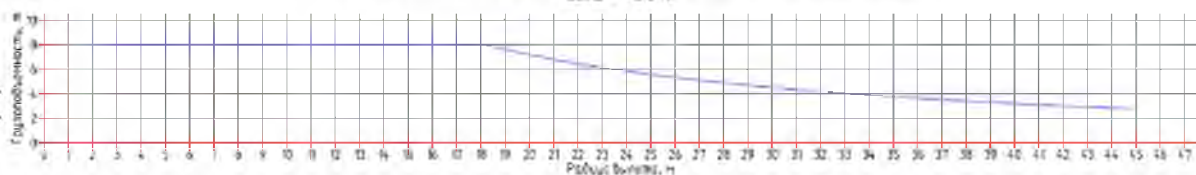
$b$  – відстань від підкранової колії до виступу найбільш виступаючої частини будівлі (балконів, вхідних конструкцій, карнизів, аркерів, козирків) або тимчасових будівельних пристроїв, розташованих на будівлі або поблизу неї (риштування, виносні майданчики, огороження навісів), м;

$c$  – відстань від центру ваги найбільш віддаленого від крана елемента до виступаючої частини будівлі з боку крана, м.

Відстань від осі повороту крана до найближчої виступаючої частини будівлі має бути на 0,7 м більше радіуса зазору нижньої частини крана і на 0,5 м більше радіуса зазору верхньої частини крана (розміри противаги стріли, кліренс кабіни крана тощо).

За технічними параметрами ми вибрали баштовий кран Liebherr 132EC-11B(132HC)ER tronic\litronic з такими характеристиками:

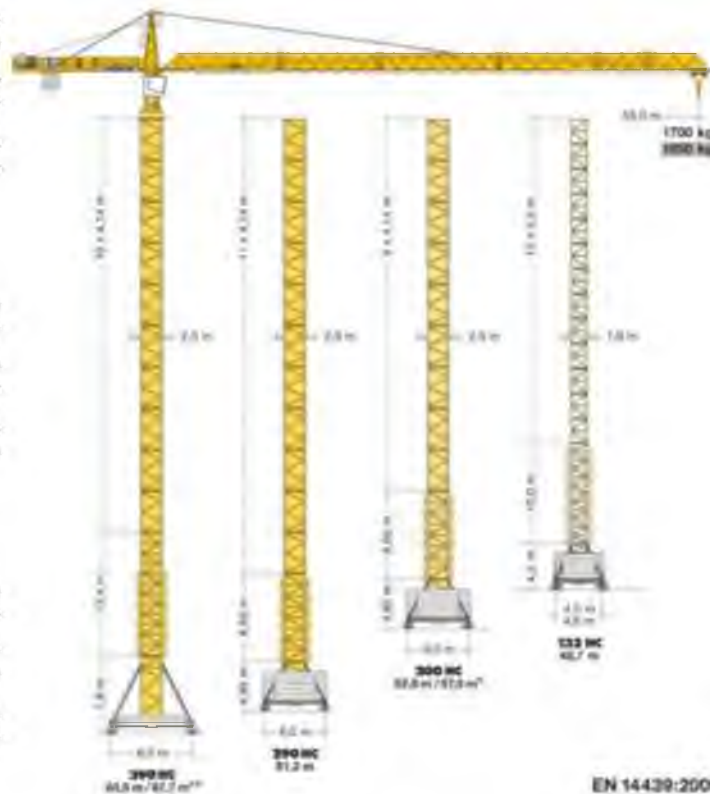
График грузоподъемности крана Liebherr 132EC-11B(132HC)ER tronic\litronic  
Lcra = 450 т



**Turmdrehkran** Tower Crane / Grue à tour / Gru a torre / Grue torre  
Guindaste de torre / Башенный поворотный кран

**132 EC-H 8 FR.tronic**

**132 EC-H 8 Litronic**



### 3.2 Розробка технологічної карти для монтажу на даху за допомогою системи

TN-ROOF Expert PIR і TN-ROOF Sidewalk

#### 3.2.1 Сфера застосування технологічної карти

Ця Технологічна карта розроблена для покрівель з використанням системи TN-ROOF Expert PIR та системи TN-ROOF Pavement.

Нормативні посилання.

При складанні даної Технологічної карти були використані наступні нормативні документи:

ГОСТ 24045-2010 Профілі листові сталеві гнуті з трапецієподібними гофрами будівельні.

ТУ МДС 29-13.2005 Методичні рекомендації щодо розробки та оформлення технологічної карти



СП 17.13330.2011 Покрівлі. Оновлена редакція СНиП II-26-76

СП 20.13330.2011 Навантаження та впливи. Оновлена редакція СНиП 2.01.07-

85\*

СП 30.13330.2012 Внутрішнє водопостачання та водовідведення будівель.

Оновлена редакція СНиП 2.04.01-85\*

СП 32.13330.2012 Стічні води. Зовнішні мережі та споруди. Оновлена редакція СНиП 2.04.03-85  
СП 50.13330.2012 Тепловий захист будівель. Оновлена редакція СНиП 23.02.2003

СП 54.13330.2011 Багатоквартирні житлові будинки. Оновлена редакція

СНиП 31.01.2003

СП 56.13330.2011 Будівлі промислові. Оновлена редакція СНиП 31-03-2001

СП 64.13330.2011 Конструкції дерев'яні. Оновлена редакція СНиП II-25-80

При складанні даної Технологічної карти була використана наступна довідкова література:

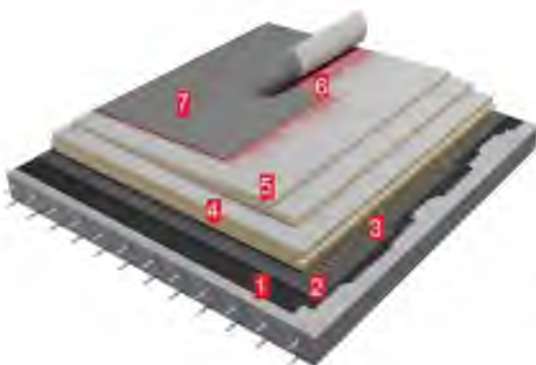
Інструкції з проектування та монтажу покрівлі з полімерних мембран від компанії ТехноНІКОЛЬ. Корпорація ТехноНІКОЛЬ. 5-е видання. 2016 рік

Інструкція з монтажу одношарової покрівлі з полімерної мембрани.

Корпорація ТехноНІКОЛЬ. 2016 рік.

### 3.2.2 Загальні положення

Конструкція системи TN-ROOF Expert PIR показана на рисунку 3.1.



- 1 – Праймер битумный ТЕХНОНИКОЛЬ №01
- 2 – Техноэласт ЭМП 5,5 \*
- 3 – Клеевой состав LOGICROOF Spray Клей-пена
- 4 – Плиты теплоизоляционные PIR CXM/CXM
- 5 – Плиты клиновидные PIR SLOPE CXM/CXM
- 6 – Клеевой состав LOGICROOF Spray Клей контактный\*\*
- 7 – Полимерная мембрана LOGICROOF V-GR FB\*\*\*

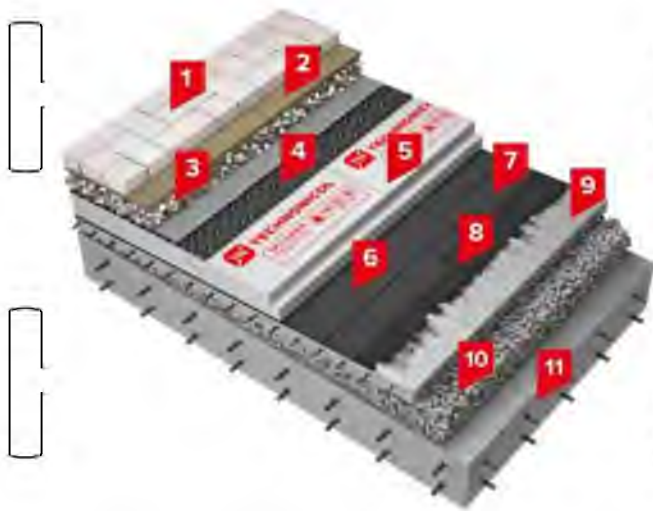
\* альтернативные материалы:  
– в случае реконструкции – старый кровельный ковер;

\*\* альтернативные материалы:  
– Клеевой состав LOGICROOF Bond;

\*\*\* альтернативные материалы:  
– Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP FB

Рис. 3.1. Конструкция системы TN-КРОВЛЯ Эксперт PIR

Конструкция тротуарной системы TN-ROOF показана на малюнку 3.2.



1	Тротуарная плитка
2	Цементно-песчаная смесь
3	Балласт (гравий фракцией 5-10 мм)
4	Дренажная мембрана PLANTER geo
5*	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF, СТО 72746455-3.3.1-2012
6**	Техноэласт ЭПП, СТО 72746455-3.1.11-2015
7***	Техноэласт ЭПП, СТО 72746455-3.1.11-2015
8	Праймер битумный ТЕХНОКОЛЬ № 01, ТУ 5775-011-17925162-2003
9	Армированная цементно-песчаная стяжка толщиной не менее 50 мм
10	Уклонообразующий слой из керамзитобетона
11	Железобетонное основание

Малюнок 3.2. Проектування системи покриття TN-ROOF

Для монтажу системи TN-ROOF Expert PIR використовується клейовий метод кріплення шарів обшивки (покрівлі) між собою. Перед початком монтажних робіт рекомендується провести тест на склеювання всіх компонентів покрівельної системи, щоб визначити витрату клею і забезпечити необхідну адгезію.

Система встановлюється при температурі не нижче «+» 5 °С

### 3.2.3. Використані матеріали.

Для створення пароізоляційного шару використовуються такі матеріали:

- бітумно-полімерний ламінований матеріал Техноеласт ЕМП 5,5 (ТУ 5774-003-00287852-99)\*;
- Праймер бітумний ТЕХНОКОЛЬ № 01 (ТУ 5775-011-17925162-2003)\*\*; \* альтернативні матеріали: при реконструкції пароізоляційним шаром може виступати старий килим з відновленою герметичністю; \*\* альтернативні матеріали: Праймер бітумно-емульсійний ТЕХНОКОЛЬ № 04 (ТУ 5775-006-72746455-2007).

Для виготовлення теплоізоляційного шару використовуються наступні матеріали:

- Теплоізоляційні плити на основі жорсткого пінополіізоціанурату ПІР СХМ/СХМ (СТО 72746455-3.8.1-2014);

Для приклеювання теплоізоляційних плит/до шару пароізоляції та між собою використовується клейовий склад LOGICROOF Spray Adhesive Foam 4.5. Для спорудження укосоутворюючого шару використовуються наступні

матеріали:  Для формування основних укосів і виїмок на горизонтальній основі комплект плит клиноподібної форми на основі жорсткого пінополіізоціанурату ПІР УКАЛ 1,7% СХМ/СХМ (СТО 72746455-3.8). 1-2014) використовується;

Для формування ухилу воронки в енві покрівлі, для виготовлення контрукосу від парапету комплект плит клиноподібної форми на основі жорсткого пінополіізоціанурату ПІР УКАЛ 3,4% та 8,3% СХМ/СХМ (СТО 72746455 - 3.8.1-2014);

Для приклеювання теплоізоляційних плит до шару пароізоляції та їх склеювання використовується клейовий склад LOGICROOF Spray Adhesive Foam.

4.4. Для покрівлі використовуються такі матеріали:

полімерна мембрана LOGICROOF V-GR FB (СТО 72746455-3.4.1-2013)\*;

Клейова композиція LOGICROOF Spray Contact adhesive\*\*;

Рідкий ПВХ ТЕХНОКОЛЬ;

Засіб для очищення ПВХ мембран ТЕХНОКОЛЬ. \* альтернативні матеріали: полімерна мембрана LOGICROOF V-RP FB (СТО 72746455-3.4.1-2013);

\*\* Клейовий склад LOGICROOF Bond для ручного нанесення.

Для з'єднання з'єднань використовуються такі матеріали:

полімерна мембрана LOGICROOF V-RP (СТО 72746455-3.4.1-2013);

полімерна мембрана LOGICROOF V-SR (СТО 72746455-3.4.1-2013).;

герметик поліуретановий ТЕХНОКОЛЬ;

мінераловатний утеплювач ТехноКОЛЬ;

кромка ТехноКОЛЬ;

діапазон тиску ТехноКОЛЬ;

Шайба;

Саморіз;

шпилька;

Гвинт для покриття з прокладкою EPDM;

Заклепка комбінована;  металевий обжимний затиск;  Диті ПВХ елементи;

DSP або ACL;

Профіль сталевий оцинкований.

Прийом та зберігання будівельних матеріалів

При прийманні покрівельних та інших будівельних матеріалів необхідно:  перевірити стан упаковки (тари), наявність ярликів (бірок, пакувальних листів), що дозволяють ідентифікувати матеріал, що надійшов;

- перевірити зовнішні пошкодження матеріалу;

перевірка цілісності партії будівельних матеріалів;

при необхідності вимагати у виробника сертифікат якості (його копію) на цю партію матеріалу.

Пакувальний лист із зазначенням назви матеріалу, фізико-механічних характеристик матеріалу, заводу-виробника, дати виготовлення та номера партії необхідно зберігати до завершення покрівельних робіт. Зберігання і транспортування клейових композицій здійснюються при температурі не нижче

«+» 5 °C

### 3.2.4. Технологія та організація праці.

Монтаж системи TN-ROOF Expert PIR здійснюється в наступному порядку і включає роботи з:

підготувати основу під пароізоляційний шар;

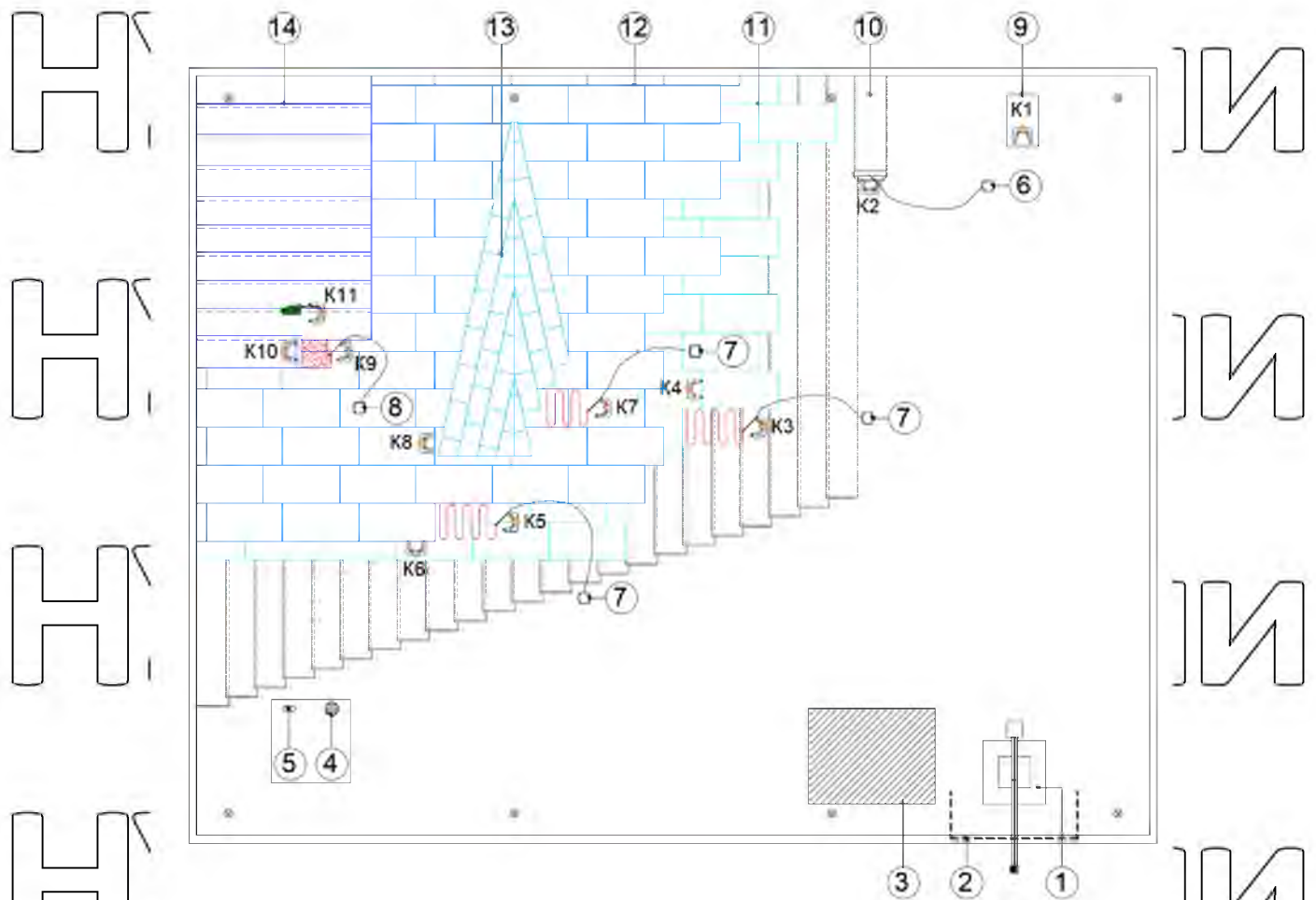
- монтаж пароізоляційного шару;

- монтаж нижнього теплоізоляційного шару;

- монтаж верхнього теплоізоляційного шару;

- влаштування укосотворюючого шару;

- монтаж покрівлі.



1 – кран кришевої; 2 – огороження кровлі; 3 – місце розгрузки матеріалів; 4 – ведро с водою; 5 – огнетушители; 6 – газовый баллон; 7 – баллон с клеевым составом; 8 – баллон с клеевым составом; 9 – подготовка поверхности основания под пароизоляционный слой; 10 – укладка пароизоляционных материалов; 11 – устройство нижнего слоя теплоизоляции; 12 – устройство верхнего слоя теплоизоляции; 13 – устройство уклонообразующего слоя; 14 – укладка полимерной мембраны; K1, K2, ... K11 – кровельщики

Рис. 3.2 Схема організації робочого місця

### 3.2.5. Підготовка та приймання несучої основи.

Приймання основи під пароізоляційний шар проводиться в такому порядку:

перевірка дотримання проектних ухилів;

- перевірити правильність основи;

перевірити правильність розташування компенсаційних швів у стяжках;

- перевірити чистоту поверхні (на поверхні основи не повинно бути бруду, сміття, льоду, снігу, калюж);

- перевірити вологість основи;

перевірити інші причини, які можуть спричинити пошкодження пароізоляційного матеріалу під час монтажу та експлуатації.

Вимоги до якості основи для укладання пароізоляційного шару, а також контрольовані параметри представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Вимоги до якості основи під укладання пароізоляційного шару

Немає.	Найменування показників	Цінності	Метод і засіб контролю	Контрольний час	Відповідальний за контроль
1	Міцність на стиск*, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менше	15 (150)	склерометр	Не менше 5 контрольних точок на 100 м <sup>2</sup>	Майстер будівництва, виконроб
два	Плановість	± 5 мм на 2 м довжини в будь-якому напрямку	За допомогою 3-метрової лінійки	Набравши достатньо сил	Майстер будівництва, виконроб
3	Масова вологість,%, не більше	4	Електронний вимірювач вологості бетону	Перед укладанням пароізоляційного матеріалу	Майстер будівництва, виконроб

Якщо на поверхні основи є цементне молоко, іржа та інші речовини нежирного походження, видаліть їх гідравлічним, механічним або комбінованим способом, потім промийте і висушіть основу.

Видалити жир з поверхні основи. При незначній глибині забруднення їх обробляють поверхнево-активними речовинами (ЩАР) і промивають; якщо забруднення глибше, масляну ділянку видаляють і замінюють новою бетонною сумішшю або закривають ремонтною сумішшю на полімерцементній основі.

Закрийте будь-які нерівності, отвори або тріщини в основі ремонтним складом на основі полімерцементу.

Очистіть основу від пилу, бруду та сміття.

Перевірте вологість основи.

Для забезпечення необхідного зчеплення зварюваних рулонних матеріалів з основою обробіть всю поверхню основи холодними ґрунтувальними складами (праймерами).

В якості ґрунтовки, що наноситься на сухі поверхні, використовують:

- Ґрунтовка ТЕХНОКОЛЬ № 01 вологістю не більше 4% по масі;

□ Грунтовка бітумно-емульсійна ТЕХНОКОЛЬ № 04 з вологістю основи до 8 мас. % (можливе застосування при температурі не нижче +5°C).

Грунтовку наносити в один шар пензлями, віниками або валиками. 5.1.10. Техноеласт ЕМП 5,5 наноситься після повного висихання підготовленої поверхні (на нанесеному на поверхню тампоні не повинно бути слідів грунтовки).

Не допускається проводити роботи з нанесення ґрунтувального складу одночасно з роботами з розплавлення гідроізоляції та іншими роботами з відкритим вогнем.

Якщо в якості основи використовується старий килим, необхідно зняти покриття і очистити його від пилу, бруду і сміття. Якщо від покрівельного килима відклеїлися фрагменти, їх необхідно видалити, наклавши на їх місце латку з матеріалу Техноеласт ЕМП 5,5.

При наявності вологи в старому ковровіні згідно з проектом визначається необхідність встановлення дахових аераторів або заміни ковровіні.

Монтаж пароізоляційного шару.

Необхідність пароізоляції, а також її вид і розташування визначаються проектним рішенням.

Перед укладанням пароізоляційних матеріалів необхідно розмітити поверхню основи для забезпечення рівномірності наклеювання рулонів, щоб уникнути зміщення рулонів по торцевих швах.

При необхідності призупинення робіт з укладання Техноеласт ЕМП 5,5 на термін більше 14 діб необхідно вжити заходів щодо захисту укладеного матеріалу від впливу УФ-променів.

Зробити це можна за допомогою листів плоского шиферу або ЦБПБ, геотекстилю вагою 300 г/м<sup>2</sup> та інших матеріалів, які забезпечують надійний захист від сонячного випромінювання і не призводять до руйнування бітумно-полімерного матеріалу.

Перед безпосереднім монтажем розкладіть рулони пароізоляційних матеріалів на горизонтальній поверхні, щоб панель була рівною і лежала рівно.

Відкрийте ролики, розмістивши їх в одному напрямку.

Склеювання зварюваного рулонного матеріалу здійснюється в процесі сплавлення нижньої частини панелі полум'ям пальника і одночасного нагрівання

поверхні попередньо укладеної основи або шару, розгортання рулону і притискання його до основи.

Розігрів здійснюється плавними рухами конфорки для рівномірного прогрівання укладеного матеріалу і поверхні основи (раніше покладеного шару). Це забезпечить постійну адгезію матеріалу та уникне нерозплавлених ділянок.

Деформація індикаторного малюнка на плівці, нанесеній на нижню частину листа матеріалу, при її оплавленні полум'ям пальника свідчить про ступінь нагріву бітумно-полімерного в'язучого і готовність матеріалу до склеювання.

Для якісного приклеювання матеріалу до основи або до попередньо покладеного шару необхідно домогтися утворення невеликого валика бітумно-полімерного в'язучого в місці контакту матеріалу з поверхнею (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Литий бітумно-полімерний зв'язувальний рулон

Ознакою достатнього прогрівання матеріалу є затікання бітумно-полімерного в'язучого під бічну кромку матеріалу на 5-10 мм, що забезпечує герметичність нахлеста.

При монтажі пароізоляційного шару слід забезпечити нахлест сусідніх панелей не менше 100 мм (бічний нахлест). Кінцевий нахлест рулонів повинен становити 150 мм (рис. 5.3).

Для підвищення надійності і герметичності кінцевого перекриття кут панелі матеріалу, що знаходиться на перекритті, зрізають знизу (рис. 3.3).

Торцеві нахлести сусідніх панелей матеріалу повинні бути зміщені один відносно одного не менше ніж на 300 мм.



