

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Реконструкція громадської будівлі під торгово-розважальний
центр»**

Виконав: студент IV курсу, групи МБЗс-41

спеціальності (напряму підготовки) 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Шайнюк С.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Конончук О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2025

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Шайнюк Сергій Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Реконструкція громадської будівлі під торгово-розважальний центр

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 08 » травня 2025 року № 4/7 – 460

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Існуюча громадська будівля в м. Вінниця, поверховість будівлі – 15 поверхів, конструктивна схема – збірний залізобетонний каркас в скалді ригелів та колон, перекриття – збірні залізобетонні круглопустотні плити, реконструкція під торгово-розважальний центр, під час реконструкції необхідно влаштувати новий фасад з утепленням, покрівля – рулонна.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення, інженерне забезпечення будівлі, визначення навантажень на каркас будівлі, перевірочний розрахунок несучої здатності збірної залізобетонної круглопустотної плити перекриття, несучого збірного залізобетонного ригеля перекриття та несучої збірної залізобетонної колони, розробка календарного графіку реконструкції будівлі, розробка технологічної карти на монтаж вентиляованого фасаду, заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Фасади торгово-розважального центру після реконструкції, плани поверхів та покрівлі, розрізи, розрахункові схеми конструкцій, опалубочні креслення існуючих конструкцій перекриття та несучого каркасу, календарний графік виконання реконструкції будівельного об'єкту, технологічна карта на монтаж вентиляованого фасаду.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., доц.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 08.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП. Архітектурно-планувальне рішення ділянки.	12.05.2025	
2	Об'ємно-планувальне рішення.	15.05.2025	
3	Конструктивні рішення.	18.05.2025	
4	Інженерне забезпечення будівлі.	22.05.2025	
5	Збір навантаження на несучі конструкції.	25.05.2025	
6	Перевірочний розрахунок круглопустотної плити перекриття.	28.05.2025	
7	Перевірочний розрахунок ригеля перекриття.	30.05.2025	
	Перевірочний розрахунок коони.	05.06.2025	
8	Розробка календарного графіку реконструкції.	12.06.2025	
9	Розробка технологічної карти на монтаж вентильованого фасаду.	15.06.2025	
10	Розробка заходів охорони праці.	18.06.2025	
11	Розробка заходів безпеки життєдіяльності.	20.06.2025	

Студент

(підпис)

Шайнюк С.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1. Архітектурно-будівельний розділ	7
1.1 Кліматичні умови будівельного майданчику	7
1.2 Генеральний план	7
1.3 Об'ємно-планувальне рішення	8
1.4 Конструктивні рішення будинку	12
1.4.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої захисної конструкції	12
1.4.2 Матеріали для будівлі	15
1.5 Архітектурно-художні рішення	16
1.5.1 Внутрішнє оздоблення	16
1.5.2 Зовнішнє оздоблення	16
1.6 Санітарно-технічне обладнання	16
1.6.1 Теплопостачання і опалення	16
1.6.2 Вентиляція та кондиціонування	17
1.6.3 Протидимовий захист при пожежі	17
1.6.4 Зовнішні мережі водопостачання та каналізації	18
1.6.5 Господарсько-питний, протипожежний водопровід	18
1.6.6 Побутова і виробнича каналізація	18
1.6.7 Внутрішні мережі водопостачання та каналізації	18
1.6.8 Електропостачання	19
Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ	20
2.1 Загальні положення про будівлю	20
2.2 Перевірочний розрахунок багатопустотної плити перекриття	20
2.2.1 Розрахунковий проліт і навантаження	20
2.2.2 Зусилля від граничних і характеристичних навантажень	22
2.2.3 Перевірка розмірів перерізу плити	22
2.2.4 Характеристики міцності бетону і арматури	23
2.2.5 Перевірочний розрахунок міцності плити по перерізу, нормальному до поздовжньої осі, $M = 85,32 \text{ кН}\cdot\text{м}$	25
2.2.6 Перевірочний розрахунок міцності плити по перерізу, похилому до	

	поздовжньої осі, $Q = 49 \text{ кН}$	26
2.3	Перевірочний розрахунок ригеля	27
2.3.1	Перевірочний розрахунок міцності нормальних перерізів	29
2.3.2	Перевірочний розрахунок міцності похилих перерізів на поперечну силу	32
2.3.3	Перевірочний розрахунок міцності похилих перерізів на згинальний момент	35
2.4	Перевірочний розрахунок колони	36
2.4.1	Збір навантажень на колону	37
2.4.2	Перевірочний розрахунок міцності нормального перерізу	41
2.4.3	Перевірочний розрахунок міцності консолі	42
	Розділ 3. Організаційно-технологічний розділ	45
3.1	Календарний план на виконання робіт по реконструкції	45
3.2	Технологічна карта на влаштування навісного вентилязованого фасаду	47
3.2.1	Технологія та організація виконання робіт	48
3.2.2	Монтаж системи вентилязованих фасадів	50
3.2.3	Транспортування і складування виробів та матеріалів	53
3.2.4	Календарний графік на влаштування навісного вентилязованого фасаду	55
3.2.5	Вимоги до якості і приймання робіт	55
	Розділ 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	57
4.1	Безпека праці при реконструкції будівель і споруд	57
4.2	Основні заходи по техніці безпеки при влаштуванні навісного вентилязованого фасаду	58
4.3	Розрахунок захисного заземлення	62
	Загальні висновки	66
	Бібліографія	67

ВСТУП

Важливим аспектом розвитку будівництва являється реконструкція будівель і споруд.