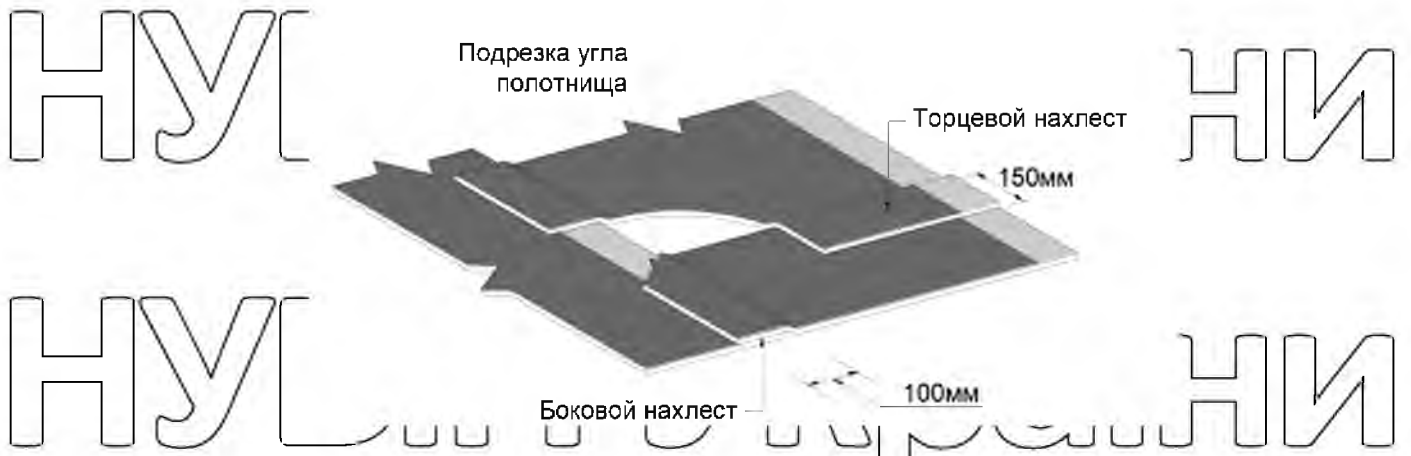


Рис. 3.3 Накладки на панели з ламінованого матеріалу

Вертикальні поверхні утеплених конструкцій (стіни, парапети, вентиляційні шахти тощо) необхідно прогрунтувати бітумною ґрунтовкою по всій поверхні на висоту шару пароізоляції. При монтажі пароізоляційних матеріалів необхідно уникати можливості механічних та інших пошкоджень. Пошкоджену ділянку необхідно відремонтувати, наклеївши латку з пароізоляційного матеріалу.

Пластик повинен мати закруглені краї і закривати пошкоджену плівку на 100 мм у всіх напрямках. Пароізоляційний матеріал необхідно наклеювати на всі вертикальні поверхні, виходячи на висоту, що дорівнює товщині теплоізоляційного шару, включаючи клиноподібну теплоізоляцію. У місцях

примикання до вертикальних поверхонь стін житлових і виробничих будівель пароізоляційні бар'єри рекомендується встановлювати вище теплоізоляційного шару.

### Конструкція теплоізоляційного шару.

Для створення теплоізоляційного шару використовуються теплоізоляційні плити на основі жорсткого пінополіізоціанурату (PIR), ламінованого скловолокном.

Теплоізоляційні плити кріпляться клейовим методом за допомогою клейового складу LOGICROOF SPRAY Adhesive Foam. Клей-спрей LOGICROOF поставляються в контейнерах під тиском і наносяться за допомогою розпилювача.

Балони і пістолет з'єднуються за допомогою спеціальних шлангів. Перед нанесенням клею поверхню необхідно очистити від пилу, бруду та сміття. Клей-піна наноситься смугами, оптимальна відстань між смугами 300 мм (рис. 3.4). На дахах з великим ухилом (більше 10%) відстань між смугами не повинно бути більше 200 мм. Приблизно через 10 хвилин після нанесення клею, коли процес

підйому та стабілізації піни завершено, можна починати укладання PIR плит.

Теплоізоляційні плити PIR укладаються з легким натиском. При укладанні необхідно забезпечити рівномірність верхньої площини теплоізоляційного шару (рис. 3.5).



Рис. 3.4, 3.5 Нанесення клейового складу LOGICROOF SPRAY Adhesive Foam  
Склеювання PIR пластин

Одношарові теплоізоляційні плити укладають із зміщенням у сусідніх рядах, що дорівнює половині їх довжини (рис. 3.6). Шви між теплоізоляційними плитами розміром більше 5 мм необхідно заповнити теплоізоляційним матеріалом або пінополіуретаном.

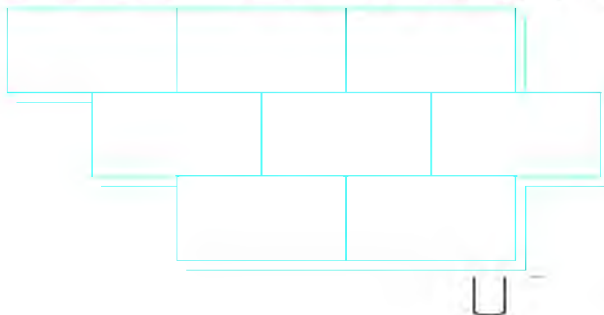


Рис. 3.6 Зміщення плит під час монтажу

При влаштуванні теплоізоляційного шару з двох і більше шарів шви між плитами повинні бути рознесені, забезпечуючи щільне прилягання плит один до одного (рис. 3.7).

Стики у верхньому шарі теплоізоляційних плит повинні бути розміщені зі зміщенням не менше 200 мм по відношенню до стиків у нижньому шарі. Шви між теплоізоляційними плитами розміром більше 5 мм необхідно заповнити теплоізоляційним матеріалом або пінополіуретаном. Після наклеювання кожного шару PIR-плит, перш ніж приступати до монтажу наступного шару, необхідно почекати від 3 до 5 годин, щоб клейка піна набрала початкову міцність. Поки клейка піна набуває стійкості або під час перерв у монтажі, теплоізоляційні плити

PIR необхідно захистити від можливих опадів поліетиленовою плівкою.

Забороняється мочити плити PIR, оскільки це може призвести до відшарування ламінованого скловолокна та зниження міцності зчеплення з полімерною мембраною.

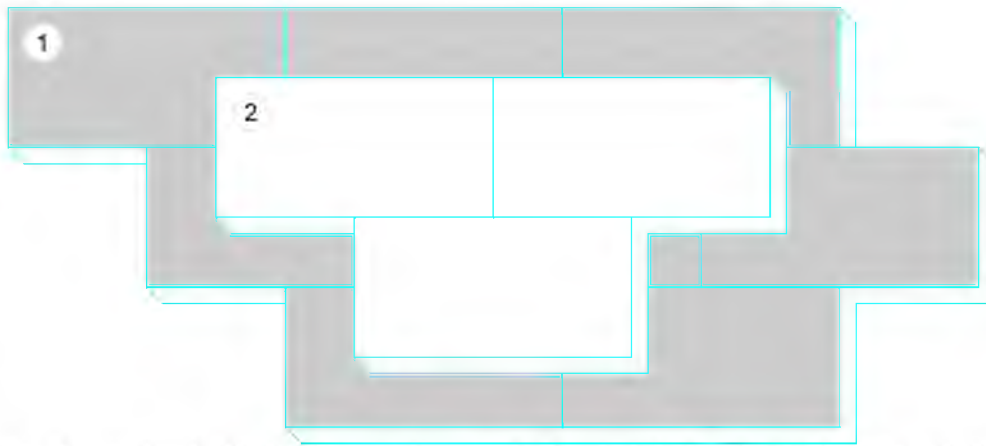


Рис. 3.7 Зміщення плит верхнього і нижнього шарів при монтажі. 1 – нижній шар плит; 2 – верхній шар плит

Будівництво схилотворюючого шару. При відсутності основного ската на покрівлі, обумовленого несучими конструкціями та основою з профільованих листів, для формування основних скатів і ендів на горизонтальній основі використовується монтаж на основі жорсткого пінополізоціанурату ПІР ЕКАТ з ухилом 1,7%, складається з елементів «А» і «В» (рис. 5.8), а також додаткових елементів «С».

В якості додаткової плити при формуванні укосу з плит ПІР УКАТ 1,7% використовуються плити на основі жорсткого пінополізоціанурату ПІР товщиною 40 мм, які можна укласти як під клинову плиту, так і на неї.

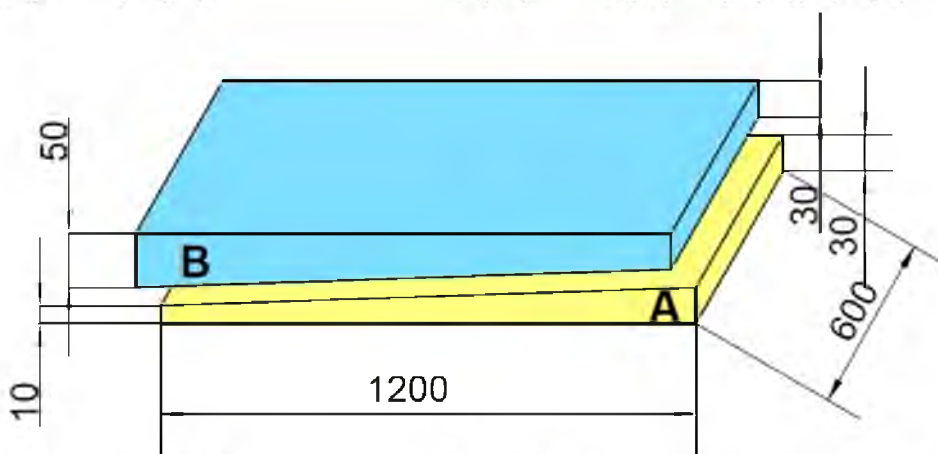


Рис. 3.8 Клиноподібна теплоізоляційна плита набір PIR НАХИЛ 1,7%

Клиноподібний теплоізоляційний шар завжди починають монтувати з найнижчої точки даху: від воронки або ендови, карниза або парапету. Приклад улаштування плит для зведення основного укосу наведено на рис. 3.9.

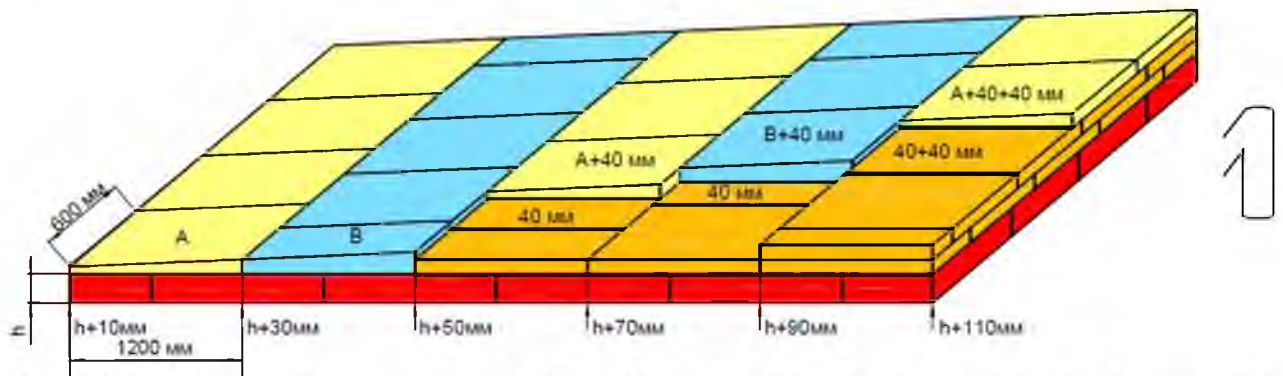


Рис. 3.9 Приклад створення основного укосу за допомогою плит ПІР УХІЛ 1,7%

Похилі плити з клиноподібної теплоізоляції ТехноКОЛЬ не варто розглядати як повноцінну альтернативу теплоізоляційного шару. При використанні клиноподібних теплоізоляційних плит ПІР УКАЛ 1,7% для формування основного смиду покрівлі товщина основного теплоізоляційного шару може бути зменшена лише на початкову товщину плит «А» рівну 10 мм. Для формування ухилу воронки в ендові, для виготовлення зустрічного ухилу від парапету використовується комплект плит на основі жорсткого пінополіізоціанурату з ухилом 3,4% або 8,3%, PIR УХІЛ 3,4% (плити «J» і «K») (рис. 5.10).

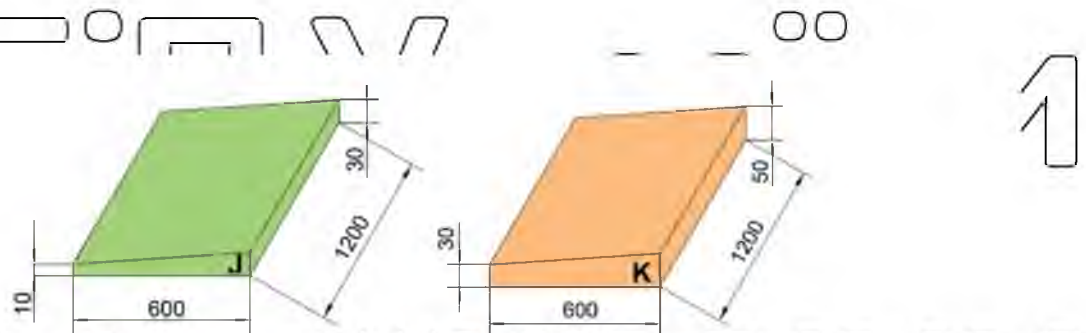


Рис. 3.10 Комплект плит ПІР УХІЛ 3,4% і 8,3%

Приклад улаштування плит з ухилом у бік воронки наведено на рис. 3.11.

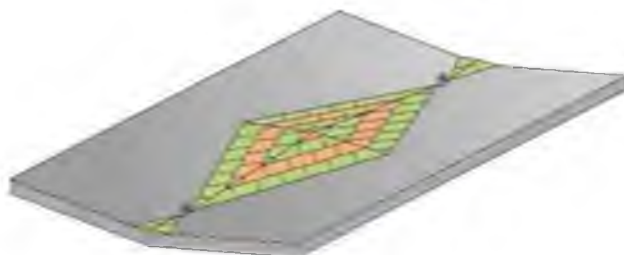


Рис. 3.11 Приклад розкладки плити при створенні ухилу між воронками

При влаштуванні укосу між донними воронками плити необхідно укладати від краю «ромба» до центру. Плити кладуть паралельно сторонам «ромба».

Висота схилу збільшується до центру «ромба», що досягається поступовим збільшенням товщини плит відповідних клиноподібних теплоізоляційних вузлів.

Кожна кімната збирається окремо, а потім плити розрізаються на місце. Першим розміщується ряд плит «J», а потім плити «K». Далі, при необхідності (в залежності від розміру ромба), необхідно укласти додаткову плиту з жорсткого пінопіліурату товщиною 40 мм або 80 мм і повторити розташування плит: ряд плит «J», далі розміщені плити «K» (рис. 3.12). Співвідношення між довгою діагоналлю ромба та короткою діагоналлю має бути не менше 5:1 ( $b/a \leq 5$ ).

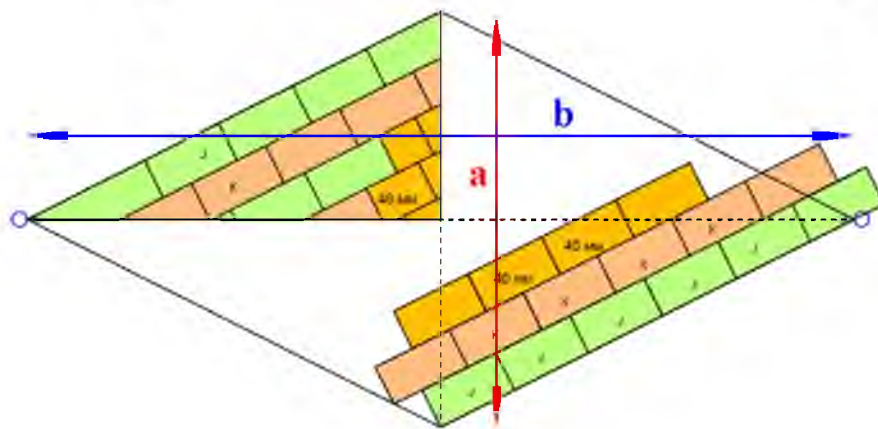


Рис. 3.12 Схема укладання плит PIR УХИЛ 3,4% при створенні ухилу між лійками в уловині

У додатку 2 наведено приклади варіантів комбінування клиноподібних теплоізоляційних плит із специфікацією елементів на різних відстанях воронки. Для створення контрукхилу для відводу води від парапетів, світлових вікон та інших конструкцій даху необхідно застосовувати клиноподібну теплоізоляцію з комплекту плит ПІР УКАЛ 3,4% або 8,3% (рис. 3.13).

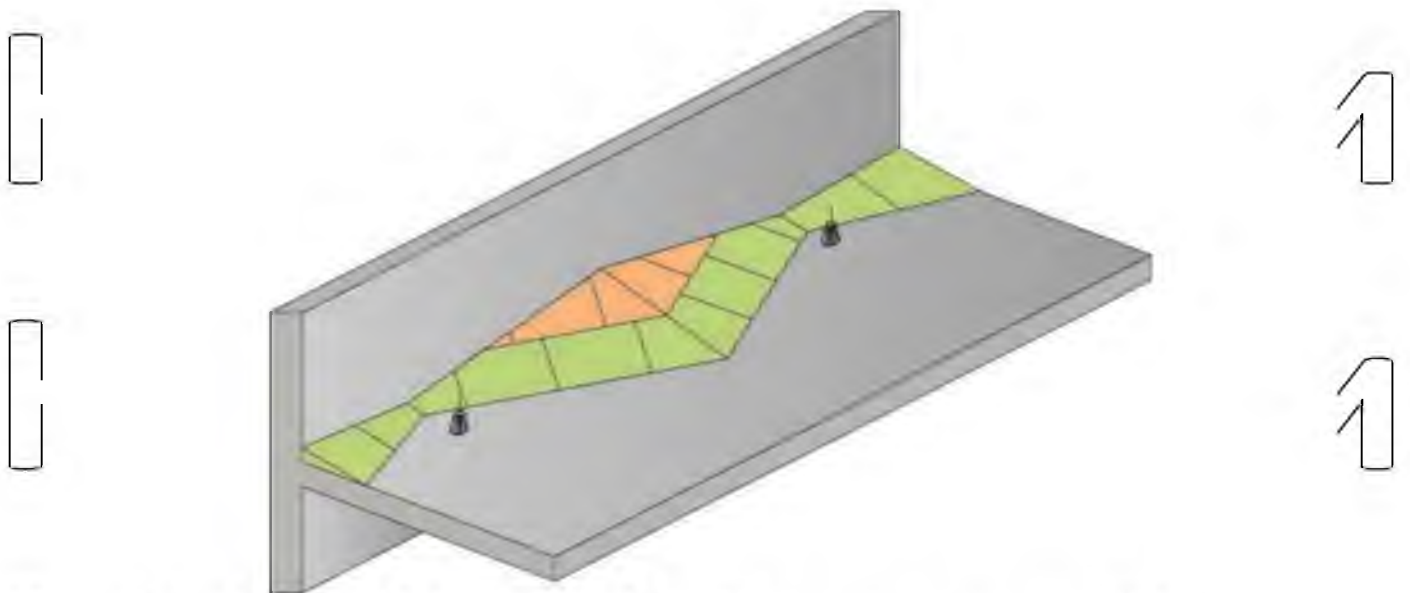


Рис. 3.13 Схема укладання плит PIR УХИЛ 3,4% та 8,3% при влаштуванні конгреску в зоні парапету

Приклеювання клиноподібних плит здійснюється аналогічно приклеюванню теплоізоляційних плит PIR (див. 3.3.2 – 3.3.5).

Монтаж килимового покриття в основній зоні даху. Розміщення матеріалів слід починати з низьких місць, таких як водоприймальні лійки і карнизи. У процесі влаштування покрівлі необхідно забезпечити бічний і кінцевий нахлест панелей не менше 80 мм. Рулони полімерної мембрани необхідно укласти зі зміщенням торцевих нахлестів не менше ніж на 300 мм (рис. 5.14).

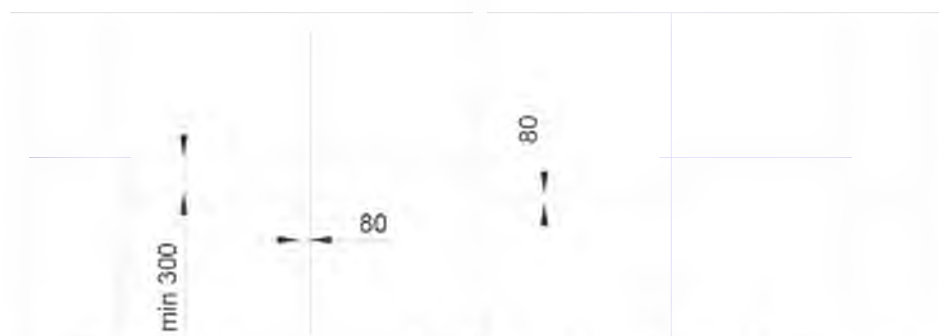


Рис. 3.14 Варіанти розташування ролонів полімерних мембран

Для створення гідроізоляційного шару використовуються полімерні мембрани з флісовою підкладкою LOGICROOF V-GR FB і LOGICROOF V-RP FB. Забороняється клеїти мембрану LOGICROOF V-RP без флісу при влаштуванні гідроізоляційного шару в основній площі покрівлі! Приклеювання полімерної мембрани LOGICROOF V-GR FB здійснюється через 3-5 годин після нанесення теплоізоляційного шару. При наклеюванні полімерної мембрани

клеєвим складом LOGICROOF Spray контактний клейовий склад наноситься на поверхню теплоізоляційних плит за допомогою спеціального клейового пістолета (рис. 3.15). У разі нанесення клейового складу тільки на поверхню плит (одностороннє нанесення) мембрану прокочують по площі з нанесеним клеєм (рис. 3.16). При двосторонньому нанесенні клейовий склад також наноситься на флісову підкладку мембрани, після чого мембрана прокочується в зону з нанесенням клею на поверхню теплоізоляційного шару (рис. 3.17).



Рис. 3.15 Нанесення клейової композиції LOGICROOF Spray Contact adhesive

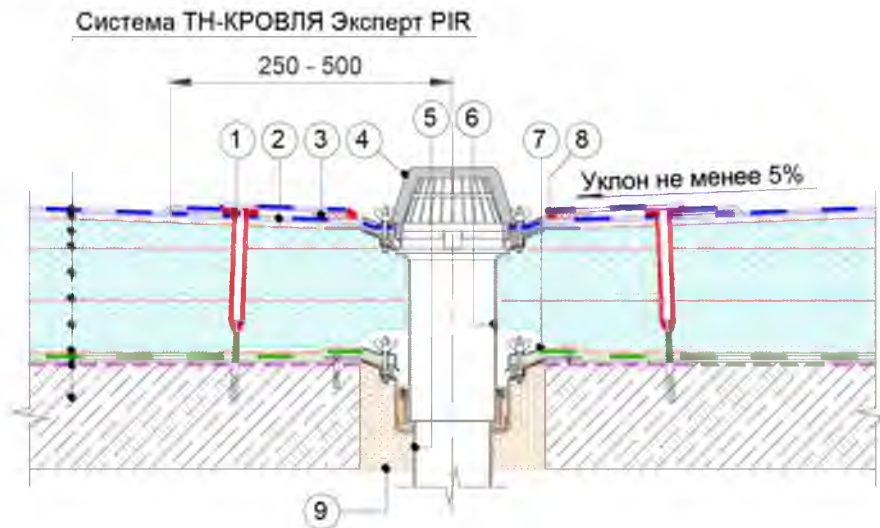
Рис. 3.16 Укладання мембрани з одностороннім нанесенням клейового складу

### Пристрій підключення.

Вхідна воронка для води.

Воронка внутрішнього водостоку кріпиться до опорної основи даху за допомогою саморізів. Пароізоляційний матеріал укладається в смістість бункера після установки в проектне положення, після чого притискний фланець притягується до смісті гвинтами (рис. 3.19).