Реконструкція будівель і споруд – це їхня перебудова з метою часткової або повної зміни функціонального призначення, встановлення нового ефективного обладнання, покращення забудови території відповідно до сучасних підвищених нормативних вимог. Реконструкція будівель є частиною загальної реконструкції виробничих підприємств чи міського району, житлового масиву, комплексу соціально-побутових, культурних закладів.

Реконструкція будівель має за мету підвищення або зміну функціональних, конструктивних та естетичних якостей об'єктів у процесі їх служби. Реконструкція будівель і споруд здійснюється також при проведенні технічного переобладнання підприємств, однак, у цьому випадку витрати на будівельно-монтажні роботи не повинні перевищувати 10% загальних капіталовкладень.

На сьогодні значна частина населення міст України проживає в багатоквартирних будинках, побудованих у період, коли необґрунтовано низькі ціни на енергоносії поєднувались з вимогами прискорення будівельних робіт, зменшення вартості, скорочення матеріалоємності та трудомісткості будівництва. Це привело до того, що більшість будівель характеризується дуже низьким рівнем теплозахисту, а відповідно – високими витратами тепла на підтримання необхідних параметрів мікроклімату.

Будівлі, які ми маємо на даний час знаходяться в доброму технічному стані, але не відповідають всім сучасним нормам. Тому після проведення відповідних робіт по реконструкції громадської будівлі під торгово-розважальний центр вона отримає сучасний вид та відповідатиме всім нормам енергозбереження і планування, які діють на території України.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Кліматичні умови будівельного майданчику

Майданчик реконструкції громадської будівлі під торгово-розважальний центр характеризується наступними кліматологічними, гідрологічними і топографічними умовами:

- кліматичний район – I [4];
- вага снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні – 1,36 кПа [5];
- нормативний швидкісний напір вітру – 0,47 кПа [5];
- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92) – -21°C [6];
- основа для фундаментів – чорнозем;
- нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту – 0,8-1,0 м;
- кількість опадів за рік – 621 мм [6];
- розрахункова сейсмічність – 6 балів;
- клас будівлі – II;
- ступінь вогнестійкості – II.

1.2 Генеральний план

Громадська будівля, що реконструюється під торгово-розважальний центр розташована в Центральному районі м. Вінниця в кварталі багатосекційних 9-12 поверхових житлових будинків по вул. Академіка Янгеля.

При розробці генерального плану враховувалися наступні чинники:

- функціональне зонування території в ув'язці з існуючою територією житлової забудови і в тому числі в частині дотримання коефіцієнта природної освітленості;
- санітарні та пожежні норми;

– парковки автотранспорту.

Головним фасадом будівля орієнтована на вул. Академіка Янгеля. Рельєф ділянки має невеликий ухил з півночі на південь.

Благоустрій та озеленення ділянки розроблені з врахуванням функціональних зон, організації рельєфу та розміщення підземних комунікацій. Покриття проїздів асфальтобетонне, тротуарів – бетонна плитка. Проектом передбачається влаштування двох відкритих автостоянок у відповідності з вимогами [7].

Озеленення вирішується посадками багаторічних квітів і трав у вазонах. Газони прилеглої території засіваються насінням багаторічних трав. На ділянці реконструкції немає зелених насаджень, що підлягають знесенню.

Водовідвід від внутрішніх водостоків будівлі влаштований по бетонних лотках з випуском на проїжджу частину і далі в зливну каналізацію. Господарсько-побутові стоки відводяться в мережу міської каналізації. Для збору сміття площадка обладнана сміттеконтейнерами з подальшим вивезенням на звалище. В проекті передбачається застосування сучасного обладнання, що відповідає високим екологічним вимогам. Шкідливі викиди в атмосферу відсутні.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники по генплану

№ з/п	Найменування показників	Од. виміру	Кількість
1	Площа ділянки	га	0,3634
2	Площа забудови	м ²	1618,10
3	Будівельний об'єм всієї будівлі	м ³	85915,74
4	Будівельний об'єм вище 0,000	м ³	76459,20
5	Будівельний об'єм нижче 0,000	м ³	9456,54
6	Загальна площа будівлі	м ²	23559,00

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Громадська будівля, що реконструюється під торгово-розважальний центр являється п'ятнадцятиповерховою спорудою багатфункціонального призначення. Будівля має прямокутні розміри в плані 42×39 м.