У місцях проходу внутрішніх дренажних ліжок через дах передбачте опускання основи під гідроізоляційний мат на 15-20 мм в радіусі 0,5-1,0 м від центру ліжки. Поверх утеплювача укладається фартух з полімерної мембрани ТехноНІКОЛЬ розміром 1000x1000 мм, який укладається в чашу подовжувального елемента і фіксується притискним фланцем. Фартух кріпиться по всьому периметру до основи за допомогою телескопічних кріплень (9 шт.). До фартуху приварюють шари основного покрівельного килима (рис. 3.19), після чого відразу після зварювання торці мембрани необхідно обробити рідким ПВХ ТехноНІКОЛЬ.



1 – телескопічні килимові кріплення ТехноКОЛЬ; 2 – Фартух 1000 мм x 1000 мм з полімерної мембрани LOGICROOF V-RP; 3 – 30 мм зварювальний валик; 4 – листовловлювач; 5 – водозбірна воронка ТехноКОЛЬ; 6 – висувний елемент; 7 – компресійний фланець; 8 – обробити шви рідким ПВХ; 9 – пінополіуретан

Рис. 3.19 Вхід води

### 3.2.6. Охорона праці.

#### Загальні положення.

Роботи з монтажу плоских покрівель повинні проводитися відповідно до вимог:

- СНиП 12-03-2001 «Охорона праці в будівництві. Частина 1. Загальні вимоги»;
- СНиП 12-04-2002 «Охорона праці в будівництві. Частина 2. Будівельне виробництво»;

□ Правила пожежної безпеки в Російській Федерації, затверджені Постановою Уряду Російської Федерації від 25 квітня 2012 року № 390;

- ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги»;
- ГОСТ 12.4.011-89 «ССБТ. Засоби захисту працівників. Загальні вимоги та класифікація».

До робіт з монтажу та ремонту покрівлі допускаються чоловіки не молодше 21 року, які пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до вимог Міністерства охорони здоров'я і соціального розвитку Російської Федерації; професійна кваліфікація; вступний інструктаж з охорони праці, пожежної та електробезпеки; мати ліцензію.



Про проведення інструктажу робиться відмітка в спеціальному щоденнику з підписом осіб, які інструктуються. Облік повинен вести відповідальний за роботу на об'єкті або в будівельній (ремонтній) організації.

Особи, які виконують роботи зі спеціальним обладнанням, повинні безвідмовно пройти навчання за мінімальними пожежно-технічними програмами та здати заліки (іспити).

Під час виконання робіт з монтажу покрівлі стороннім особам заборонено перебувати в зоні проведення робіт.

Роботи з нанесення всіх шарів покриття необхідно проводити тільки з використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до «Галузевих норм безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників будівельних робіт, будівельно-монтажні та ремонтні роботи.», пункт 26. Робочий і домашній одяг повинні зберігатися в окремих шафах.

Перед початком роботи столяр повинен одягнути спецодяг і перевірити його справність. Взуття має бути неслизьким. Запобіжні пристрої (пояси, канати, пішоходні містки, переносні драбини тощо) повинні бути своєчасно перевірені та протестовані.

Допуск робітників до виконання покрівельних робіт допускається після огляду майстром або майстром спільно з майстром основи, парапету та визначення при необхідності місць і способів надійного кріплення запобіжних пристроїв покрівлі.

Від майстра або керівника будівництва необхідно отримати вказівки щодо безпечних способів, прийомів і послідовності виконання майбутніх робіт.

Перед початком роботи столяру необхідно підготувати робоче місце, прибрати непотрібні матеріали, очистити всі проходи від сміття і бруду.

Переконайтеся, що риштування та риштування надійно закріплені, а на плоскому даху встановлено тимчасове огороження. Переконайтеся, що робоча зона в нижній частині будівлі огорожена парканом і закріпіть усі матеріали на даху.

### **Вимоги безпеки під час роботи з підйомними кранами.**

Легкі крани - К-1М, КБК-2 та інші, що застосовуються для подачі матеріалів при влаштуванні покрівель, встановлюються і експлуатуються відповідно до інструкції заводу-виробника (паспорта) та інструкції з охорони

праці для машиніста дахового крана. Працівники, які обслуговують крани, повинні бути атестовані на знання конструкції та безпечної експлуатації кранів, а також пройти інструктаж з техніки безпеки для пускових установок, які обслуговують підйомні машини, керовані з кабіни або пульта управління.

Робітники (покрівельники), залучені до вантажно-розвантажувальних робіт, повинні пройти інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки згідно з

вимогами ДСТУ 12.3.009-76 «Вантажно-розвантажувальні роботи». Інженери, майстри, керівники будівельних робіт відповідно до професійних обов'язків повинні пройти перевірку знань вимог охорони праці, знати технологічний процес, пристрій і роботу підйомно-транспортного устаткування, пожежну безпеку і виробничу санітарію. Особи, допущені до самостійної роботи

(вантажники, теслі, машиністи), повинні бути навчені та атестовані на знання безпечної праці та профінструктовані з усіх видів робіт, що виконуються. Роботи з переміщення вантажів на висоту повинні проводитися під керівництвом керівника робіт (майстра), атестованого відповідно до статті 7.4.7 «Правил безпеки на небезпечних виробничих об'єктах з використанням підйомних споруд». Матеріали можна піднімати тільки механічними засобами. При підйомі

укривні матеріали повинні бути укладені в спеціальні контейнери для запобігання їх падінню. Приймальна площадка покрівлі по всьому периметру повинна мати міцну огорожу висотою 1,1 м зі стороною не менше 150 мм. Риштування, риштування та інші засоби риштування повинні бути проінвентаризовані та виготовлені за типовими проектами. Машиніст дахового крана повинен

перевіряти правильність і повноту завантаження противаги і знати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що впливають на працівника. Це такі фактори, як ризик отримання травми, можливість ураження електричним струмом, падіння висоти вантажу, що піднімається, та інші фактори. Машиніст дахового крана забезпечується спецодягом, захисним взуттям та засобами індивідуального захисту.

Перед початком роботи машиніст дахового крану повинен перевірити:

- освітлення;

технічне обслуговування крана;

надійність кріплення всіх елементів конструкції;

заземлення відповідно до «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)»;

горизонтальна установка крана;

наявність огорож у робочій зоні крана;

- простота обслуговування пульта управління;
- зручність обслуговування вантажозахоплювального пристрою, гака, контейнер і кабелі;
- простота обслуговування обмежувача висоти підйому гака;

- правильність і цілісність завантаження противаги для запобігання перекидання крана;
- наявність схем кріплення вантажу.

Кран повинен бути встановлений таким чином, щоб вантаж під час підйому не міг зачепитися за виступаючі частини будівлі. Після монтажу кран повинен пройти динамічні випробування перевантаженням 10 % і статичні випробування перевантаженням 25 %, про що складається відповідний акт. Підйом і опускання вантажів здійснюється тільки у вертикальному положенні, без підтягування і струшування. Необхідно запобігти обертанню та хитаючому піднятого вантажу.

Робота дахового крана повинна бути припинена при відсутності або несправності кришки панелі керування та наявності доступу до струмоведучих частин електрообладнання, при появі шуму, стуку, запаху гару, раптових ривків і поштовхів, а також при несправній обмежувач висоти підйому гака, несправне електрообладнання, гальма, зарядний кабель, контейнери, недостатня вага противаги. Якщо під час підйому вантажу вимикається подача електроенергії, необхідно обережно й обережно опустити вантаж, використовуючи стоянкове гальмо. Не гальмуйте різко, так як це може зламати опору, на якій встановлений блок. Після закінчення роботи водій повинен опустити вантажно-розвантажувальні пристрої та тару. Вимкнути електроживлення крана та замкнути шафу пульта керування, оглянути всі вузли крана, знімні підйомні пристрої та ємності та повідомити про виявлені недоліки особі, відповідальній за роботу, або особі, відповідальній за справний стан крана.

### 3.2.7. Потреба в матеріально-технічних ресурсах.

№	Найменування машин, механізмів і обладнання	Тип, марка, ГОСТ	Технічні характеристики	призначення	Кількість в одиниці (бригаді)
1	Автоматичне зварювальне обладнання	Лейстер ВарімаТ або Герц Ларон	230В - 4600Вт; 380 В - 5700 Вт	Зварювання загальних швів полімерної мембрани	1 одиниця.

2	Напівавтоматичне зварювальне обладнання	Leister Triac Drive		Зварювання швів полімерних мембран на горизонтальних, вертикальних і похилих поверхнях з ухилом покрівлі більше 30°	1 одиниця.
3	Ручне зварювальне обладнання	Лейстер Триак С Leister Triac PID Герц Ріо Герц Аарон		Зварювання швів полімерних мембран на горизонтальних, вертикальних і похилих поверхнях	1 одиниця.
4	Щілинна насадка 40 мм			Зварювання швів полімерних мембран на горизонтальних, вертикальних і похилих поверхнях	2 шт.
5	Щілинна насадка 20 мм			Зварювання швів полімерних мембран у важкодоступних місцях	2 шт.
6	Валик силіконовий (тефлоновий) 20 мм і 40 мм			Конструкція полімерних мембранних швів	1 одиниця.
7	Вузький латунний ролик 8 мм			Монтаж полімерних мембранних швів у важкодоступних місцях	1 одиниця.
8	LOGICROOF Спрей клейовий пістолет			Нанесення аерозольних клеїв LOGICROOF	4 речі.
9	Шланги для підключення клейового пістолета			Нанесення аерозольних клеїв LOGICROOF	4 речі.
	Пляшки з розпилювачем і				

	клеєм LOGICROOF				
10	рулет			Нанесення клеювального складу LOGICROOF Bond, нанесення ТЕХНОНКОЛЬ Праймер № 01	10 шт.
один адця ть	швейний ролик			Прокатування мембрани в процесі наклеювання	1 одиниця
12	Набір ключів			З'єднувальні шланги з пістолетом і пляшкою клею	1 одиниця
13	М'яка металева щітка			Очищення сопла зварювального обладнання	1 одиниця.
14	тестер швів			Перевірка якості пошиття	1 одиниця.
15	Ніж зі змінними лезами	ГОСТ 18975-73		Порізка мембрани	1 одиниця.
16	Покрівельний ніж "летюча миша"			Порізка мембрани	1 одиниця.
17	Свиняча відбивна				
18	ножиці по металу				1 одиниця.
19	Викрутка з обмежувачем зусилля				1 одиниця.
20	Бавовняні ганчірки				
21	Балони газові	ГОСТ 15860-84	Вага 22 кг, об'єм 50 л	Сховище газу	2 шт.
22	Газові пальники	XL-2	Вага 0,8 кг, теплова потужність 60 кВт	Розплавлення бітумного матеріалу	1 одиниця.
23	газовий редуктор	БПО-5-2	Вага 1,6 кг	Регулювання тиску	2 шт.

24	Гумові рукави	ГОСТ 9356-75	Внутрішній діаметр 9 мм	Газопостачання	30 метрів
25	розтяжка циліндра		Вага 7,5 кг	Завантажувальні циліндри	1 одиниця.
26	Опора візка для газового балона (на 1 балон)		Вага 13,2 кг	Транспортування та монтаж балону	1 одиниця.
27	Установка компресора	СО-243-1	Вага 132 кг, витрата повітря 0,5 м3/хв	Подача стисненого повітря	1 одиниця.
28	Роликовий захват		Вага 0,3 кг	Прокатний ролик	1 одиниця.
29	Покрівельний ніж	ГОСТ 18975-73		Розкрій матеріалів	1 одиниця.
30	Скребок шпатель	ТУ 22-3059-74			2 шт.
31	Викрутка			Перевірка герметичності покрівлі	1 одиниця.
32	Даховий кран	PS 320 та інші аналоги	ємність акумулятора - 320 кг	Підйом матеріалу	1 одиниця.
33	Слінг на 4 лапи	Мосгорстрой	ємність акумулятора 10 тонн	Підйом покрівельних матеріалів на дах	1 одиниця.
34	Візок для транспортування матеріалів	1688 00 000 РФ	Вага 17 кг	Доставка матеріалів	1 одиниця.
35	Піддон для ламінованих покрівельних матеріалів	ПС-0,5І	Вага 76 кг	Поставка рулонів для покрівлі	1 одиниця.
Засоби індивідуального захисту					
36	Пасок безпеки	ГОСТР50849-96*		Захист працівників від падіння	4 речі.
37	Захисний шолом	ГОСТ 12.4.087-84		Захист голови	6 шт.
38	Захисні окуляри	ГОСТ 12.4.001-80		Захист очей	4 речі.
39	Рукавички	ГОСТ 12.4.010-75*		Захист рук	4 речі.
Засоби колективного захисту					

40	Пожежний азбестовий фетр	---	Розміри: 1500x2000x2,42 мм	Гасіння пожежі	1 одиниця.
41	Вуглекислотний вогнегасник	АБО-2		Гасіння невеликих пожеж	2 шт.
42	Аптечка з набором ліків	ГОСТ 23267-78*		Надання невідкладної допомоги	4 речі.
43	Набір знаків безпеки			Забезпечення вимог безпеки	1 одиниця.
Інструменти вимірювання					
44	Рулетка	ГОСТ 7502-98		Вимірювання	1 одиниця.
45	Двометрова вудка			Вимірювання	1 одиниця.
46	Складний металевий лічильник	7253-54		Вимірювання	1 одиниця.

# НУБІП України

### 3.2.8 Склад оперативного контролю при проведенні килимових робіт

Робоча практика	Контрольовані показники	Вимоги до показників	Спосіб і зміст контролю	Використані інструменти
Підготовка основи для укладання пароізоляційного шару	Схил	Допустиме відхилення від проектних значень не більше 0,2%	Вимірювання за допомогою рівня та рейки	Двометровий штаб, рівень
	Плановість	Максимальний зазор не повинен перевищувати 5 мм (по схилу) і 10 мм (по схилю)	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 5 вимірювань на 70 - 100 м <sup>2</sup>	Стрічка двометрова, лінійка металева (ГОСТ 427-75)
Конструкція пароізоляційного шару	Цілісність пароізоляційних матеріалів	Без зовнішніх дефектів: тріщин, надривів, дірок	Візуально, з перевіркою якості за паспортами матеріалів	---
	Величина бічного нахлеста панелей	Нахлест повинен бути не менше 80 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)

	Величина остаточного нахлеста панелей	Нахлест повинен бути не менше 150 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
	Дисперсія кінцевих нахлестів панелей нижнього шару	Торцеві нахлести панелей повинні бути зміщені не менше ніж на 500 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
	Міцність шва	Витік в'язучого не більше 10 - 25 мм, розшарування в шві при інструментальному контролі відсутні.	Візуально, якщо протікання немає, перевірте викруткою герметичність всіх швів	Викрутка
	Міцність зчеплення панелей з основою	Не менше 5 кгс/см <sup>2</sup>	1) Візуально відривним способом (відривне повинно бути цілісним); 2) за допомогою липкого метра	Вимірювач адгезії
Конструкція теплоізоляційного шару	Цілісність теплоізоляційних плит	Без зовнішніх дефектів: тріщин, дірок	Візуально, з перевіркою якості за паспортами матеріалів	---
	Щільність прилягання пластин один до одного	Шви між теплоізоляційними плитами розміром більше 5 мм необхідно заповнити теплоізоляційним матеріалом або пінополіуретаном.	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
	Зміщення плит в сусідніх рядах	Зсув плит в сусідніх рядах повинен дорівнювати половині їх довжини	Візуально під час експлуатації	---
	Зміщення плит верхнього теплоізоляційного шару -	Стики плит верхнього і нижнього шарів повинні бути рознесені. Суглоби	Візуально під час експлуатації	---
	Контрольовані показники	Вимоги до показників	Спосіб і зміст контролю	Використані інструменти
	Цілісності, що стосуються нижч	Верхній шар теплоізоляційних плит необхідно укласти зі зміщенням не менше 200 мм відносно стиків нижнього шару.		
	Міцність зчеплення	Не менше 1 кгс/см <sup>2</sup>	3) Візуально відривним способом (відривне повинно бути цілісним);	Вимірювач адгезії



		4) за допомогою липкого метра	
Цілісність матеріалу	Без зовнішніх дефектів: тріщин, надривів, дірок	Візуально, з перевіркою якості за паспортами матеріалів	-
Спосіб укладання пароізоляційних матеріалів	По хвилях гофрованого заліза	Візуально під час експлуатації	-
Міцність зчеплення	Не менше 1 кгс/см <sup>2</sup>	1) Візуально відривним способом (відривне повинно бути цілісним); 2) за допомогою липкого метра	Вимірювач адгезії
Схил	Допустиме відхилення від проектних значень не більше 0,2%	Вимірювання за допомогою рівня та рейки	Двометровий штаб, рівень
Плановість	Максимальний зазор не повинен перевищувати 5 мм (по схилу) і 10 мм (по схилу)	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 5 вимірювань на 70 - 100 м <sup>2</sup>	Стрічка двометрова, лінійка металева (ГОСТ 427-75)
Цілісність покрівельного матеріалу	Без зовнішніх дефектів: тріщин, здуття, розривів, дірок, розшарувань	Візуально, з перевіркою якості за паспортами матеріалів	-
Величина бічного нахлеста панелей	Нахлест повинен бути не менше 80 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
Величина остаточного нахлеста панелей	Нахлест повинен бути не менше 80 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
Дисперсія кінцевих нахлестів панелей нижнього шару	Торцеві нахлести панелей повинні бути зміщені не менше ніж на 300 мм	Вибіркова перевірка з вимірюваннями на основі щонайменше 3 вимірювань на 150 м <sup>2</sup>	Лінійка металева (ГОСТ 427-75)
Міцність шва	Міцність шва	1. Відсутність розшарування швів при інструментальному обстеженні. 2. Розрив матеріалу, що оголює арматурну сітку	1. Візуально перевірте герметичність всіх швів за допомогою щупа. 2. Обрив зварних смуг
Контрольовані показники	Вимоги до показників	Спосіб і зміст контролю	Використані інструменти
			мембранний сік по шву

Міцність зчеплення	Не менше 1 кгс/см <sup>2</sup>	5) Візуально відривним способом (відривне повинно бути цілісним); 6) за допомогою липкого метра	Вимірювач адгезії
Цілісність покрівельного матеріалу	Без зовнішніх дефектів: тріщин, здуття, розривів, дірок, розшарувань	Візуально, з перевіркою якості за паспортами матеріалів	---
Кількість матеріалу, що розміщується на вертикальній поверхні	Руберойд повинен укладатися на вертикальну поверхню не менше ніж на 300 мм	Заміри через кожні 7-10 метрів довжини вертикальної поверхні та на кожному стику з місцевими виступаючими елементами на даху (вентиляційні шахти, труби тощо)	Лінійка металева (ГОСТ 427-75) або рулетка 2 класу по ГОСТ 750298
Міцність шва	Міцність шва	3) Відсутність розшарування швів при інструментальному обстеженні. 4) Розрив матеріалу, що оголює арматурну сітку	3. Візуально перевірте герметичність всіх швів за допомогою щупа. 4. Розрив зварних смуг мембрани по шву
Механічна фіксація	Матеріал необхідно закріпити на вертикальній поверхні	Візуально перевірити наявність кріплення за правилами п. 5.6	---
Ущільнення елементів механічного кріплення	Ущільнювач необхідно укласти уздовж планок і фартухів	Візуально з перевіркою якості герметизації за фактичним споживанням на 1 погонний метр. кріплення	---
Наявність захисних фартухів та шапок	На елементах і частинах конструкцій покрівлі повинні бути встановлені захисні фартухи і кришки згідно з ескізами агрегатів	Візуальна перевірка відповідності елементів даху ескізам або кресленням	
Кріплення парпетних перекриттів, звисів та інших елементів	Шви та інші з'єднання елементів з оцинкованої сталі повинні виконуватися згідно з ескізами агрегату	Візуальна перевірка відповідності елементів даху ескізам або кресленням	---

### 3.3 Організація будівельного виробництва

#### 3.3.1 Організація виробництва основних видів робіт

Для організації будівництва прийнятий потоковий метод, в якому виділено кілька спеціалізованих потоків, кожен з яких складається з певного комплексу робіт.

Роботи з підготовчого періоду. Підготовчий період, який слідує за організаційними заходами, включає роботи, які необхідно виконати для підготовки майданчика до будівництва.

Об'єктові роботи підготовчого періоду включають роботи, пов'язані з освоєнням будівельного майданчика та забезпеченням нормального початку та розвитку основного будівельного періоду, у тому числі:

- 1) створення замовником геодезичної опорної мережі – червоних ліній, реперів, осей магістральних, будівлі, опорна будівельна сітка;
- 2) розвиток будівельного майданчика - прибирання території;
- 3) інженерна підготовка ділянки - планування території з організацією організованого водовідведення поверхневих вод, будівництво постійних і тимчасових доріг, влаштування мереж водопостачання та електропостачання для будівництва, у тому числі будівництво постійних і тимчасових джерел;
- 4) встановлення тимчасових споруд, призначених для потреб будівництва;
- 5) засоби зв'язку (телефон, радіо і телетайп), необхідні для керування роботою.

Зрізання рослинного шару проводиться по всій забудованій площі і здійснюється екскаватором ДЗ-17 з перемішуванням у проміжних відвалах із завантаженням на автосамоскиди та вивезенням на відновлення.

Зовнішні роботи підготовчого періоду включають будівництво магістральних ліній, у тому числі доріг, ліній електропередач з трансформаторними підстанціями, водопроводів з водорозбірними спорудами, каналізаційні колектори з очисними спорудами.

Робота нульового циклу.

Попереднє та остаточне планування площ здійснюється екскаватором ДЗ-17.

Виїмка ґрунту при будівництві котловану проводиться екскаватором, а остаточна обробка – екскаваторами.

Шпунт встановлюється за допомогою тракторного палейного пристрою з пневматичним молотом подвійної дії С-35. Шпунт – це тимчасова огорожа каналу, яка складається з шпунтових паль, вбитих у землю. Шпунтові огорожі виготовляються для будь-яких типів споруд при влаштуванні фундаментів у випадках, коли неможливо вирити котловани в насипах. Цей шпунтовий паркан допомагає запобігти обвалення ґрунту при будівництві різного роду споруд.

Далі проводяться роботи з монтажу збірного фундаменту.

Після укладання фундаменту виконується бокова обшивка та підрізоляція горизонтальної обшивки.

Потім трактор і екскаватори засипають пази котловану. При цьому ґрунт ущільнюють ручним трамбовкою ІЕ-4504.

Будівництво надземної частини будівлі.

Будівельні роботи виконуються 2 баштовими кранами Liebherr 132EC-N8(132HC)FR.tronic\Litronic та автокраном Grove GMK5110-1.

Блоки і розчин доставляються до місця монтажу на спеціальних піддонах і плоских ковшах краном.

Організація оздоблювальних робіт на будівлі.

Оздоблювальні роботи починаються після завершення наступних робіт: роботи, сантехнічні та електромонтажні роботи; встановлено та підключено тимчасові стояки водопостачання, електромережі та мережі освітлення; зашклені вікна.

Благоустрій території.

Благоустрій території полягає в влаштуванні тротуарів, доріжок, паркінгів та влаштування відмички. Передбачено озеленення у вигляді дерев, багаторічних трав, клумб та бордюрів, а також встановлення та фарбування огорож.

Завершення роботи

Перед початком основних оздоблювальних робіт бригадами сантехніків та електриків проводиться монтаж і перевірка систем опалення, водопостачання, каналізації, прихованої та слабкострумової електропроводки.

Внутрішні оздоблювальні роботи включають:

- штукатурка стін і стелі цементним розчином;

• Фарбування, поклейка стін;  
• фарбувати стелю складами на водній основі;  
• влаштування керамогранітних, керамічних, лінолеумних та дощатих підлог.

• облицювання стін керамічною плиткою.  
Штукатурний склад: підготовка поверхні, навішування, встановлення маяків, нанесення шарів шпаклівки та грунтовки, вирівнювання нанесеної грунтовки, нанесення накривного шару, затирка.

Склад малярних робіт: підготовка поверхні, фарбування, оздоблення пофарбованих поверхонь.

Монтаж керамічної підлоги:

- монтаж підстильного шару (перед опорядженням)

- пристрій вирівнювального столу
- влаштування плиткової підлоги (після штукатурки)
- підготовка та очищення поверхні
- кладіть плитку «зверху» відразу після нанесення шару
- ретельна підгонка один до одного, середній шар, волани, скло

влаштування дощатої підлоги (після «микрої» обробки).

Оздоблювальні роботи виконуються бригадами штукатурів, малярів, плиточників.

### **3.2.2 Проект генерального плану будівництва**

Розробляється план будівництва на період монтажних робіт.

Генеральний план будівництва (стройгенплан) спрямований на визначення складу і розміщення об'єктів будівництва з метою максимальної ефективності їх використання та з урахуванням дотримання вимог охорони праці. ДВК є найважливішою складовою технічної документації та основним документом, що регламентує організацію ділянки та обсяг тимчасової споруди.

Вихідними даними для розробки генерального плану будівництва є:

- генеральний план території із зазначенням існуючої та проєктованої забудови, а також мереж підземних комунікацій;

- перелік і кількість будівельних машин і механізмів;
- виклад вимог до будівельних конструкцій, виробів і матеріалів;
- перелік, кількість і розміри тимчасових будівель, споруд і складів;
- нормативні дані щодо проектування будівельних планів.

Генеральний план будівництва включає: межі будівельного майданчика і види огорож, діючі і тимчасові підземні, наземні і повітряні мережі і комунікації, постійні і тимчасові дороги, схеми руху транспортних засобів і механізмів, місця установки будівельних машин і висоти, траси для їх пересування і зони дії, розміщення постійних, недобудованих і тимчасових будівель і споруд, розташування геодезичних знаків, вибухонебезпечних зон, доріжок і засобів підйому працівників на робочі рівні (поверхи), а також проїздів у будівлях і споруд, розміщення джерел і засобів електропостачання та освітлення будівельного майданчика, розташування контурів заземлення, розташування пристроїв для видалення будівельного сміття, місць і споруд для складування матеріалів і конструкцій, місць розгорнутого монтажу конструкцій, розташування об'єктів для санітарного обслуговування будівельників, об'єктів питного водопостачання та місць відпочинку, а також зон для робіт підвищеної небезпеки. На просадочних ґрунтах водопровідні пункти, тимчасові споруди та споруди, механізовані мокрими процесами, необхідно розташовувати на будівельному майданчику нижче за течією землі будівель і споруд, а території навколо них планувати із швидким і організованим відведенням води;

### 3.2.3 Планування

Календарний план представлений на аркуші 9 графічної частини.

У лівій частині графіка містяться вихідні дані, у правій – хід виконання будівельно-монтажних і ремонтних робіт із зазначенням послідовності, термінів і кількості робітників, які залучаються для їх виконання.

Тривалість кожного процесу визначається як похідна від обсягу, стандартних витрат праці та застосованих ресурсів.

Складність і вартість механізмів встановлюються згідно з ПЕР. Кількість людино-годин перетворюється на людино-дні шляхом ділення на 8 годин (кількість годин на зміну). Показники трудомісткості в календарному плані округлюються до цілих чисел.

Загальний термін будівництва згідно з календарним планом не повинен перевищувати встановлених нормативами термінів.

Складання графіка зміни чисельності працівників.

Розрахунок потреби в робочій силі в календарному плані є завершальним етапом складання цього плану. Додаткова потреба в робітниках розраховується за календарним планом, де вказуються терміни закінчення кожного будівельного процесу і розраховується кількість робітників, необхідних для їх виконання.

Для оцінки рівномірності роботи трудових колективів нами був складений графік потреби працівників на об'єктах.

Графік чисельності робітників не повинен мати короткочасних піків і тривалих спадів. Для оцінки ступеня рівномірності загального графіка чисельності використовується коефіцієнт нерівномірності руху працівників за чисельністю, який є відношенням граничної чисельності працівників за графіком  $N_{max}$  до середньоблікової чисельності працівників  $N_{cp}$  робітників. Навігація під час будівництва.

### Календарний план ТЕН

Ми будемо календар на основі місцевих оцінок. Приймаємо 8-годинні зміни і працюємо без вихідних.

Виходячи з трудомісткості кожної роботи (людино-години) знаходимо тривалість (людино-день), поділивши трудомісткість на 8 годин. Результати відображаються у вигляді графіка.

Будуємо діаграму в Excel.

Ми автоматично будемо діаграму руху працівників за кількістю працівників за день.

Згідно з графіком отримані такі значення:

Тривалість будівництва – 346 днів;

Максимальна чисельність працівників – 27 чоловік.

Визначимо коефіцієнт нерівномірності руху робітників.

$$\alpha = \frac{N_{max}}{N_{cp}},$$

Де:  $N_{max}$  - максимальна кількість робітників на місці

$N_{cp}$  - середньоблікова чисельність робітників на місці

$$\alpha = \frac{27}{19,6} = 1,38$$

# НУБІП України

## 3.2.4 Розрахунки для створення генерального плану будівництва

### 1) Обґрунтування потреби в працівниках

# НУБІП України

В основі методики розрахунку лежить [МДС 12-46:2008](#).

Кількість робітників на будівельному майданчику за формулою:

$$P = \frac{S}{WT}$$

# НУБІП України

де S - вартість будівельно-монтажних і спеціальних робіт за розрахунковий період,

W - тис. руб/чол. Рік - середньорічний виробіток на одного робітника,

T днів - тривалість роботи за графіком.

# НУБІП України

Потреба в робочій силі для будівництва представлена таким чином:

Таблиця 3

Потреби в будівельному персоналі

№	Об'єкт капітального будівництва	Вартість будівельно-монтажних робіт, тис. грн.	Річний виробіток на робітника, тис. грн.	Загальна кількість працівників, чол.	В тому числі			Інша та безпечна
					Робітники	інженерів	Співробітники	
1	Ресторанно-розважальний комплекс	200480,36	7425,19852	27	22	3	1	1

# НУБІП України

У найбільш напружену зміну чисельність робітників становить 85% від загальної кількості робітників. При розрахунку чисельності робітників на будівельному майданчику в найбільш чисельну зміну приймається, що лінійний



інженерно-технічний персонал, службовці і МОП становлять 50% від його загальної чисельності. Розрахунки зведені в таблицю 3.

2) Потреба в основних будівельних машинах і механізмах на період будівництва

Область застосування	Ім'я	Бренд	Короткі технічні характеристики	Сума
Розкопки	Екскаватор	EO-4225A-07	Vk=0,6 – 1,42 м3	1
Розкопки	Екскаватор	EO-2621A	Vk=0,25 м3/добу	1
Земля вантажно-розвантажувальні роботи	Пневматичний колісний вантажувач	"Білорусь" TO-11	Q=4t V= 2 м3	1
Будівельно-монтажні роботи	Кран баштовий стаціонарний	QTZ100 (6513,6)	Q = 6 тонн Lstr=45 м H=20 м	два
Бетонні роботи	Автобетононасос	"Putzmeister M20"	P=125 м3/год	1
Бетонні роботи	Автоматична бетономішалка	AM-6	V=4,4 - 6 м3	3
Бетонні роботи	Вібраційна стяжка	CO-47	0,5...1м/хв	два
Бетонні роботи	Глибокий електричний вібратор	IV-67	Потужність 0,72 кВт	два
Бетонні роботи	Поверхневий електричний вібратор	IV-2	Потужність 0,72 кВт	два
Дренаж	Відстійний насос	"Грундфос"	Q=25м3/год. 0,5 кВт	два
Будівельно-монтажні роботи	Компресорна станція	CO-161	P=15 м3/год 1,1 кВт	два
Зварювальні роботи	трансформатор	ГД-102	11,4 кВт	два
Транспортна робота	Вагон-платформа	КамАЗ	5 тонн	два
Вивіз будівельного сміття	Самоскид	КАМАЗ 5511	10т Vk = 7,2 м3	4
Завершення роботи	повітрянагрівач	УСВ-10		два
Завершення роботи	штукатурна станція	ПРНС-НМ	4 м3/год	1

Завершення роботи	Станція фарбування	СО-115	0,72 м <sup>3</sup> на годину	1
Чоловіки працюють	Автогрейдер легкого типу	13-99-1 (D-710B)	Вага з відвалом - 9,5т	1
Чоловіки працюють	асфальтоукладач	"ВОГЕЛЕ"		1

### 3) Тимчасове електропостачання

В основі методики розрахунку лежить [МДС 13-46.2008](#)

Потреба в електричній енергії, кВА, визначається на період виконання граничного обсягу будівельно-монтажних робіт за формулою:

$$P = L_x \left( \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + K_3 P_{Oв} + K_4 P_{Oн} + K_5 P_{CB} \right)$$

Де:

$L_x = 1,05$  - коефіцієнт втрат потужності в мережі;

$P_M$  - сума номінальних потужностей працюючих електродвигунів (бетономілів, ущільнювачів, вібраторів тощо);

$P_{Oв}$  - сумарна потужність приладів внутрішнього освітлення, електронагрівальних приладів (приміщень для робітників, складських будівель);

$P_{Oн}$  - те саме, для зовнішнього освітлення об'єктів і місцевостей;

$P_{CB}$  - те саме для зварювальних трансформаторів;

$\cos E_1 = 0,7$  - коефіцієнт втрат потужності для споживачів електроенергії електродвигунів;

$K_1 = 0,5$  - коефіцієнт одночасної роботи електродвигунів;

$K_3 = 0,8$  - те саме для внутрішнього освітлення;

$K_4 = 0,9$  - те саме для зовнішнього освітлення;

$K_5 = 0,6$  - те саме для зварювальних трансформаторів.

Загальна потреба електроенергії, кВ\*А:

Розрахунок потреби електроенергії на будівельному майданчику за вказаного формулою наведено в таблиці.

Найменування споживачів	Кількість, шт	Род., кВт	P <sub>у</sub> , кВт	Коефіцієнт попиту, Кс	Коефіцієнт	Коефіцієнт, (гоф)	Проектна потужність		Іменний ланцюг
							P, кВт	S, кВА	
Будмайданчик АСУ									
Стационарний баштовий кран QTZ100 (6513,6)	1	56	56,0	0,35	0,50	1,73	19,6	33,9	
Електропідігрів бетону	два	63	126,0	0,60	0,85	0,62	75,6	46,9	
Компресор	два	1,5	3,0	0,70	0,80	0,75	2,1	1,6	
Установка мийки коліс	1	3,1	3,1	0,70	0,80	0,75	2,2	1,6	
Побутові зручності	12	2,7	32,4	0,80	0,98	0,20	25,9	5,2	
Зовнішнє освітлення ЖКУ-16-250-001	одна дця	0,25	2,8	1	0,85	0,62	2,8	1,7	
Освітлення критичних ділянок бетонування	4	0,5	2,0	1	0,85	0,62	2,0	1,2	
Паяльний апарат ТД-102	два	11,4	22,8	0,35	0,5	1,73	8,0	13,8	
Електричні інструменти	10	2,0	20,0	0,25	0,70	1,02	5,0	5,0	
Насос	два	3,0	6,0	0,70	0,80	0,75	4,2	3,1	
Торшер Mason	6	1,6	9,6	0,80	0,98	0,20	7,7	1,5	
Підйомник будівельний	два	3,7	7,4	1	0,8	0,75	7,4	5,5	
штукатурна станція ПМС-1М	1	25	25,0	0,3	0,89	0,90	7,5	6,8	
Станція фарбування ПМС	1	32	32,0	0,3	0,89	0,90	9,6	8,6	
всього АСУ			348,1				179,6	136,5	<b>225,6</b>
									338,4

4) Тимчасовий водспровід

В основі методики розрахунку лежить [МДС 14-46.2008.](#)

Основними споживачами води на будівельному майданчику є будівельні машини, механізми та установки будівельного майданчика, технологічні процеси (бетонні роботи - приготування бетону, зрошення бетонних поверхонь, штукатурка та фарбування, кладка, посадка дерев тощо).

5) Розрахунок витрати води на виробничі потреби

Потреба у воді  $Q_{пр}$  визначається сумою витрат води на виробництво  $Q_{пр}$  і побутові потреби  $Q_{хвз}$ :

$$Q_{пр} = Q_{пр} + Q_{хвз} + Q_{ож}$$

Витрати води на виробничі потреби, л/с:

$$Q_{пр} = K_n \frac{q_n \cdot P_n \cdot K_{ч}}{3600t}$$

Де:

$q_n = 500$  л - витрати води для промислових споживачів (полив бетону, заправка та миття автомобілів тощо);

$P_n$  - кількість споживачів продукції в найбільш напружену зміну;

$K_{ч} = 1,5$  - коефіцієнт погодинної різниці водоспоживання;

$t = 8$  годин - кількість годин у зміні;

$K_n = 1,2$  - коефіцієнт неврахованого водоспоживання.

Витрати води на побутові потреби, л/с:

$$Q_{хвз} = \frac{q_x \cdot P_p \cdot K_{ч}}{3600t} + \frac{q_d \cdot P_d}{60t_1}$$

Де:

$q_x = 15$  л - питомі витрати води на побутові та робочі потреби;

$P_p$  - кількість робітників у найбільш навантаженої зміні;

$K_{ч} = 2$  - коефіцієнт погодинної різниці водоспоживання;

$q_d = 30$  л - витрата води на робочу ванну;

$P_d$  - кількість користувачів в душу (до 80%  $P_p$ );

$t_1 = 45$  хв - час використання душі;

t = 8 годин - кількість годин у зміні.

Витрати води на пожежогасіння при будівництві.

Q<sub>1</sub> = 5 л/с.

№	Назва індикатора	Зміна одиниці	Сума
<b>Потреби здоров'я</b>			
1	Збільшена кількість робітників у зміні	Люди	27
2	Кількість інженерів	Люди	1
3	Норма витрати води на санітарно-побутові та питні потреби на одну особу	л/зміну	60
4	Потреба у воді для конкретних потреб	л/зміну	60
5	Коефіцієнт нерівномірності водоспоживання	-	3
6	Загальні витрати води на санітарно-побутові потреби	л/с	<b>0,33</b>
<b>Потреби пожежної безпеки</b>			
7	Територія будівельного майданчика	м <sup>2</sup>	9 270,00
8	Споживання води на потреби пожежогасіння	л/с	<b>25</b>
<b>Виробничі потреби</b>			
9	Споживання води на виробничі потреби	л/с	<b>0,31</b>
10	<b>Загальна витрата води на будівельний майданчик</b>	л/с	<b>0,89</b>

Вода на будівельному майданчику використовується для промислових, санітарно-гігієнічних і протипожежних потреб.

Потреба у воді для виробничих потреб визначається виходячи з потреби її використання в технологічних процесах, мийці коліс транспортних засобів та інших виробничих потребах.

6) Обґрунтування необхідності тимчасових будівель і споруд

В основі методики розрахунку лежить [МДС 12-46.2008](#).

Формули розрахунку інвентаризації будівель санітарно-побутового призначення:

Для інвентарних будівель санітарно-технічного призначення:

$$S_{тр} = N S_p,$$

де  $S_{тр}$  – шукана площа, м<sup>2</sup>;

$N$  – загальна чисельність працівників (робітників) або чисельність працівників (робітників) найбільшої зміни, чол.;

$S_p$  – нормативний показник площі, м<sup>2</sup>/чол.

Шафа:

$$S_{тр} = N 0,7 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – загальна кількість робітників (у дві зміни), що дорівнює  $N = 1,12 N = 1,12$

ванна:

$$S_{тр} = N 0,54 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – 80% від кількості працівників найбільшої зміни, які користуються душем.

Ванна кімната:

$$S_{тр} = N 0,2 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – кількість робітників у найбільшій зміні.

Сушарка:

$$S_{тр} = N 0,2 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – кількість робітників у найбільш чисельній зміні.

Тепле приміщення для працівників:

$$S_{тр} = N 0,1 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – кількість робітників у найбільш чисельній зміні.

Ванна кімната:

$$S_{тр} = (0,7N 0,1) 0,7 + (1,4N 0,1) 0,3,$$

де N – кількість робітників у найбільш чисельній зміні;

0,7 і 1,4 – стандартні показники площі для чоловіків і жінок відповідно;

0,7 і 0,3 – коефіцієнти, що враховують частку чоловіків і жінок відповідно.

Для інвентаризації адміністративних будівель:

$$S_{\text{тр}} = N S_{\text{н}}$$

де  $S_{\text{тр}}$  – шукана площа, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{н}} = 4$  – нормативний показник площі, м<sup>2</sup>/особу;

N – загальна кількість інженерів, службовців, МОП і охорони в найбільшій зміні, що дорівнює  $N = 0,85(N_2 + N_3 + N_4)$ .

Потреба в тимчасових спорудах полягає в наступному:

Назва закладу Wellness Camp	Орієнтовна кількість людей (Chrasch)	
	формула розрахунку площі згідно МДС 12-46.2008	всього, м <sup>2</sup>
Офіс начальника дільниці (виконроба).	Храш = 6,8 Читр, швабра, сервіз	3,348
Шафа	$S_{\text{тр}} = N_{\text{роб.змін}} * 0,7 \text{ м}^2$	15 971
Ванна кімната	$S_{\text{тр}} = N * 0,54 \text{ м}^2$ (N-80% працівників)	9,8561
Ванна кімната	$S_{\text{тр}} = N * 0,2 \text{ м}^2$	4,563
Сушарка	$S_{\text{тр}} = N * 0,2 \text{ м}^2$	4,563
Тепле приміщення для працівників	$S_{\text{тр}} = N * 0,1 \text{ м}^2$	2,2815
Ванна кімната	$S_{\text{тр}} = (0,7N * 0,1) * 0,7 + (1,4N * 0,1) * 0,3$	2,0762
Адміністративні будівлі	$S_{\text{тр}} = N * S_{\text{н}}$ , $S_{\text{н}} = 4$ – нормативний показник площі, м <sup>2</sup> /особу; N – інженери, службовці, МОП, що дорівнює $N = 0,85(N_2 + N_3 + N_4)$	14,229
Їдальня	$S_{\text{тр}} = N * 0,6 \text{ м}^2$	16,2
Місце для куріння	Храш = 0,7 Чмах + 0,8 Читр, швабра, сервіз	19,319

### 7) Проект тимчасового складу

У проекті розраховується площа складів для зберігання матеріалів і основних конструкцій з урахуванням мінімального запасу, необхідного для безперебійного виконання будівельно-монтажних робіт.

При розрахунку складської площі слід мати на увазі можливість її послідовного використання для зберігання різних конструкцій.

Складські площі приймаються на календарний термін будівництва, що відповідає терміну максимального одночасного зберігання конструкцій і матеріалів на період будівництва надземної частини будівлі.

Залежно від способу зберігання матеріалів розрізняють такі типи складів: відкриті, закриті та еклади. Залежно від схильності матеріалу атмосферним впливам визначається тип складського приміщення для його зберігання.

### 8) Визначення відкритих складських площ

Загальна площа складу складається з корисної площі, безпосередньо зайнятої матеріалами, деталями і конструкціями, і допоміжної площі - коридорами, тротуарами, кабінетами.

Для основних матеріалів і виробів корисна площа складу розраховується за формулою:

$$Str = R_{skl} * q$$

де  $R_{skl}$  – розрахунковий запас матеріалу в натуральних метрах;

$q$  – норматив зберігання на 1 м<sup>2</sup> корисної площі складу з урахуванням тротуарів, коридорів, м<sup>2</sup>/м.

$$R_{skl} = (V_{сього} / T) * T_n * K_1 * K_2,$$

де  $R_{skl}$  – загальна кількість матеріалів, деталей і конструкцій, необхідних за розрахунковий період;

$T$  – тривалість розрахункового періоду,

$T_n$  – норматив запасу матеріалу;

$K_1$  – коефіцієнт нерівномірності прийому матеріалів,  $K_1 = 1,1$ ;

$K_2$  – коефіцієнт нерівномірності матеріаломісткості,  $K_2 = 1,3$ .

Підтримуються наступні стандарти запасів матеріалів:



- місцеві - 5-7 днів (цегла, бут, щебінь, пісок, збірні залізобетонні конструкції, блоки, панелі, утеплювачі, перегородки);  
- імпортовані - 10-15 днів (цемент, вапно, рулонні матеріали, віконні блоки, дверні полотна, металоконструкції).

Площі відкритих складських приміщень визначаються виходячи з графіка будівництва об'єкта на період максимального одночасного споживання і обліковуються в табл.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.

## Розрахункова площа відкритих складів

Найменування матеріалів, конструкцій, одиниця вимірювання	Тривалість матеріаломісткості Т, діб	Потребувати		Коефіцієнт		Матеріальний запас		Розрахунковий запас матеріалів Р1 скл	Площа складу на одиницю киліма. S	Площа складу розрахована на весь запас Sp	Сума одночасних складських площ, м2
		В загальному	Денна норма, добові	Отримання к1 матеріалів	Витрата матеріалів к2	Стандартний	Розраховано				
						Ротот	Rtот/Т				
1	два	3	4	5	6	7	8	9	10	одинадцять	
Арматура, т	два	19	9:50 ранку	1.1	1.3	5	7:15 ранку	67,93	1	67,93	
Сходові марші, м3	5	8	1.60	1.1	1.3	5	7:15 ранку	11.44	два	22.88	983,13
Перемички, м3	5	12	2:40 ночі	1.1	1.3	5	7:15 ранку	17.16	3	51,48	
Ізоляція, м2	5	1000	20:00	1.1	1.3	1	1.43	286,00	5	1430,00	

Цегла, тис. шт	5	120	24: 00	1.1	1.3	5	7:15 ранку	171,60	2.5	429,0 0
Вікна, двері, ворота , запчас тини	5	300	60, 00	1.1	1.3	5	7:15 ранку	429,00	1	429,0 0
								Беремо площу відкритих складів, м2	983	

# 9) Визначення закритих складських зон

Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Таблиця 3.

## Розрахункові площі закритих складів

Найменування матеріалів, од.	Розрахункова площа 2 м	Орієнтовна вартість будівельно-монтажних робіт, млрд руб	Приймається площа 2, м	Тип (вид) складу	Розміри в плані, мхм	Площа, м2	Прийнята кількість, од.
1	два	3	4	5	6	7	8
Хімія, фарби, оліфа, спенодяг, взуття, канцтовари, паркет, млі. крб.	24	2,0048036	48,115	Універсальна система закритого та опалювального складу (контейнерна конструкція)	6х3	18	3
Цемент	9.1		18,244	Неопалюваний закритий склад системи Універсал (контейнер)	6х3	18	1
вапно	4.5		9,0216			18	1
Інструменти, металовироби, цвяхи,	29		58,139			18	3

мішковина, клей		на конструкція			
Руберойд, гідроізоляційні матеріали	48	96,231	намет	6x3x3	18 5
Дерев'яні конструкції	13	26 062	намет	3x3x3	9 3
Армована сталь	2,3	4,611	намет		9 1
Облицювальна плитка	48	96,231	намет	6x3x3	18 5
Бітумна мастика	13	26 062	намет	3x3x3	9 3
<b>Всього приймаємо:</b>			<b>Закрита складська територія</b>		<b>142,3 м2</b>
			<b>зона комори</b>		<b>157,4 м2</b>

### 9) Розрахунок небезпечної зони баштового крана

Небезпечна зона для роботи крана означає простір, у межах якого може впасти вантаж, підвішений на гаку крана, з урахуванням його ймовірного польоту. Розмір цієї зони визначається за формулою:

$$R_{op.} = R_p. + 0,5l_{max} + \text{лекс.},$$

де  $R_p.$  – радіус робочої зони крана, м;

$l_{max}$  – довжина найдовшого монтованого елемента, м; Лекс. – вихідне значення, м, (визначається в таблиці).

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

Таблиця

Мінімальна відстань виходу вантажу

Висота можливого падіння вантажу, до м	Мінімальна відстань виходу вантажу, м	
	при падінні з будівлі (місця встановлення)	в їх корпусі від гака крана (небезпечна зона)
10	3.5	4
20	5	7
70	7	10
120	10	15
200	15	20
300	20	25
450	25	тридцять

# НУБІП України

$$R_{оп} = 45 + 0,5 * 6 + 7 = 52 \text{ м.}$$

Усі дані, отримані в результаті розрахунків, заносимо на аркуш 8 графічної частини випускної кваліфікаційної роботи.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## **4 Економічний розділ**

Всі розрахунки та обґрунтування виконані відповідно до положень чинних нормативних документів з використанням чинних федеральних кошторисних норм ПЕР, затверджених наказом Міністерством будівництва та архітектури України від 26.10.2019 № 876/пр. «Про затвердження змін до кошторисні норми» та ліцензійний програмно-кошторисний пакет «Гранд Кошторис» версії 8.0, що містить збірники цін на роботи.

Ці збори призначені для визначення вартості робіт, складання кошторисів, формування договірних цін і оплати робіт, виконуваних при будівництві будівель і споруд на території України. Збірні ціни визначаються на базовому рівні цін на 01.01.2001 р., що відображає середньогалузевий рівень витрат на обладнання, технологію та організацію праці, прийнятий для кожного виду робіт, і в цьому сенсі можуть бути використані для визначення розрахункових вартісх робіт усіма замовниками та підрядниками незалежно від їх відомчої підпорядкованості та організаційно-правових форм.

Для перерахунку кошторисної вартості робіт від базової ціни до поточного рівня цін застосовувався індекс розкиду кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт в об'єктах капітального будівництва та ремонту, згідно з листом № 44016-ІФ/09. від 2 листопада 2020 року Міністерства будівництва та архітектури України за 1 квартал 2021 року по адміністративним будівлям – посадові оклади – 22,59, матеріали, вироби і конструкції – 5,32, експлуатація машин і механізмів – 9,35 без ПДВ .

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Техніко-економічні показники

1. Загальна вартість будівництва становить 223 301,33 тис. грн., в тому числі ПДВ 20%

2. Вартість 1 м<sup>2</sup> – 40 060 тис. грн.

3. Вартість 1 м<sup>3</sup> – 10 452 тис. грн.

РОЗРАХУНОК ЛОКАЛЬНОГО КОШТОРИСУ №1

приблизно будівельні роботи

Основа:

Кошторисна вартість робіт 178641,00 тис. грн.

Кошти на заробітну плату 23212,9 тис. грн.

Орієнтовна напруженість робіт 2534,7 люд.-год

Складено в поточних (прогнозних) цінах 1 квартал 2023 року

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Номер позиції.	Код позиції шаблону та номер	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Сума	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, люд.-год., не залучених до обслуговування машин	
				Всього	Робота машини	Всього	заробітної плати	Робота машини	на одиницю	Всього
				заробітної плати	в тому числі. заробітної плати					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	одинадцять
<b>Розділ 1. Земляні роботи</b>										
1	<b>ФЕР01-01-036-02</b>	Вирівнювання площ потужністю бульдозера: 79 кВт (108 к.с.) (1000 м2)	2016 рік	19.77	19 773,38	39,86		39 866,81		
2	<b>ФЕР01-01-003-14</b>	Розробка ґрунту в насипу драглайном або зворотною лопатою з ємністю ковша 0,5 (0,5-0,63) м3, група ґрунту 2 (1000 м3)	6,854	3055,85105,85	2950398,25	20944,8	725,5	20219.32729.61	13.57	93.0
3	<b>ФСТСпг-03-21-01-015.</b>	Перевезення вантажів автомобілями-самоскидами вантажопідйомністю 10 тонн, що працюють за межами кар'єру на відстань: I клас навантаження до 15 км (1 тонна вантажу)	1,0281 <i>6,854*0,15</i>	13:38	13:38	13.76		13.76		
4	<b>ФЕР06-01-001-01</b>	Пристрій для приготування бетону (100 м3)	0,0202	3897.231404	1587.74244.51	78,72	28.36	32 074,94	180	3.6

5	FSSC- 04.1.02.02- 0004	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (на основі сульфатостійкого портландцементу), клас: В10 (М150)(м3)	2,0604	662,61	1365,24					
6	ФЕР06- 01-001-16	Влаштування монолітної фундаментної плити (100 м3)		4908.051882.23	2537.4384.81				220,66	
7	FSSC- 04.1.02.02- 0009	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого портландцементу), клас: В25 (М350)(м3)		850,61						
8	ФЕР06- 01-087-01	Монтаж та демонтаж: опалубки великощитових стін (10 м2)	344.4 172,2*2	670.73129.56	427.574.42	230999,41	44620,46	14723125630,25	16,61	5720,48
9	ФЕР29- 01-152-03	Монтаж арматурних каркасів при влаштуванні монолітного залізобетонного кріплення(ів)	37,6	269.28244.31	20.23	10124,93	9186,06	760,65	22,03	828,33
10	FSSC- 08.4.02.03- 0003	Арматурні рами класу АІ діаметром: 12 мм (т)	37,6	7648		287564,8				
11	FSSC- 08.4.03.03- 0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного	3,008	8213,72		24706,87				

		профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)									
12	<b>ФЕР06-01-057-01</b>	бетонні стінові конструкції (100 м3)	4,64 <i>464/100</i>	49194,275348,6	31087,764121,12	228261,41	24817,5	144247,2119122,00	603,68	2801,08	
13	<b>FSSC-08.4.03.03-0029</b>	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	29,5568	8213,72		242771,28					
14	<b>FSSC-04.1.02.02-0009</b>	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого портландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	470,96	850,61		400603,29					
15	<b>FSSC-04.3.01.09-0001</b>	Готовий важкий цементний розчин (м3)	7,3776	424,88		3134,59					
16	<b>ФЕР06-01-017-01</b>	Технологічний електропрогрів бетону (м3)	130,5	81,1310,03	71,1	10587,47	1308,92	9278,55	1,08	140,94	
17	<b>ФЕР06-01-087-01</b>	Монтаж та демонтаж: великощитової опалубки перекриття (10 м2)	199,6 <i>1996/10</i>	670.73129,56	427.574.42	133877,71	25860,18	8532914854,23	16,61	3315,30	
18	<b>ФЕР07-01-058-01</b>	Армування збірних залізобетонних конструкцій: монтаж каркасів, сіток та арматурних стержнів (т)	28,2	460.13430,56	29 575,22	12975,67	12141,8	833.87147,20	52,7	1486,14	

19	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	28.2	8213,72		231626,9				
20	ФЕР06-01-057-01	бетонування сталевих конструкцій (100 м3)	3,992	49194,275348,6	31087,764121,12	196383,53	21351,61	124102,3416451,51	603,68	2409,8
21	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	25,42904	8213,72		208867,01				
22	FSSC-04.1.02.02-0009	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого портландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	405,188	850,61		344656,96				
23	FSSC-04.3.01.09-0001	Готовий важкий цементний розчин (м3)	6,34728	424,88		2696,83				
24	ФЕР06-01-017-01	Технологічний електропрогрів бетону (м3)	399,2	81,1310,03	71,1	32387,1	4003,98	28383,12	1,08	431,1
25	ФЕР08-01-003-07	Бокова бітумна гідроізоляція в 2 шари на рівну поверхню бутової кладки, цегли, бетону (100 м2)	4,5	1171,73201,61	71 642,32	5272,79	907,25	322.3810.44	21.2	95.4

Розділ 2. Споруди

26	ФЕР06-01-087-01	Монтаж та демонтаж: опалубки великощитових стін (10 м2)	1588,6 794,3*2	670.73129.56	427.574.42	1065521,68	205819,02	679126.5118223.61	16.61	26386,63
27	ФЕР07-01-058-01	Армування збірних залізобетонних конструкцій: монтаж каркасів, сіток та арматурних стержнів (т)	76.4	460.13430.56	29 575,22	35153,93	32894,78	2259.15398.81	52.7	4026,23
28	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	76.4	8213,72		627528,21				
29	ФЕР06-01-056-01	Бетонування стін до 70м (100м3)	7,92 792/100	77328,8817621,68	29900,931838,87	612444,73	139563,71	236815,3714563,85	1805,5	14299,50
30	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	151,272	8213,72		1242505,85				
31	FSSC-04.1.02.02-0009	Влажкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого портландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	803,88	850,61		683788,37				
32	ФЕР06-01-017-01	Технологічний електропрогрів бетону (м3)	792	81.1310.03	71.1	64254,96	7943,76	56311,2	1.08	855,30
33	ФЕР06-01-087-01	Монтаж та демонтаж: опалубки	2860,8 1430,4*2	670.73129.56	427.574.42	1918824,38	370645,25	1222992212900,74	16.61	47517,80

		великощитових стін (10 м2)									
34	ФЕР07-01-058-01	Армування збірних залізобетонних конструкцій: монтаж каркасів, сіток та арматурних стержнів (т)	201.4	450,13430,56	29 575,22	92670,18	86714,78	5955.41051.31	52.7	10613,78	
35	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	201.4	8213,72		1654243,21					
36	ФЕР06-01-110-01	Зведення безбалкових перекриттів і перекриттів товщиною до 200 мм в опалубці Дока на висоті опорної платформи: до 6 м (100 м3)	28,69 2869/100	13293,367202,3	2997.4436,01	381386,5	206633,99	85995.4112509.13	833,6	23915,98	
37	FSSC-01.7.16.03-0001	Піддон для опалубки "Dock" з фанери (м2)	1594,0164	145		231132,38					
38	FSSC-08.4.03.03-0029	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю класу: А-III, діаметр 6 мм (т)	306 983	8213,72		2521472,41					
39	FSSC-04.1.02.02-0009	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого портландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	2912,035	850,61		2477006,09					

40	<b>ФЕР06-01-017-01</b>	Технологічний електропрогрів бетону (м3)	2869	81.1310.03	71.1	232761,97	28776,07	203985,9	1.08	3098,5
<b>Розділ 3. Стіпи та перегородки</b>										
41	<b>ФЕР08-04-003-01</b>	Укладання перегородок з газобетонних блоків товщиною клею: 100 мм при висоті поверхів до 4 м (100 м2)	23	888,35518,54	110,3316,1	20432,05	11926,42	2537,59370,30	62.4	1435,2
42	<b>ФССК-14.1.04.01-0101</b>	Клеювий склад «Альфафікс» (кг)	4879,22	25.82	00	125981,46				
43	<b>FSSC-05.2.02.09-0013</b>	Блоки з ніздроватого бетону 1 категорії, об'ємна маса: 500 кг/м3, клас В 2,5 (м3)	232.3	687,19		159634,24				
<b>Розділ 4. Покрівля</b>										
44	<b>ФЕР12-01-013-03</b>	Утеплення покриттів плитами: мінеральна вата або перліт на бітумній мастиці в один шар (100 м2)	1.16 116/100	1430,17433,09	126,2410,68	1659 рік	502,38	146,4412,39	45,54	52,8
45	<b>FSSC-12.2.05.07-0006</b>	Плити теплоізоляційні пінополістиролбетонні «Симпроліт»: одношарові без пазів, марка СОН 15, розмір 750x1000x150 мм (м2)	119,48	224,74		26851,94				

46	<b>ФЕР12-01-015-01</b>	Облаштування гідроізоляції: клей в один шар (100 м2)	7,75 775/100	1783,9164,59	78.213,6	13825,23	1275,57	606.1327,90	17,51	135,7
47	<b>ФЕР11-01-011-01</b>	Конструкція стяжки: цементні стяжки товщиною 20 мм (100 м2)	7,75 775/100	356,49313,71	44.2417,15	2840,3	2431,25	342,86132,91	39,51	306,2
49	<b>FSSC-04.1.02.02-0009</b>	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого порцеландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	15,81	850,61		13448,14				
48	<b>ФЕР11-01-011-02</b>	Конструкція стяжок: за кожні 5 мм зміни товщини стяжки додати або видалити ціну 11-01-011-01 (100 м2)	2,325 7,75*0,3	11693,97	7722,84	27,18	9,23	17 956,60	0,5	1,10
50	<b>FSSC-04.1.02.02-0009</b>	Важкий бетон для гідротехнічних споруд (з використанням сульфатостійкого порцеландцементу), клас: В25 (М350)(м3)	1,18575	850,61		1008,61				
51	<b>ФЕР11-01-004-01</b>	Влаштування гідроізоляції ламінованими матеріалами: на бітумну мастику перший шар (100 м2)	7,75 775/100	2075.7520,45	308.6612,11	16086,68	4033,49	2392.1293,85	46,18	357,9



53	FSSC- 12.1.02.07- 0061	Рулонний покрівельний гідроізоляційний матеріал накопичений (ТУ 5774-001-50148848-2009), марка: «Стеклогідроізол Полі-Супер СКП», сірий гранульований (м2)	899	34.01	30574,99					
52	ФЕР11- 01-004-02	Влаштування гідроізоляції ламінованими матеріалами: на бітумну мастику, тильний шар (100 м2)	23:25 7,75*3	1107.12313.98	151 426,94	25740,54	7300,04	3520,52161,36	27,86	647,7
54	FSSC- 12.1.02.07- 0061	Рулонний покрівельний гідроізоляційний матеріал накопичений (ТУ 5774-001-50148848-2009), марка: «Стеклогідроізол Полі-Супер СКП», сірий гранульований (м2)	2697	34.01	91724,97					
55	ФЕР16- 05-001-01	Монтаж кальпаків (шт.)	одинадцять	42.0413.33	3.50.12	462,44	146,63	38,51,32	1.47	16.1
56	FSSC- 05.1.04.25- 0061	Фланцеві фітинги (шт.)	одинадцять	1342,75		14770,25				
57	FSSC- 07.2.03.06- 0051	Фланці: Ф1, Ф2 (шт.)	22	12.53		275,66				

**Розділ 5. Заповнення отворів**

58	<b>ФЕР10-01-034-02</b>	Монтаж віконних блоків з ПВХ-профілю в житлових і громадських будівлях: стаціонарних з площею отвору більше 2 м2 (100 м2)	20.71 2071/100	9315.651201,14	255.2150,32	192927,11	24875,61	5285.41042.13	137,43	2846,13
59	<b>ФССК-11.3.01.01-0001</b>	Блоки пластикові віконні (м2)	2071	1396,62		2892400,02				
60	<b>ФЕР10-01-047-01</b>	Монтаж блоків ПВХ в зовнішніх / внутрішніх отворах в кам'яних стінах з площею отвору до 3 м2 (100 м2)	19.2 1920/100	15965,861780,86	267.435,59	306544,51	34192,51	5134.081067.33	201	3859,2
61	<b>FSSC-11.2.02.02-0033</b>	Дверні блоки одноствулкові з каркасними полотнами: Ду 21-13Б, площа 2,65 м2; DN 24-13В, площа 3,04 м2 (м2)	1920 рік	244,08		468633,6				

**Розділ 6. Підлоги**

62	<b>ФЕР11-01-036-01</b>	Монтаж лінолеумного покриття на клей (100 м2)	121 12100/100	397.05352,34	43 810,53	48043,05	42633,14	5299.81274.13	42.4	5130,4
63	<b>FSSC-01.6.03.04-0171</b>	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній основі марок ПР-ВТ, ВК-ВТ, ЕК-ВТ (м2)	12342	67,8		836787,6				

64	ФССК-14.1.04.01-0101	Клейовий склад «Альфафікс» (кг)	6050	25.82	156211					
65	ФЕР11-01-047-01	Монтаж покриття на плити керамограніта розміром: 40x40 см (100 м2)	22.64 2264/100	21576.862713.07	24.1517.51	488500,11	61423,9	546.76396.43	310.42	7027,9
66	FSSC-11.2.04.05-0002	Рейки дерев'яні вагонки розміром 30x60x2000 мм (м3)	0,2264	1167,5	264,32					
<b>Розділ 7. Зовнішнє оздоблення</b>										
67	ФЕР15-01-019-01	Рівне покриття стін, стовпів, пілястр і угосів (без карнизів, цоколів і кутових плиток) без монтажу сантехнічної плитки на цементному розчині: по цеглі та бетону (100 м2)	9302,4 930240/100	2890.372093.04	29.8211.44	26887377,89	19470295,3	277397,57106419,46	228	212094
68	FSSC-05.2.04.01-0001	облицювальна цегла (м2)	93024	1517,28	141143454,7					
69	ФЕР08-02-006-01	Шов кладки: цегла (100 м2)	9302,4 930240/100	210,68210,68	1959829,63	1959829,63			21.9	203722,0

**Розділ 8. Внутрішнє оздоблення**

70	<b>ФЕР15-02-019-02</b>	Суцільне вирівнювання внутрішніх бетонних поверхонь (одношарова штукатурка) вапняним розчином: стелі (100 м2)	144 <i>14400/100</i>	826.44454.52	9384,05	119007,36	65450,88	1350,72583,20	51.3	7387,0
71	<b>ФЕР15-02-016-03</b>	Штукатурка внутрішніх поверхонь будівлі цементно-вапняним або цементним розчином для каменю та бетону: покрішені стіни (100 м2)	150,5 <i>15050/100</i>	2040,68806,9	103,3859,9	307122,34	121438,45	15558,699014,95	85,84	12918,9
72	<b>ФЕР15-04-025-08</b>	Удосконалений живопис олійними композиціями по штукатурці: стіни (100 м2)	150,5 <i>15050/100</i>	1169,14462,66	7541,42	175955,57	69630,33	1134,77213,71	51.01	7677,0
75	<b>FSSC-14.4.02.04-0151</b>	Фарби олійні та алкідні білі, літопоніка густого втирання: МА-02) (г)	2,764685	22533		62296,65				
73	<b>ФЕР15-04-025-09</b>	Удосконалений живопис олійними композиціями по штукатурці: стелі (100 м2)	144 <i>14400/100</i>	1367,75568,69	7861,55	196956	81891,36	1131.84223.20	62.7	9028,8
74	<b>FSSC-14.4.02.04-0151</b>	Фарби олійні та алкідні білі, літопоніка густого втирання: МА-02) (г)	3,024	22533		68139,79				

Розділ 9. Будівництво елеваторів

76	<b>ФЕРм03-05-001-04</b>	Для кожної зупинки, більш-менш зазначеної в характеристиках ліфта, додайте або відніміть для ліфтів вантажопідйомністю: до 400 500 кг (од.)	два	940.16472.83	339 852,45	1880,32	945,66	679.6104.90	54.1	108.2
77	<b>ФЕРм03-05-001-06</b>	На кожен метр висоти шахти, більш-менш зазначеної в характеристиках ліфта, додавати або зменшувати для ліфтів вантажопідйомністю: до 400 500 кг (м)	33	90.0290.02		2970,66	2970,66		10.3	339,2
78	<b>ФЕРм03-05-001-03</b>	Ліфт пасажирський зі швидкістю кабіни до 1 м/с: вантажопідйомність 1000 кг, кількість зупинок 12, висота шахти 44 м (од.)	1	28572,71/14805,56	10775,56/633,13	28572,71	14805,56	10775,56/633,13	1694 рік	1694 рік
79	<b>ФЕРм03-05-001-07</b>	На кожен метр висоти шахти, більш-менш зазначеної в характеристиках ліфта, додавати або зменшувати для ліфтів вантажопідйомністю: до 1000 кг (м)	24	116,24/116,24		2789,76	2789,76		13.3	319,2
<b>Розділ 10. Різні роботи</b>										
80	<b>ФЕР10-01-052-04</b>	Пристрій: навіси (м2)	16	110.244.44	1310,23	1763,2	711,04	20 963,68	4.9	78.2

81	<b>ФЕР20-05-001-01</b>	Монтаж вентиляційних камер (м2)	151	249.3238,92	5840,46	37647,32	5876,92	881.8469,46	4,14	625,14
82	<b>ФЕР08-01-002-03</b>	Будівництво основи для зовнішніх входів: щобіль (м3)	20	69.9420,43	49 145,56	1398,8	408,6	982.8111,20	2,5	50,00
83	<b>ФЕР08-06-001-01</b>	Влаштування сміттєпроводу зі стволом з хризотилцементних труб в 9-ти поверховому будинку з п'ятьма засувками загальною висотою 25 м (сміттєпровід)	1	9487.01622,26	1183,58171,07	9487,01	622,26	1183,58171,07	72,95	72,95
86	<b>FSSC-18.1.04.02-0009</b>	Клапани зворотні однодискові поворотні 19ч21бр на тиск води і пари 1,6 МПа (16 кгс/см2), діаметр 400 мм (шт.)	5	3621,58		18107,9				
84	<b>ФЕР08-06-001-02</b>	Для кожного поверху вище або нижче дев'ятого при установці сміттєпроводу подаги або виключити з ціни 08-06-001-01 (сміттєпровід)	одинадцять	525,7350,75	116,8917,77	5783,03	558,25	1285,79195,47	5,95	65,45
85	<b>FSSC-18.1.04.02-0009</b>	Клапани зворотні однодискові поворотні 19ч21бр на тиск води і пари 1,6 МПа (16 кгс/см2), діаметр 400 мм (шт.)	5.5	3621,58		19918,69				

Загальні прямі витрати за оцінкою в базових цінах	193456750,1	23212917,81	3392485,91561934,52		253489
Загальні витрати	25547173,08				
Орієнтовний прибуток	18943683,53				
<b>Усього за кошторисом:</b>					
Загальний обсяг будівельних робіт	232878843,8				253243
Загальні монтажні роботи	68762,99				2461,3
Всього	232947606,7				253489
в тому числі:					
Матеріали	166851346,4				
Машини і механізми	3392485,91				
Нарахування заробітної плати	23774852,33				
Загальні витрати	25547173,08				
Орієнтовний прибуток	18943683,53				
<b>ВСЬОГО за кошторисом</b>	<b>223301328,7</b>				<b>253489</b>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5 **Науково-дослідна частина**  
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## Аналіз впливу корозійних пошкоджень на міцність зчеплення арматури

з бетоном

### Актуальність теми

Утворення залізобетону як матеріалу для будівельних конструкцій зумовлено необхідністю забезпеченням зчеплення арматури з бетоном. За рахунок зчеплення зусилля розтягу або стиску в арматурі передаються на бетон, здійснюється перерозподіл зусиль між арматурою і бетоном після утворення тріщин, анкерування кінців арматури в опорних вузлах, з'єднаннях, місцях обриву стрижнів і таке інше.

Результатом взаємодії арматурного стрижня з бетоном є виникнення сил зчеплення, які інтегрально оцінюються величиною умовних дотичних напружень, які діють на поверхню контакту арматури з бетоном. Величина дотичних напружень залежить від фізико-механічних характеристик бетону і геометричних параметрів профілю і стану поверхні арматури.

Найбільш значущими факторами впливу характеристик бетону є його міцність, тип цементу, гранулометричний склад і рухливість суміші, технологія ущільнення, час і умови твердіння, положення арматури при бетонуванні, товщина захисного шару.

Найбільш значущими факторами впливу арматури є профіль перерізу і стан поверхні. Для арматури періодичного профілю зчеплення з бетоном забезпечується за рахунок зм'яття бетону між поперечними виступами профілю, адгезією і силами тертя на поверхні контакту арматури і бетону.

Основним фактором, який визначає вплив адгезії і сил тертя на зчеплення з бетоном є стан поверхні арматури. Корозійні пошкодження на поверхні арматури, які виникають при перевезенні і зберіганні (атмосферна корозія) можуть впливати на адгезію арматури з бетоном, підлягають вивченню для оцінки можливості застосування такої арматури.

### Постановка проблеми

В останні десятиліття корозія була визначена як найпоширеніша причина, яка загрожує довговічності залізобетону (ЗБ). В останні десятиліття корозію визначають як найбільш поширену причину, що загрожує довговічності залізобетонних конструкцій (ЗБК) в умовах агресивного середовища. Це призводить до величезних прямих і непрямих витрат [1,2]. Національна асоціація інженерів з корозії (NACE) [3] повідомила, що корозія

спричиняє щорічні збитки у розмірі 2,5 трильйонів доларів США у всьому світі. На рисунку 5.1 показано щорічні частку щорічних втрат у різних країнах.

**Аналіз публікацій** Дослідники продемонстрували, що цей зв'язок є більш вразливим до корозії. Auyeung та ін. [4] підтвердили, що погіршення міцності зчеплення необмеженого бетонного зразка з корозійною сталеву арматурою (арматурою) є набагато більш критичним, ніж втрата поперечного перерізу. Згідно з їхніми висновками, зменшення діаметра на 2% може призвести до втрати зв'язку на 80%. Дослідження Li та Zheng [5] також показує, що структурна деградація зв'язку варіюється більше, ніж втрата жорсткості та міцності. Таким чином, корозійно-індукована деградація зв'язку стає дуже актуальною. Однак механізми зчеплення між арматурою та бетоном є досить складними через багато факторів впливу. Незрозумілість може збільшитися, якщо дослідити вплив корозії на з'єднання. Незважаючи на те, що дослідники інтенсивно вивчали цю тему, залишається кілька прогалин у знаннях. Крім того, запропоновані моделі деградації міцності зв'язку через корозію арматури в літературі розпорошені.

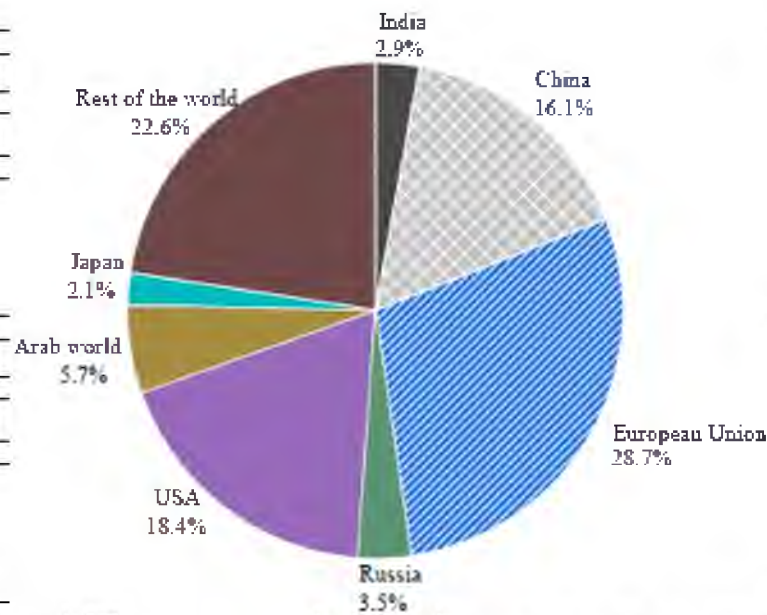


Рисунок 5.1 Економічні втрати від корозії

Деякі автори також опублікували оглядові статті за даною темою у зв'язку із швидким збільшенням літератури [6-8]. Лундгрєн [6] (2007) систематично описав вплив корозії на зв'язок між арматурою та бетоном. Аналіз методом скінчених елементів забезпечив базове розуміння різних випадків. Результати МСЕ потім порівнюються з дослідженнями експериментальних робіт, щоб надати загальне уявлення про вплив типу арматури, наявності стрем'янок та утримання бетону. Манчіні і Тондоло [4]

(2014) розглянули дослідження корозійної деградації зв'язків в елементах RC. Вплив довжини з'єднання у поєднанні з різними методами випробування з'єднання були узагальнені в дослідженні. У 2019 р. Дін та ін. [8] проаналізували останні дослідження щодо погіршення зчеплення корозійно пошкодженої арматури під дією циклічних або монотонних навантажень.

В огляді описано найвпливовіші фактори, що впливають на корозійну деградацію зв'язку. Крім того, порівнюються різні запропоновані моделі для оцінки поведінки з'єднання (міцність з'єднання і крива "напруження-ковзання"). Вони підкреслили, що моделі деградації здебільшого базуються на конкретних результатах випробувань і ще не є узагальненими.

**Метою дослідження** є визначення найпоширеніших методів, результатів і напрямів експериментальних досліджень стосовно впливу корозії на міцність зчеплення арматури з бетоном шляхом систематичного огляду літератури.

**Задачі досліджень:**

1. Провести аналітичний огляд наявних літературних джерел за темою дослідження.

2. Провести порівняльний аналіз методів та результатів експериментальних досліджень впливу корозії на міцність зчеплення арматури з бетоном.

3. На основі порівняльного аналізу досліджень:

- виявити найбільш та найменш досліджені параметри, які впливають на оцінку впливу корозії на міцність зчеплення;

- визначити найбільш точні моделі зниження зчеплення арматури з бетоном внаслідок корозії;

- визначити найбільш перспективні напрямки подальших досліджень за даною тематикою.

**Результати роботи** – на основі аналітичного огляду наявних літературних джерел за темою експериментальних досліджень впливу корозії на міцність зчеплення арматури з бетоном виявити найбільш та найменш досліджені параметри, найбільш точні моделі досліджень, а також перспективні напрямки подальших досліджень за даною тематикою.

**Об'єкт дослідження:** зчеплення з бетоном арматури періодичного профілю з корозійними пошкодженнями внаслідок атмосферної корозії.

**Предмет дослідження:** експериментальні дослідження та моделі урахування впливу корозії на міцність зчеплення арматури з бетоном

## 5.1 Експериментальні зразки та методи досліджень зчеплення арматури

з бетоном

### 5.1.1 Зразки з виведених з експлуатації споруд

Найбільш наочні та реалістичні умови досягаються при використанні природно зіпсованих зразків для дослідження впливу корозії. Автори [16-19] досліджували вплив корозії на торцеве анкерне кріплення шляхом проведення випробування на чотириточковий згин списаних крайніх балок зі Сталлбека (Швеція). Однак, випробування зразків зі знятої з експлуатації виведених з експлуатації конструкцій може бути складним завданням, оскільки впливові фактори, ймовірно неконтрольовані. Таким чином, дані можуть бути лише інформативними. У нещодавній статті Lundgren та ін. [20] запропонували підхід для вибору і розробки випробувань на міцність з використанням зразків з виведених з експлуатації конструкцій.

### 5.1.2 Метод прискореної корозії

Природна корозія є відносно повільним явищем. Для відтворення цього явища в лабораторних умовах зазвичай використовують методи прискореної корозії, зокрема, сухий-вологий цикли "сухий-вологий", випробування сольовим туманом і прискорену електричну корозію. Випробування на електричну прискорену корозію часто використовують для вивчення характеристик з'єднання кородованих РС через його переваги. (короткий час, контрольована густина струму та портативне випробувальне обладнання) [21].

Цей підхід є переважно електрохімічним за своєю природою, коли арматура слугує анодом, а пластини з нержавіючої сталі або міді - катодом. Потім корозію арматури прискорюють за допомогою постійного струму. Для забезпечення нормального проведення випробування на корозію під дією електричного струму до свіжого бетону часто додають приблизно 5% хлориду натрію.

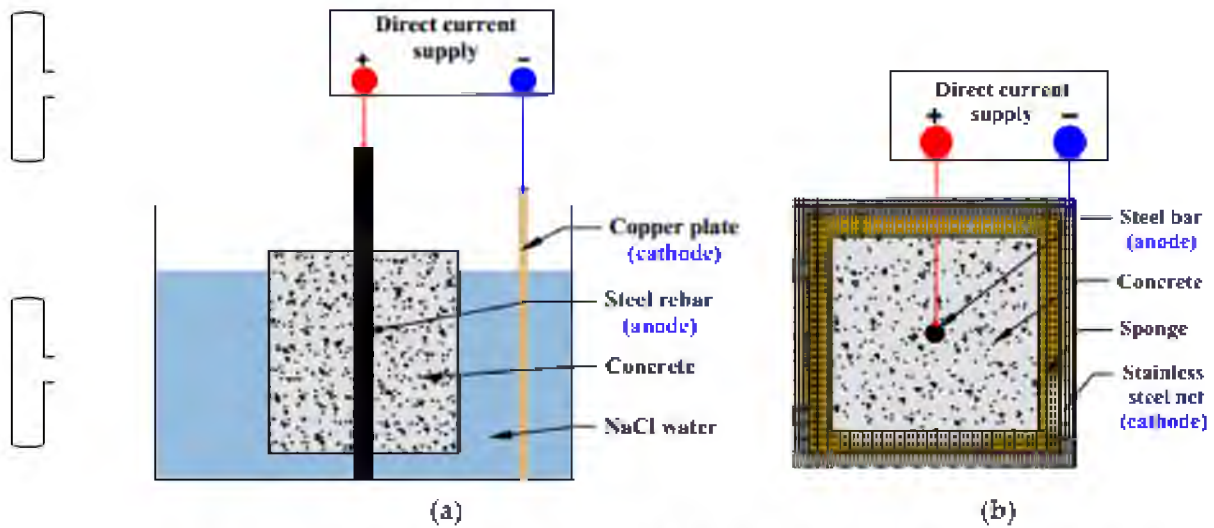


Рис. 5.2 Прискорений електричний метод:  
(а) занурений зразок; (б) загорнутий зразок

### 5.1.3 Експериментальна установка для тестування зчеплення

#### 5.1.3.1 Тест на витягування

Дослідники використовували тест на витягування для вимірювання міцності зв'язку через його простоту та високу відтворюваність. Він полягає в застосуванні сили розтягування до сталевих стрижнів, що витягуються сталеві стрижні, вмонтовані в бетон, як показано на рис. 5.3. Коротка довжина зв'язку (переважно в п'ять в п'ять разів більша за діаметр арматури) зазвичай використовується для того, щоб зосередити увагу на локальній поведінці зчеплення.

Залежно від положення основної випробовуваної арматури, випробування на висмикування можна назвати центральним або ексцентричним. Однак при випробуванні на витягування арматура знаходиться в стані розтягування, а бетон - в стані стиснення, що не відображає реальну ситуацію в конструкції. Щоб подолати цей недолік, AuYeung та ін. [4] використали модифіковану версію випробування на концентричне витягування.

Вони встановили дві вирівняні арматури з різною довжиною закладення. Один кінець довшої арматури фіксується, а коротший кінець витягується для визначення міцності зчеплення (рис. 5.4).

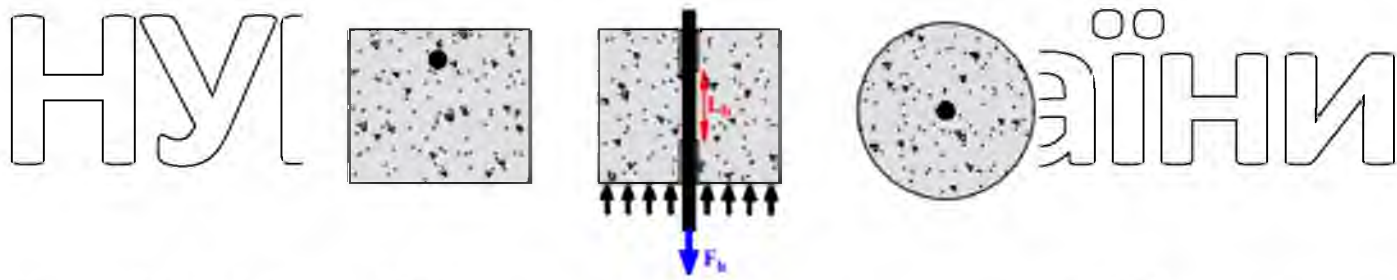


Рисунок 5.3 Випробування на витягування

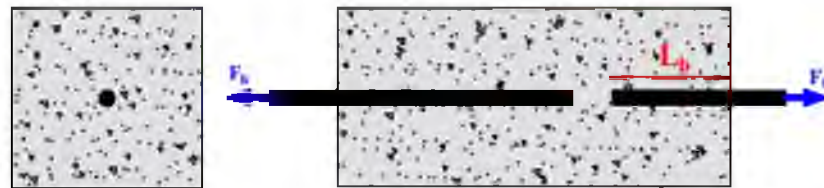


Рисунок 5.4 Випробування на висмикування, модифіковане Аусенгом

### 5.1.3.2 Балковий тест

Деякі автори також оцінювали поведінку з'єднання, використовуючи балку при чотириточковому згині для відтворення фактичних напружень у РС-балках [18, 22-25]. Ефективність з'єднання вимірюється за допомогою сталевих стержнів, розташованих в зоні розтягування, як показано на рис. 5.4 Мангат і Елгарф [26] використовували інший варіант шарнірної балки (рис. 5.5, б). Порівняно з випробуванням на витягування, випробування балки є більш реалістичним, включаючи згинальний момент і зсув в РС елементі [27]. Крім того, зв'язок досліджується, коли і бетон, і арматура перебувають під напруженням.

Однак випробування балкою, як правило, менш поширене через його складність, високу вартість і відносно низьку відтворюваність. вартості та відносно низької відтворюваності. Тому Чана [28] розробив зразок кінця балки з паралельними брусками, вилитими навколо чотирьох кутів. В результаті міцність зчеплення можна перевірити як для умов верхнього, так і для нижнього лиття. (рис. 5.6).

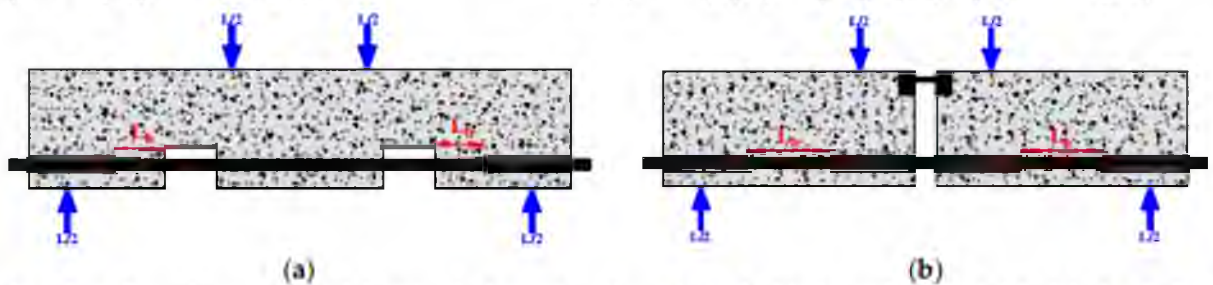


Рис. 5.5 Балковий тест: (а) з кишенею; (б) з шарніром

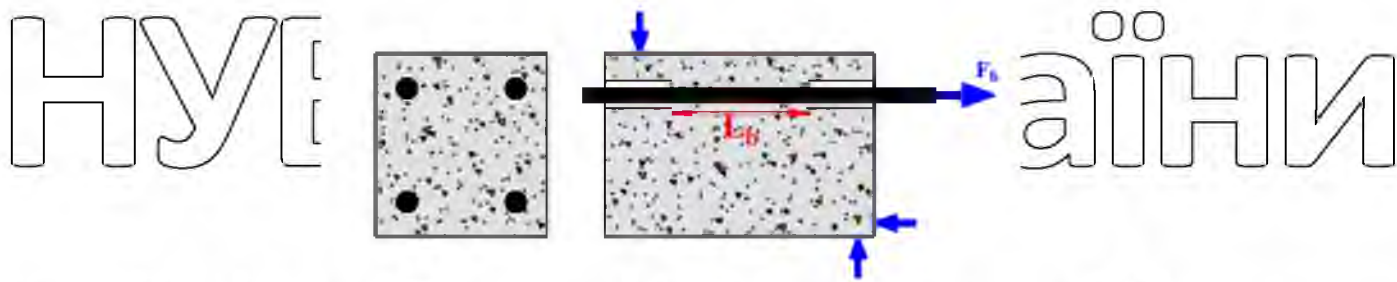


Рис. 5.6 Тест кінця балки, запропонований Чаною [28]

Крім того, Ханджарі та ін. [29] ще більше спростили балковий тест. Як показано на рис. 5.7, було обрано лише опорну частину кінця балки і змодельовано силу реакції цієї частини було змодельовано силу реакції

частини, що зменшило вартість випробування та покращило повторюваність.

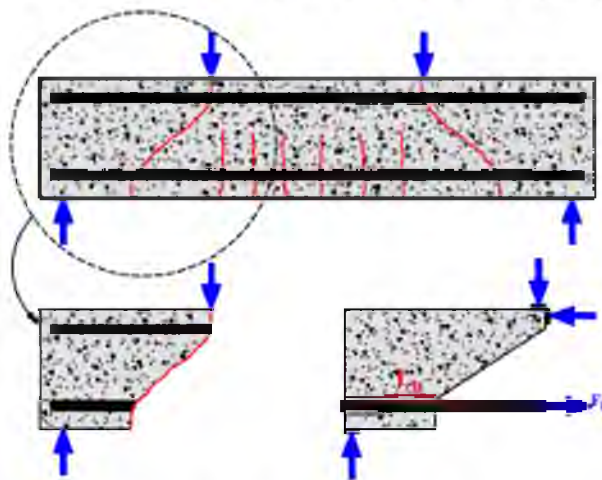


Рис. 5.7 Модифікований балковий тест за Ханджарі та ін. [29]

Наявність корозії збільшує невизначеності, що призводить до більшого розкиду міцності з'єднання. Кожен метод випробування має певні характеристики поведінки з'єднання.

Тому не можна визначити єдиний стандарт для випробування з'єднання, оскільки жодне випробування не може повністю описати поведінку з'єднання.

## 5.2 Погіршення міцності зв'язку через корозію

### 5.2.1 Корозія основної арматури

У кількох дослідженнях вивчався вплив поздовжньої корозії арматури на міцність з'єднання [30-35]. Результати вказують на загальну тенденцію погіршення міцності з'єднання внаслідок корозії. На рис. 5.8 показано відношення міцності з'єднання корозійної арматури до некорозійної арматури

при різних ступенях корозії. Тенденція деградації характеризується трьома стадіями. На стадії 1 (низький рівень корозії) виробництво експансивних продуктів корозії може покращити зчеплення з арматурою, збільшуючи міцність зчеплення. Експансивні матеріали можуть розтріскувати бетонне покриття в міру розвитку корозії, швидко знижуючи міцність з'єднання (стадія 2). На стадії 3 (високий рівень корозії) міцність з'єднання не змінювалася зі збільшенням втрати маси, асимптотично наближаючись до межі. Значне погіршення стану ребер призвело б до поведінки типу тертя, порівнянної з гладкими стрижнями [36-39]. Як наслідок, міцність зв'язку міцність зв'язку повільно зменшується на стадії 3.

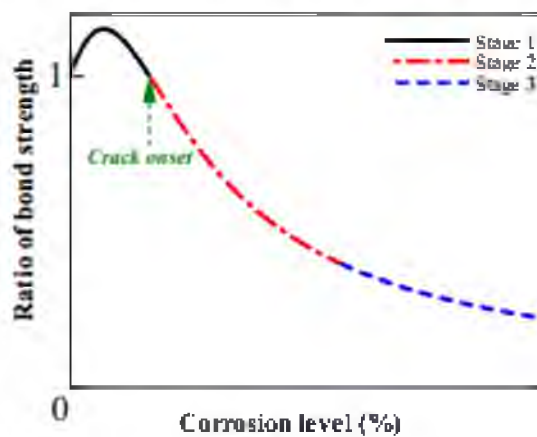


Рис. 5.8 Зниження міцності зчеплення у зв'язку із рівнем корозії

## 5.2.2 Основні фактори, які впливають на міцність зчеплення корозійних зразків

Вибрані статті показали, що на погіршення міцності зчеплення впливають декілька факторів, включаючи тип корозії (рівномірна/точкова, спричинена хлоридами або карбонізацією; вологе або сухе середовище); кількість стрем'янки; положення основного стержня, бетонне покриття; діаметр стержня та міцність бетону. Однак цей огляд включав лише три фактори (міцність бетону, співвідношення діаметра бетонного покриття до діаметра арматури та кількість стрем'янок). Ці фактори були ці фактори були обрані, оскільки автори вважали, що вони мають найбільш значний вплив.



Крім того, обрані фактори впливу є досить чітко визначеними.

# НУБІП України

## 5.2.3 Вплив міцності бетону

Ефективність з'єднання нормальних ЗБ елементів пропорційна міцності бетону. Збільшення міцності бетону призводить до збільшення міцності з'єднання. Ялєнер та ін. [40,41] досліджували вплив міцності бетону на втрату зчеплення через корозію. Вони провели випробування на витягування необмежених зразків з двома різними міцностями бетону (23 МПа і 51 МПа).

Результати, наведені на рис. 5.9, показали, що корозійні зразки з вищою міцністю бетону показали більш значну деградацію міцності з'єднання. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що крихкість корозійних зразків спричинила різку втрату міцності зчеплення. Продукти корозії не дифундують швидко в пори бетону через відмінний опір проникності у високоміцному бетоні. Тому накопичення експансивних продуктів навколо арматури призводить до більш знанної ширини індукованих тріщин, що призводить до більш серйозного погіршення міцності з'єднання [42,43].

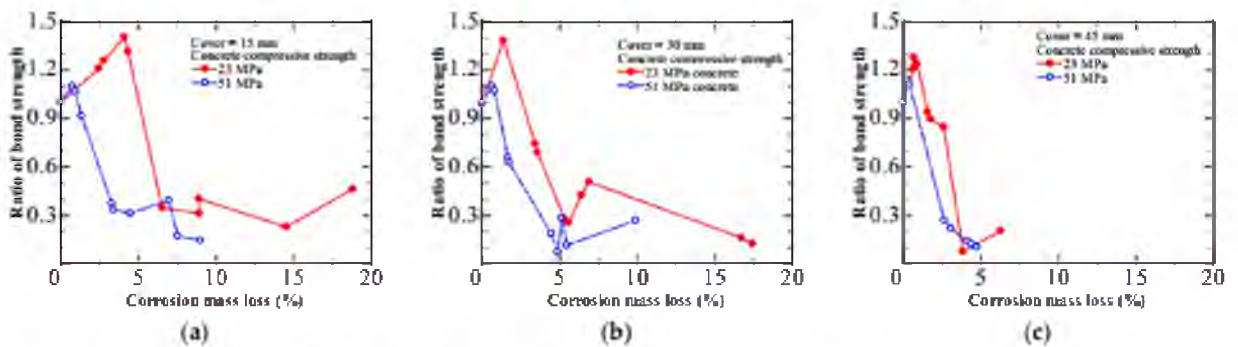


Рис. 5.9 Вплив міцності бетону від руйнування зчеплення згідно Ялєнеру та ін. [40]:

а) захисний шар – 15 мм; б) захисний шар – 30 мм; в) захисний шар – 45 мм

На рис. 5.10 показані результати досліджень Чжоу та ін. [44,45]. Вони досліджували вплив міцності бетону на деградацію з'єднання, використовуючи дві різні бетонні суміші (20,7 МПа і 44,4 МПа) у зразках зі стременами. На противагу цьому, вони виявили, що міцність бетону на стиск не впливає на тенденцію деградації зв'язку. Вони підкреслили, що змішування

різних режимів руйнування може ускладнити спостереження за впливом міцності бетону.

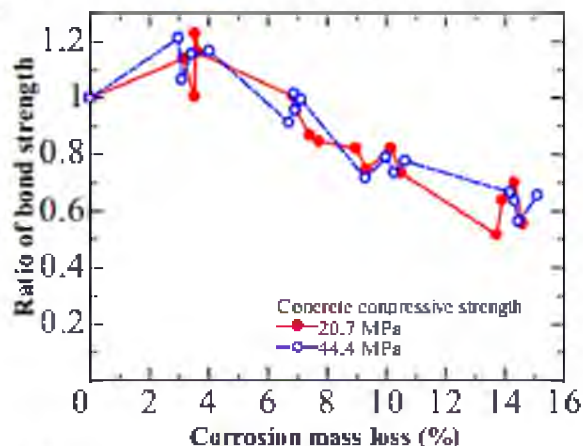


Рис. 5.10 Вплив міцності бетону на руйнування з'єднання згідно Чжоу та ін. [42]

#### 5.2.4 Вплив відношення захисного шару до діаметру стержня $c/d$

Відношення товщини бетонного покриття  $c$  до діаметру сталевого стержня  $d$  ( $c/d$ ) часто розглядається як вирішальний елемент, що впливає на міцність з'єднання. Було помічено, що міцність з'єднання зростає зі збільшенням  $c/d$ . Однак це збільшення є обмеженим; наприклад, міцність з'єднання залишається стабільною, коли  $c/d \geq 3$  у зразку без стрижнів [46]. Аль-Сулаймані та ін. [31] провели витягування з використанням корозійних зразків, де було прийнято три співвідношення покриття до діаметра ( $c/d$ ): 3,75, 5,36 і 7,5 для 20, 14 і 10-міліметрових стержнів, відповідно. Дані показали, що для початку розтріскування необхідно 4% корозії для співвідношення  $c/d$  7; однак для розтріскування зразків із співвідношенням  $c/d$  3 необхідно близько 1%. Вони припустили, що співвідношення покриття до діаметру ( $c/d$ ) можна вважати важливим фактором, який виражає антикорозійний захист.

Крім того, Al-Sulaimani та ін. [31] показали, що погіршення зв'язку є більш серйозним у зразках з меншим  $c/d$ , як показано на рис. 5.11, а. Результати Amleh та ін. [32], показані на рис. 5.11, б, узгоджуються з результатами Al-Sulaimani та ін. Бетон все ще може передавати напруження

через тріщини. В результаті залишкового утримання зразки з більш значним бетонним покриттям продемонстрували більшу міцність зчеплення.

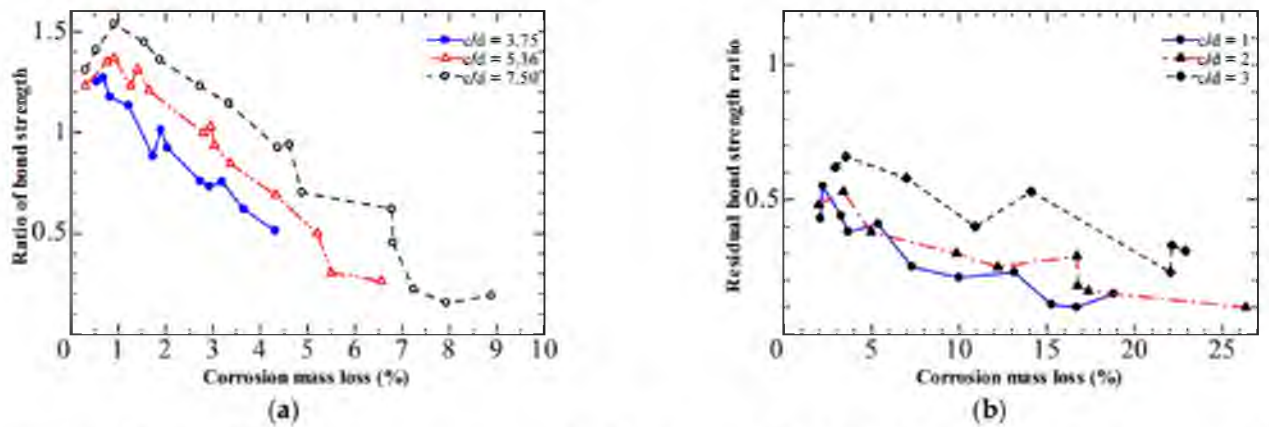


Рис. 5.11 Вплив відношення захисного шару до діаметру стержня c/d на руйнування зчеплення:

а) у дослідженнях Ель-Сулеймані та ін.[31]; б) у дослідженнях Амлах та ін.

### 5.2.5 Вплив поперечної арматури [32]

Вплив поперечної на погіршення якості з'єднання в результаті корозії є двоякий. Дослідження показали, що поперечна арматура може підвищити міцність бетону, обмежуючи ширину тріщин внаслідок корозії [47-51], як показано на рисунку 5.12. По-друге, декілька авторів досліджували вплив корозії поперечної арматури на деградацію зчеплення. Fang та ін. [38,39]

провели випробування на осьове витягування корозійних зразків із хомутами і без них. Вони виявили, що помірний швидкість корозії (близько 4%) не має значного впливу на міцність з'єднання. Однак деградація зчеплення спостерігалася, коли ступінь корозії перевищував 6%. Чжоу та ін. [52] зосередилися на впливі корозії на характеристики з'єднання залізобетону.

Вони дійшли висновку, що міцність з'єднання покращується, коли ступінь корозії стремена становить менше 10%. Однак деградація зчеплення спостерігалася, коли ступінь корозії стремена досягав 15%. Ці висновки, ймовірно, пов'язані з корозією хомута, яка спричиняє напруження обруча, що

діє всередині та ззовні. Це напруження може призвести до розтріскування покриття і посилили зв'язок з бетоном основи, де знаходиться випробувана арматура [53-55]. В результаті міцність зчеплення може збільшитися.

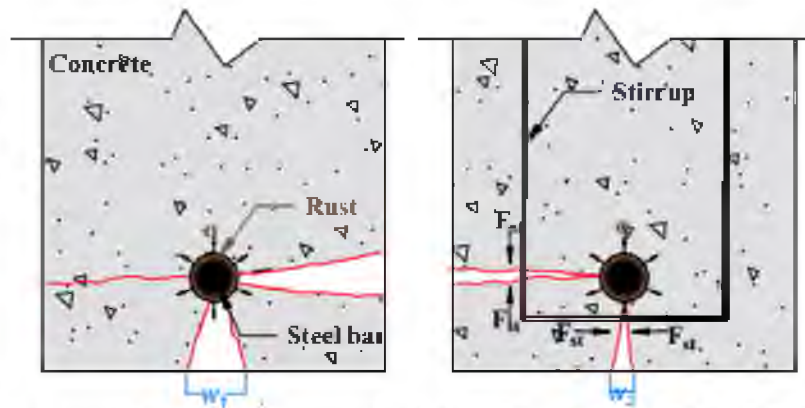


Рис 5.12 Вплив хомутив на розтріскування покриття, спричинене корозією

Попередні дослідження визнали, що достатня кількість стремен може підтримувати зв'язок навіть у бетони з тріщинами. Однак, стремена часто мають незначне бетонне покриття і є найбільш вразливими до корозії. Крім того, Наніагі та ін. [29] дійшли висновку, що значна деградація зв'язку відбувається лише тоді, коли рівень корозії стремена надзвичайно високий.

Однак деякі ніжки стремен зламани в точках пітінгу або майже зруйновані рівномірною корозією. корозією в таких екстремальних ситуаціях.

### 5.3 Моделювання міцності зчеплення арматури внаслідок корозії

Дослідники використовують різні методи для отримання моделей для прогнозування корозійної деградації міцності з'єднання. Більшість моделей ґрунтуються на конкретних експериментальних дослідженнях та розглядають різні параметри.

Крім того, Ван та ін. [56,57] і Бхаргава та ін. [58,59] використовували підхід товстостінного циліндра, щоб запропонувати теоретичну модель, яку згодом підтвердили експериментальні результати. Інші автори також збирали дані з попередніх досліджень, щоб запропонувати моделі деградації зв'язків за допомогою статистичного аналізу [60,61] або глибокого навчання [62-65].

Основним обмеженням цих моделей є те, що вони ґрунтуються на

припущеннях щодо значення основних входних факторів, які не піддаються послідовному вимірюванню.

Крім того, моделі проходять через послідовність складних методів інтеграції та виведення. У цьому джерелі [66] наведено велику базу даних експериментальних досліджень щодо руйнування зчеплення внаслідок корозії.

У наступних підрозділах представлені деякі емпіричні моделі. Запропоновані моделі можна розділити на дві основні категорії: модель, що базується на корозійній втраті маси, і модель, яка базується на ширині тріщини.

### 5.3.1 Моделі, які базуються на корозійній втраті маси

Запропоновані моделі [4, 42, 67-70] узгоджуються з експериментальними даними, для яких вони були відкалібровані. Рисунок 5.13 вказує на незначну узгодженість між запропонованими моделями, незважаючи на деяку схожість тенденцій руйнування.

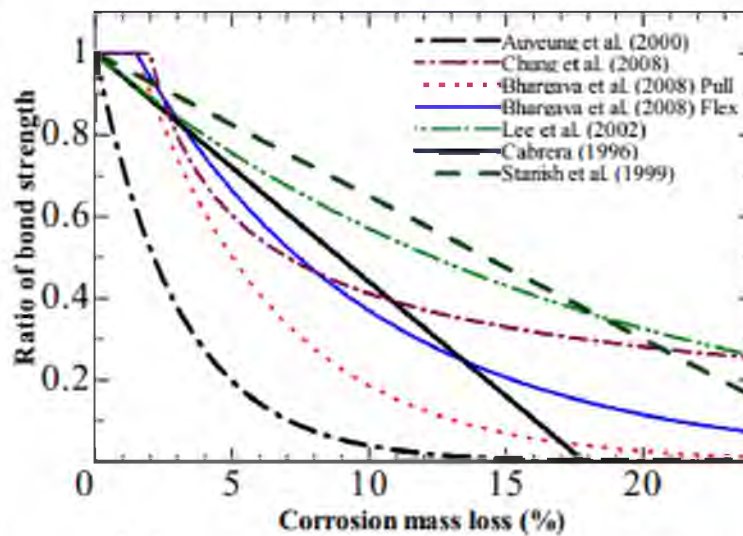


Рис. 5.13 Порівняння результатів розрахунку моделей, які базуються на корозійній втраті маси

Майже у всіх запропонованих емпіричних моделях спостерігаються однакові тенденції до деградації.

Через обмежену кількість тестових даних, використаних для валідації, кожна модель стверджувала, що може оцінити втрату зв'язку з достатньою

точністю. Однак, моделі характеризуються дисперсією рівня втрати зв'язку. Розкид можна пояснити конструкцією зразка або невизначеністю, пов'язаною зі складним корозійним процесом.

Однак виявлено, що ця модель, де втрата маси є основним параметром, ймовірно, є складною для реалізації. Втрату маси кородованої арматури нелегко виміряти в реальних умовах. Тому для реалізації цих моделей інженерам спочатку знадобиться модель для кореляції вимірювань ширини поверхневих тріщин з "прихованою" внутрішньою корозією. Однак, багато невизначеностей, пов'язаних з кожною моделлю, можуть серйозно послабити корозію. Однак, багато невизначеностей, пов'язаних з кожною моделлю, можуть серйозно послабити її ефективність і точність.

### 5.3.2 Моделі, які базуються на ширині тріщини внаслідок корозії

Корозійне розтріскування поверхні легко вимірюється в реальних конструкціях і є зручна для практичного використання. Лоу та ін. [71-73] досліджували вплив розтріскування бетону на погіршення зчеплення. Вони стверджують, що міцність з'єднання корелює з шириною індуктованих тріщин, а не з рівнем корозії. шириною індуктованих тріщин, а не рівнем корозії. Крім того, вони підкреслили, що максимальна ширина тріщини максимальна ширина тріщини демонструє сильніший зв'язок, ніж середня. Крім того, в дослідженні тих же авторів підкреслили вплив відношення площі покриття до діаметру на погіршення стану [71].

Дані їхніх випробувань краще підходять під лінійну або логарифмічну функцію, оскільки корозія мало впливає на розтріскування при досягненні певної ширини тріщини.

Лін та ін. [74] зробили значний внесок, дослідивши взаємозв'язок між шириною поверхневих шириною поверхневих тріщин і деградацією з'єднання.

Вони використовували експерименти з прискореною корозією та ексцентричним витягуванням експерименти з прискореної корозії та ексцентрикового висмикування для вивчення впливу різних факторів, таких як

довжина зв'язку, бетонне покриття, рівень корозії та відстань між стрижнями. Вони запропонували математичну модель для оцінки втраг зчеплення використовуючи ширину поверхневої тріщини як основний параметр, що виражається рівнянням (5.2).

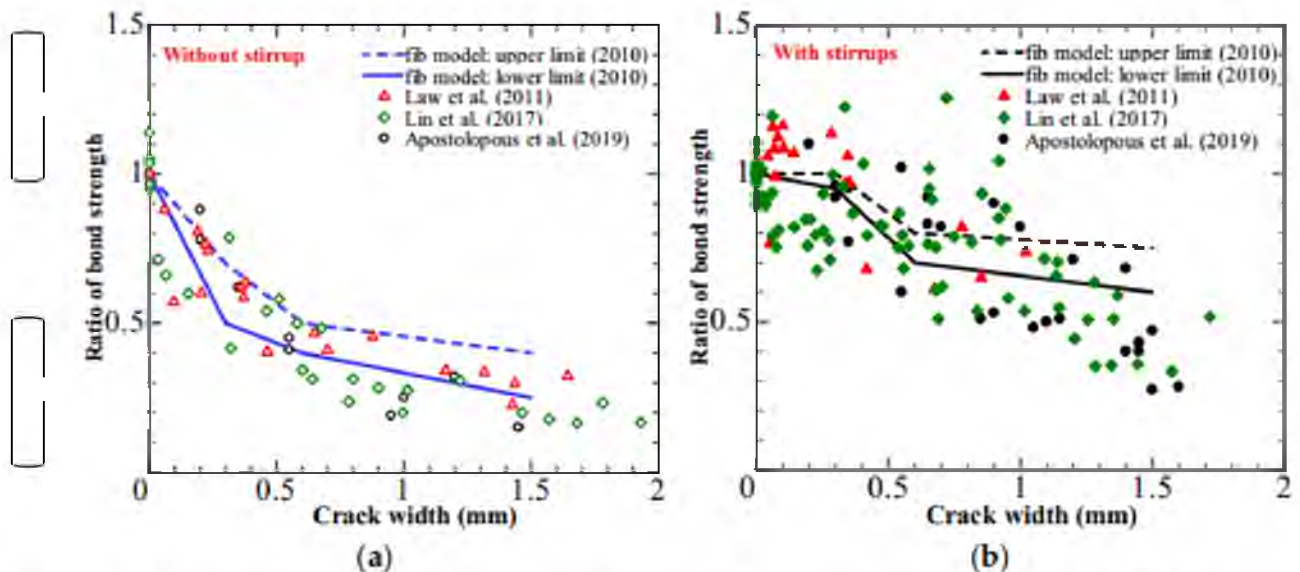
$$\tau_u(w_{ave}, w_{stave}) = \tau_u(0) D_{st} (1.0 - 0.9e^{-20p_{st}} (1.0 - e^{-1.73w_{ave}e^{-56.6p_{st}}})) \quad (5.1)$$

де  $w_{ave}$  - середня ширина поздовжньої тріщини;  $p_{st}$  - індекс стремена,  $p_{st} = A_{st}/CS_{st}$ ,

$A_{st}$  - площа поперечного перерізу стремена;  $S_{st}$  - відстань між стременими, а  $C$  - бетонне покриття.  $D_{st}$  є функцією середньої ширини бічної тріщини ( $w_{stave}$ )

$$D_{st} = 1 - 0.68 \left( \frac{w_{stave} d_{st}}{-0.29C_{st} + 1.58d_{st}} + 1 - \left( 1 - \frac{q}{d_{st}} (7.53 + 9.32 \frac{C_{st}}{d_{st}}) 10^{-3} \right)^2 \right) \quad (5.2)$$

де  $C_{st}$  - бетонне покриття стрем'янок;  $d_{st}$  - діаметр стрем'янки;  $q$  - коефіцієнт концентрації в ямі.



5.14 Порівняння моделі fib [75] з результатами випробувань в літературі [73,74,76]:

(а) зразки без хомути, (б) зразки із хомутами

Рис. 5.14 вказує на сильну кореляцію між шириною індукованих тріщин та погіршенням зв'язку у необмежених зразках. Крім того, оцінки коду фіб своєї моделі для зразків без обмежувачів добре передбачували. Розкид даних вищий для зразків зі стременими. Фібова модель не в змозі

передбачити збільшення міцності зчеплення, спричинене використанням хомутив.

# НУБІП УКРАЇНИ

## 5.4 Труднощі та нові напрямки досліджень

Корозія арматури призводить до зменшення перерізу сталі, зміни міжфазного шару бетон-арматура, а також до розтріскування бетону. Ці пошкодження повністю впливають на міцність зчеплення кородованого зразка. Однак ці ефекти призводять до труднощів в аналізі процесів на

# НУБІП УКРАЇНИ

фундаментальному рівні і зводять нанівець загальну точність запропонованих

моделей. Крім того, огляд літератури показав, що уніфікованої моделі для загальної достовірності поки що не існує. Розбіжності, виявлені в даних, в основному пов'язані з варіабельністю зразків, налаштуванням

# НУБІП УКРАЇНИ

експериментальної машини, швидкістю корозії або типом корозії (рівномірна

чи однорідна), типом корозії (рівномірна чи нерівномірна). Наступний

підрозділ підсумовує попередню роботу для вирішення цієї проблеми. Крім того, представлені нові альтернативи для практичних моделей.

# НУБІП УКРАЇНИ

### 5.4.1 Вплив ступеня корозії

Як правило, дослідники широко застосовують установки для прискореної корозії з різною густиною струму, щоб відносно швидко відтворити ефект природної корозії. Однак густина струму прискореної

# НУБІП УКРАЇНИ

корозії може бути в тисячі разів вищою, ніж виміряні в природних умовах

[79,80]. Деякі автори зосереджували увагу на впливі індукованої густини

струму на руйнування з'єднання. Було показано, що збільшення густини

струму було показано, що збільшення густини струму погіршує деградацію

зв'язку [81,82]. Крім того, Алонсо та ін. [83] дійшли висновку, що густина

# НУБІП УКРАЇНИ

струму зменшує вплив оксидування на розтріскування, можливо через

утворення оксидів з меншим коефіцієнтом об'ємного розширення. Крім того,

Corronelli [84] вказав, що деградація матеріалу під дією електричного струму

може погіршити деградація зв'язків при застосуванні високого рівня густини.

# НУБІП УКРАЇНИ



З іншого боку, дослідники вивчали погіршення зчеплення корозійних зразків, вилучених з виведених з експлуатації залізничних мостів [16-19]. Тахершамі та ін. [17] досліджували деградацію зв'язку через корозійно-індуковану ширину тріщин 32-річних природно кородованих залізобетонних

балок. Вони виявили більш значну ширину тріщин для заданих рівнів корозії, ніж попереди дослідники, які використовували прискорену корозію. На рисунку 5/15 показано, що зменшення міцності зв'язку в природно кородованому зразку було менш значним, ніж результати штучної корозії.

Вони пояснили цю різницю різницею між природною і прискореною корозією та кумулятивним впливом замерзання-відтавання і корозії. На закінчення вони заявили, що оцінка погіршення стану зв'язку за допомогою прискореної корозії буде на безпечній стороні.

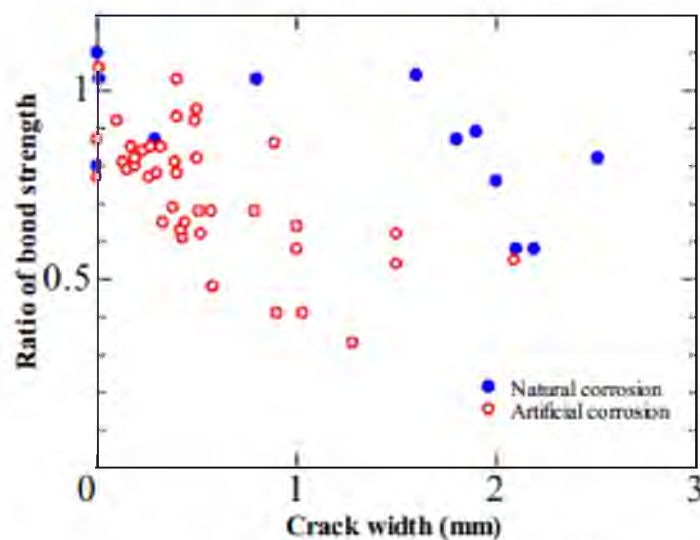


Рис. 5.15 Вплив ступеня корозії на руйнування зчеплення [17]

#### 5.4.2 Арматурний стержень із нерівномірною корозією

Попередні дослідження впливу корозії на міцність зчеплення зразків були проведені методом прискореної корозії з використанням імпресійних струмів. В результаті досліджувані арматура була рівномірно роз'їдена корозією. Таким чином, тільки механічне зчеплення і третя сирія міцності з'єднання кородованих зразків. Однак, природна корозія стає, як правило, є нерівномірною по поверхні арматури [23]. Таким чином, поверхня контакту

інтерфейси корозійних і некорозійних ділянок роблять свій внесок у з'єднання.

Для вирішення цієї проблеми цього, дослідження [85-88] були зосереджені на впливі нерівномірної корозії арматури на нерівномірної корозії арматури на

погіршення міцності з'єднання. Фу та ін. [87] застосували два режими корозії для корозійних зразків RC для індукції нерівномірної та рівномірної корозії.

На рисунку 20 показано, що деградація міцності з'єднання міцність з'єднання була загалом сильнішою у зразках з нерівномірною корозією, ніж у випадку рівномірної корозії. Погіршення стає більш помітним зі збільшенням рівня

корозії. зі збільшенням рівня корозії. Це, ймовірно, пов'язано з концентрацією

напружень в межах інтерфейсу.

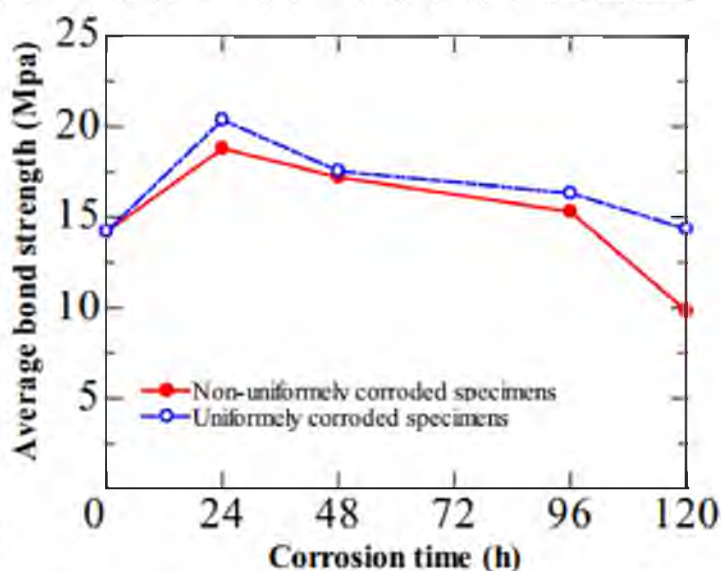


Рис. 5.16 Вплив часу корозії на міцність зчеплення

### 5.4.3 Ідентифікація пошкоджень зв'язки в корозійних зразках

Багато факторів впливають на зв'язок між арматурою та бетоном, що призводить до складної взаємодії. Нещодавно дослідники спробували уточнити пошкодження за допомогою акустичної емісії [89], ультразвукової

технології [90] або цифрової кореляції зображень (ЦКЗ) [91,92]. Ouglova та ін.

[87] використовували ЦКЗ для дослідження початку руйнування зв'язку в корозійних зразках. Вони виявили, що збільшення рівня корозії сповільнює

початок руйнування з'єднання. Крім того, середнє напруження з'єднання на початку прослизання є меншим, ніж міцність з'єднання під час випробування

на витягування. Avadh та ін. [91] використовували корозійні зразки з вікном для безпосереднього спостереження за поверхнею розділу арматури і бетону під час випробування на одноосьовий розтяг.

Корозійну арматуру заливають новим бетоном, щоб усунути перешкоди, спричинені корозійними тріщинами, спричинені корозією. Вони провели DIC

для вивчення впливу зменшення висоти ребер і наявності іржі на руйнування з'єднання. іржі на руйнування з'єднання. На рис. 5.17 показано зміну розподілу деформацій при навантаженні запозичено з Avadh et al. [86]. Початок і

розвиток діагональних тріщин спостерігається у некородованих зразках і зразках зі ступенем корозії до 12% (зразки UC-00, C-06 та C-12). Крім того,

спостереження за тріщиноутворенням показали, що підвищений ступінь корозії призводить до швидшого руйнування зв'язку між арматурою і бетоном.

Діагональні тріщини не спостерігалися у зразках з вищим ступенем корозії, незважаючи на те, що вони мали наявність ребер жорсткості (зразки C-15 і C-20)

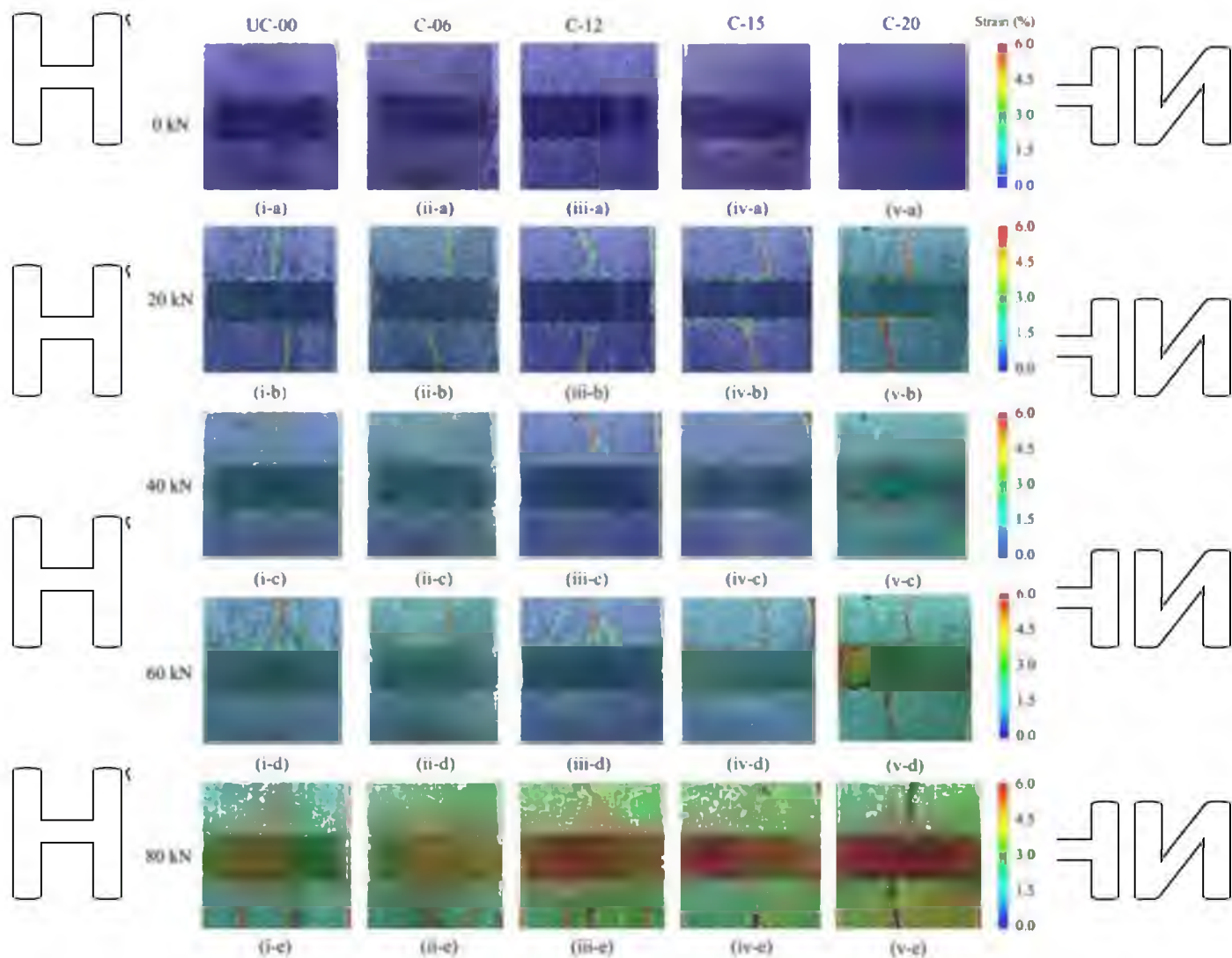


Рис. 5.17 Зміна розподілу деформацій при навантаженні. Передруковано з дозволу [9]. 2021, Elsevier. Зразки UC-00, C-06, C-12, C-15, C-20 мали ступінь корозії 0%, 6%, 12%, 15% і 20% відповідно

#### 5.4.4 З'ясування впливу корозії на зчеплення

У недавній літературі дослідники [93-95] намагалися дослідити окремий вплив корозійно-індукованих тріщин, корозійної форми арматури та ржі навколо арматури на властивості зчеплення на властивості зчеплення залізобетонних елементів (ЗБЕ). Результати роботи Янга та ін. [93] сприяють розумінню ізольованого впливу різних корозійних пошкоджень на деградацію зчеплення.

Перша група включала некородовані зразки, а зразки піддавалися прискореній корозії. У другій групі зразки піддавалися пошкороленій корозії. Зразки третьої та четвертої груп були отримані шляхом переливання штучно кородованої арматури в новий бетон. Кородована арматура була очищена для третьої групи (без іржі) і непошкоджена для четвертої групи (з іржею). Автори дійшли висновку, що спричинені корозією тріщини були основною причиною деградації зв'язку.

Крім того, його вплив був більш значним, ніж варіації профілю арматури або накопичення іржі на межі розділу фаз. Jiradilok та ін. [96,97] підтверджують думку Yang та ін. [93] що корозійні тріщини мають домінуючий вплив на поведінку з'єднання. Крім того, вони стверджують що загальнозживаний експериментальний метод не може врахувати кілька факторів, пов'язаних з корозією. Однак в кінцевому результаті можна було спостерігати лише ефект поверхневого розтріскування.

З іншого боку, Мак та ін. [94] змінювали умови герметизації різних зразків щоб варіювати потік іржі через бетонні пустоти. Вони успішно розділили рівень рівень корозії та ефект розширення, що призводить до розтріскування бетону. Їхні результати показали, що складно безпосередньо пов'язати погіршення зчеплення і корозію арматури. Таким чином, ширина бетонних тріщин – ширина бетонних тріщин може бути кращим показником, ніж рівень корозії, для оцінки деградації міцності зчеплення.

#### 5.4.5 Новий напрямок досліджень – пряма модель, яка базується на тріщинах

Були запропоновані нові методи для моделювання корозійного розтріскування для подолання обмежень, пов'язаних з електрокорозійними методами. обмеження, пов'язані з методами електричної корозії. Ширина тріщини використовується як параметр для дискретної оцінки погіршення стану з'єднання. Цей альтернативний підхід базується на попередніх висновках, які демонструють, що механізм зчеплення через ребра, що

блокуються, переважає над тертям після утворення тріщин. Крім того, припускається, що прямий зв'язок між зменшенням зчеплення і шириною тріщини ігнорує неоднозначність, пов'язану з продуктами корозії.

#### **5.4.6 Тріщини, спричинені розколювальним навантаженням**

Деснерк та ін. [98] провели випробування на витягування зразків з тріщинами, щоб зосередитися на більш фундаментальному ефекті індукованих тріщин. Перед навантаженням зразки піддавали випробуванню

випробуванню на розколювання циліндра для індукування тріщин. До зразка

прикладасться дволінійне навантаження з протилежних сторін (вздовж осі бетонного циліндра до появи перших тріщин у бетоні. У цей момент зразок розвантажуються. Результати показали, що деградація міцності зчеплення для

зразків з подвійними тріщинами була на 65% вищою, ніж для зразків з

одинарними тріщинами. Крім того, вплив нахилу тріщини на структуру ребер

є незначним. Мусаві та ін. [99] також застосували той самий метод для індукування тріщин. Хоча дослідження показали цікавий результат, цей метод не є легко відтворюваним.

#### **5.4.6 Тріщини, спричинені трубою, заповненою розширювачем**

З іншого боку, Syll та ін. [41,42] запропонували новий метод індукування розтріскування бетону. В алюмінієву трубу, занурену в бетон, заливають

розширювач в бетон, щоб імітувати розширення об'єму арматури внаслідок

корозії, як показано на Малюнок 22а. Розширювач - це невибуховий засіб для

руйнування, який в основному використовується для руйнування гірських

порід і залізобетонних конструкцій. У вигляді порошку він розширюється при

гуміфікації з 30% води. Зразок розташовують таким чином, щоб вісь

алюмінієвої труби була вертикально встановлена щоб швидко залити

розширювач, як показано на рисунку 22б. Ширина тріщини збільшується з

часом, що минув після заповнення. Таким чином, можна швидко отримати

цільову ширину тріщини ширину тріщини, спостерігаючи за часом. Отримані

результати демонструють, що природа тріщин, що розщеплюються суттєво впливає на деградацію міцності з'єднання, при цьому втрата міцності з'єднання є більш значною у випадку "бічного розколу", ніж у випадку "одиначного розколу".

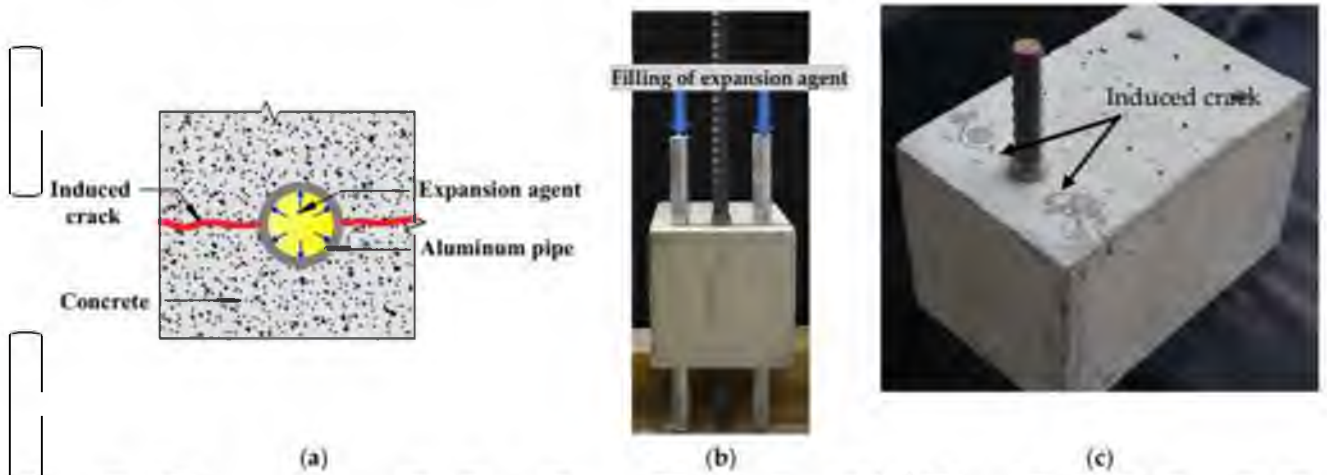


Рисунок 5.18 Розтріскування бетону за допомогою EAFP: (а) процес розтріскування; (б) заповнення розширенням; (в) приклад розтріскування (заповнено з роботи Сял та ін.)

Крім того, враховуючи ширину індукованої тріщини, надається емпірична модель для прогнозування зменшення міцності зв'язку через

корозію арматури. Рисунок 5.19 показує, що ці моделі прогнозування добре

корелюють з наявними літературними даними [73,74,76]. Це підтверджує що

прямий зв'язок між зменшенням зчеплення і шириною тріщини може ігнорувати неоднозначність, пов'язану з накопиченням продуктів корозії. На

закінчення, тріщини, спричинені ЕАФП можуть ефективно кількісно оцінити

чистий збиток від корозії. Оскільки ширина індукованої тріщини є найбільш

очевидним показником корозії, зручно виражати деградацію зв'язку

безпосередньо за допомогою цього легкого для вимірювання індикатора

пошкодження.

НУБІП України

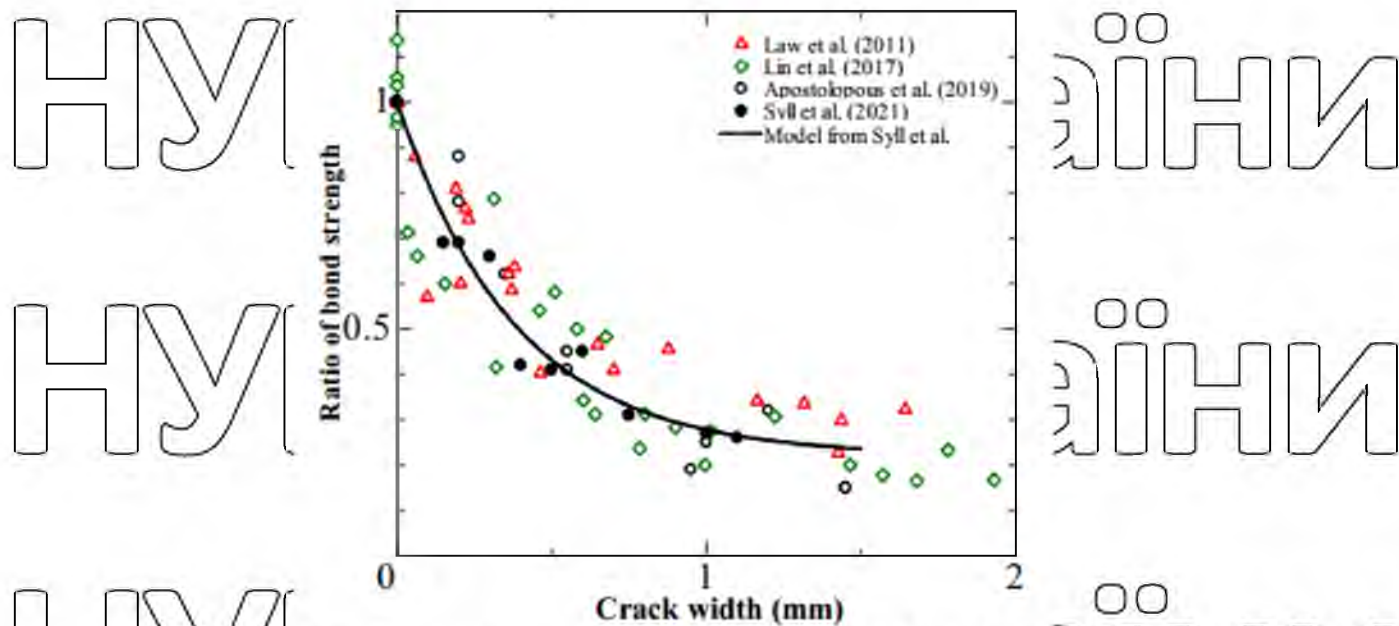


Рис. 5.19 Порівняння формул Сілла та ін. [44] з експериментальними результатами літературних джерел [33,34,36]

### 5.5 Висновки за результатами дослідження

Систематичний огляд літератури, проведений в даній роботі показав, що питаннями, пов'язаними із зниженням міцності зчеплення арматури з бетоном внаслідок корозії, приділяється значна увага в останні роки. Крім того, у цьому дослідженні представлено загальний огляд впливу корозії на міцність зчеплення між бетоном і арматурою. Можна зробити наступні висновки:

1. Наступні змінні найчастіше використовуються в літературі для побудови моделей, які для прогнозування міцності зчеплення корозійно пошкоджених елементів: корозійна втрата маси, ширина корозійно-індукованої тріщини, кількість стрижнів та відношення діаметру покриття до діаметру стержня  $s/d$ .
2. Обмеження, що забезпечується поперечною арматурою та бетонним покриттям, має важливе значення для обмеження погіршення з'єднання через корозію. Однак, вплив міцності бетону/міцності на покриття на погіршення зчеплення залишається недостатньо дослідженим.



3. Більшість доступних моделей зниження міцності зчеплення, заснованих на корозійній втраті маси, не враховують належним чином фактори, які сприяють цьому. Крім того, вони не придатні для практичного використання. Моделі, які використовують ширину поверхневої тріщини як визначальний параметр, працюють краще, однак вони все ще можуть бути вдосконалені.

4. Більшість даних було отримано з використанням різної густини та різних установок для випробування зчеплення на штучно кородованих зразках. Тому загальна модель все ще недоступна через розбіжності, спричинені відмінностями в методах випробувань для оцінки впливу корозії на міцність з'єднання.

5. У нових дослідженнях автори намагалися з'ясувати механізм зниження міцності зчеплення внаслідок корозії. В результаті були запропоновані нові альтернативи для побудови практичної моделі для оцінки зниження міцності з'єднання в корозійних конструкціях. Дійсно, дослідники повинні гармонізувати свої зусилля між різними дослідницькими програмами для досягнення узгоджених результатів у цій сфері.

Нижче наведено деякі вирогідні фундаментальні параметри для майбутніх досліджень.

1. Властивості бетону, такі як міцність і пористість.
2. Зміцнення (поперечна арматура, бетонне покриття або бічний тиск), які впливають на міцність зчеплення до і після розтріскування.
3. Вплив зниження міцності зчеплення гладкої арматури (така арматура в основному використовується в старих залізобетонних конструкціях).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Характеристика джерел	№ посилання	Бібліографічний опис
Навчальний посібник	1	Дікман Л.Г. Організація і планування будівельного виробництва: Управління будівельними об'єктами з основами автоматизованих систем управління. М.: Вища освіта, 1988р.
Навчальний посібник	2	Бирюлев В.В., Кошин И.И. Проектирование металлических конструкций: спец. курс.- Л.: Стройиздат, 1990 – 432с.
Навчально-методичний посібник	3	Верюжский Ю.В. Компьютерные технологии проектирования конструкций : учебно-методическое пособие / Ю. В. Верюжский, В. И. Колчунов, М. С. Барабаш, Ю. В. Гензерский . – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 807с.
Монографія	4	Гольшев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. Наук А. Б. Гольшева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.
Монографія	5	Баширов Х. З. Железобетонные составные конструкции зданий и сооружений : монография / Х.З. Баширов, Вл. И. Колчунов, В.С. Федоров, И.А. Яковенко. – М. : Издательство АСВ, 2017. – 248 с.
Наукова стаття	6	Баширов Х. З. Сопротивление растянутого бетона между трещинами составных железобетонных конструкций с учетом новых эффектов / Х. З. Баширов, Вл. И. Колчунов, И. А. Яковенко, Г. К. Биджосян // Строительство и реконструкция. – 2011. – №6. – С. 3–11.
Навчальний посібник	7	Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

Навчальний посібник	8	Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. Для вузов. -5-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1991. -767с. - ил.
Навчальний посібник	9	Гольшев А. Б. Железобетонные конструкции / Гольшев А. Б., Бачинский В. Я., Полищук В. П. – Т. 1: Соппротивление железобетона. – К. : Логос, 2000. – 420 с.
Монографія	10	Карпюк В. М. Розрахункові моделі силового опору прогінних залізобетонних конструкцій у загальному випадку напруженого стану : монографія / В. М. Карпюк. – Одеса : ОДАБА, 2014. – 352 с.
Навчальний посібник	11	Клименко Є. В. Технічна експлуатація і реконструкція будівель та споруд / Є. В. Клименко. – Полтава: ПолНТУ, 2004. – 280 с.
Нормативний документ	12	Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона: ДСТУ Б В.2.7-217:2009 . – [Чинний з 2009-09-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 16 с. – (Національний стандарт України).
Монографія	13	Расчет и технические решения усиленных железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / [Гольшев А. Б., Кривошеев П. И., Козелецкий П. М. и др.] ; под ред. А. Б. Гольшева. – К. : Логос, 2008. – 304 с.
Навчальний посібник	14	Мандриков А. П. Приклади розрахунку залізобетонних конструкцій. – М.: Стройиздат, 1989.
Рекомендації до проектування	15	Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. Наземные конструкции и сооружения / Харьковский Промстройинипроект, НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1992. – 191 с.
Монографія	16	Ржаницын А. Р. Составные стержни и пластинки / Алексей Руфович Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 316 с. ○○
Навчальний посібник	17	Денисов О.Г. Основания и фундаменты промышленных и гражданских зданий. – М.: Высш. шк., 1968. – 376с.

Навчальний посібник	18	Дикман Л. Г. Организация и планирование строительного производства. Учеб. для строит. ВУЗов и фак.-3-е изд., перераб. И доп.-М.: Высш. шк., 1988.-559 с.
Практичний посібник	19	Жилые и общественные здания : краткий справочник инженера-конструктора. Под ред. Ю. А. Дыховичного и В. И. Колчунова / Вл. И. Колчунов, И. А. Яковенко / Раздел 14. Общие указания по проектированию усиления железобетонных конструкций. М. : Издательский дом АСВ, 2011. – Т. III. – С. 311–428.
Навчальний посібник	20	Калинин А. А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: учебн. пособ. / Анатолий Андреевич Калинин. – М. : АСВ, 2004. – 160 с.
Навчальний посібник	21	Плевков В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений : учебное издание / В. С. Плевков, А. И. Майбанов, И. В. Балдин / Под ред. В. С. Плевкова. М. : Изд-во АСВ, 2011. – 316 с.
Монографія	22	Реконструкция зданий и сооружений / [А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко, В. Б. Гончаров] ; под ред. А. Л. Шагина. – М. : Высшая школа, 1991. – 352 с.
Навчальний посібник	23	Соколов Г. К. Технология строительного производства. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 544 с.
Навчальний посібник	24	Реконструкція промислових та цивільних будівель : навч. посібник для студ. ВНЗ буд. спец. / А. М. Березюк, В. Т. Шаленій, К. Б. Дікарев, О. О. Кириченко ; за ред. А. М. Березюка. – Дніпропетровськ : ЕНЕМ, 2010. – 183 с.
Наукова стаття	25	Колчунов В. И. Анализ реконструкции жилых зданий и формулирование основных принципов / В. И. Колчунов, И. А. Яковенко // Будівництво України. – К. : 2007. – Вип. 8. – С. 9–13.

Монографія	26	Коновалов, П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. П.А. Коновалов – М.: Стройиздат, 1988. – 245 с.
Нормативний документ	27	Пособие ППН-01 к СНБ 5.01.01-99 «Геотехнические реконструкции оснований и фундаментов». – Минск: Минстройархитектуры, 2001. – 120 с.
Рекомендації до проектування	28	Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1984. – 36 с.
Навчальний посібник	29	Левченко В.Н., Летников Н.С., Брейтус Д.Л. Вибір ідеальних варіантів інженерних рішень в курсових і дипломних проектах. Посібник підручник, К.: УМК ВО, 1990.
Нормативний документ	29	Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2018. – [Введені в дію з 2019-01-01]. – К. : Держбуд України, 2012. – 161 с. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	30	Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. [Введені в дію з 2011-06-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	31	Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Введені в дію з 2011-09-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	32	Дерев'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-161:2017. – [Введені в дію з 2018-02-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	33	Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Введені в дію з 2011-06-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Навчальний посібник	34	Теличенко В.И., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений; Учеб. для ВУЗов. - М.: Высш. шк., - 2002.-320с.
Нормативний документ	35	Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования ДБН В.1.2.-2:2006. –

		[Введені в дію з 2007-01-01]. – К. : Мінстрой України, 2006. – 68 с. (Государственные строительные нормы України).
Нормативний документ	36	Системи протипожежного захисту : ДБН В.25-56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	37	Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НІАОП-45.2-7.02-12). ДБН А.3.2-2-2009 – [Введені в дію з 2012-04- 01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	38	Захист територій, будинків і споруд від шуму ДБН В.1.1-31:2013 – [Введені в дію з 2014-06-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	39	Будівництво у сейсмічних районах України. Зміна № 1 . ДБН В.1.1-12:2014 – [Введені в дію з 2019-05-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	40	Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд . ДБН В.1.2- 14:2018 – [Введені в дію з 2019-01-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	41	Пожежна безпека об'єктів будівництва . ДБН В.1.17:2016 – [Введені в дію з 2017-01-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
Нормативний документ	42	Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. – [Чинний з 2011-06- 01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
Нормативний документ	43	Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України. – (Національний стандарт України).
Нормативний документ	44	Настанова щодо виконання ремонтно- реставраційних робіт на пам'ятках

НУБІП		архітектури та містобудування ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016 – [Чинний з 2017-01-01]. – К. : Мінеріонбуд України. (Національний стандарт України).
Нормативний документ	45	Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : Мінеріонбуд України. – (Національний стандарт України).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України