На першому поверсі будівлі розташовані спортивний магазин з окремим входом, головний вестибюль офісів і електрощитова.

Другий поверх займає фітнес-центр, вхід в який здійснюється по зовнішніх сходах, розташованих на куті будівлі.

На третьому поверсі для обслуговування співробітників, що працюють в будівлі, розміщується зал-кафе з баром і всі допоміжні та робочі приміщення. Доставка продуктів і видалення відходів здійснюється спеціальними малими ліфтами і за допомогою сходів. Вихід на сходи – з приміщення завантажувальної, і на першому поверсі зі сторони вулиці.

З четвертого по п'ятнадцятий поверхи розташовуються офісні приміщення.

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень громадського призначення

№ з/п	Найменування приміщень	Од. вим.	Кількість
1	Площа приміщень кафе всього:	м ²	1349,71
	в тому числі: обідній зал	м ²	476,30
	робочі приміщення 1-го поверху	м ²	71,00
	робочі приміщення 3-го поверху	м ²	795,41
2	Площа приміщень фітнес-центру всього:	м ²	1387,15
	в тому числі: тренажерний зал	м ²	425,20
	зал аеробіки	м ²	66,00
	зал йоги	м ²	92,50
	солярій	м ²	55,60
	робочі приміщення	м ²	747,85
3	Площа приміщень спортивного магазину всього:	м ²	925,23
	в тому числі: торговий зал	м ²	551,00
	приміщення складу	м ²	122,00
	робочі приміщення	м ²	252,23
4	Площа підземної автостоянки	м ²	2092,40

Входи і виходи з приміщень 4-15 поверхів обладнані двома незадимлюваними сходовими клітками з виходом однієї із них через вестибюль

1-го поверху, другої – через повітряну зону. Крім цього вертикальний зв'язок забезпечується трьома вантажопасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 1000 кг, один з яких може використовуватися пожежними у випадку пожежі.

Вхід у фітнес-центр окремий, по зовнішніх сходах на другий поверх зі сторони вул. Батозька.

Вхід в кафе передбачений як безпосередньо з поверхів офісної частини будівлі сходами і трьома ліфтами, так і з вулиці через центральний вестибюль. Для обслуговування відвідувачів з вулиці передбачені окремі сходи, що ведуть із центрального вестибюля в аванзал кафе, де розміщені гардероб верхнього одягу і санвузли.

У двох підвальних поверхах розміщуються стоянки для автомобілів. В'їзди в приміщення стоянок зі сторони вул. Кірова. На верхньому рівні стоянок, на відмітці -3,000, передбачені інженерно-технічні приміщення: тепловий пункт, насосна станція пожежогасіння, припливно-витяжні вентиляційні камери. Всі приміщення мають окремий вихід на вулицю.

Над п'ятнадцятим поверхом розташовані технічні приміщення для розміщення вентиляційних камер.

Офісні приміщення обладнані сучасними меблями і комп'ютерами. Для прибирання приміщень передбачені комори прибирального інвентарю, обладнані душовими піддонами.

Для харчування співробітників офісів на третьому поверсі будівлі запроектовано кафе на 250 місць.

Для переміщення співробітників по поверхах передбачені пасажирські ліфти.

У спортивному магазині розташований торговий зал площею 551,00 м², кабінет директора і бухгалтерія, приміщення складу, кімната персоналу, комора прибирального інвентарю.

Асортимент товарів: спортивний одяг і взуття, тренажери та спортивний інвентар. Оплата вибраної продукції виконується через касові апарати, встановлені в залі.

Фітнес-центр призначений для занять спортом. Тут передбачені: тренажерний зал, масажний кабінет, солярій, сауна, реєстратура та роздягальні для клієнтів, душові кімнати, кімната персоналу, медичний кабінет, комора прибирального інвентарю.

Всі приміщення обладнані за їх призначенням.

Кафе на 250 місць запроектовано з роботою на сировину. Потужність виробництва – 4500 страв на день, 1200 борошняних виробів. В кафе є: зал з баром, гарячий цех, холодний цех з приміщенням для зберігання і різання хліба, мийка столового посуду, мийка кухонного посуду, цех борошняних виробів, м'ясо-рибний цех, овочевий цех, приміщення завідувача виробництвом, складська група з чотирма охолоджуваними камерами, гардеробом персоналу, приміщення персоналу, санвузли, адміністративні приміщення, комора прибирального інвентарю, гардероб для офіціантів, приміщення для офіціантів.

Всі виробничі приміщення оснащені технологічним і холодильним обладнанням згідно свого призначення та норм оснащення підприємств громадського харчування.

Форма обслуговування в залі – офіціантами.

Доставка продуктів здійснюється спеціальним автотранспортом.

Розвантаження продуктів проводиться на першому поверсі, де встановлені два ліфти по 250 кг. Один з ліфтів призначений для сировини, другий – для готової продукції (хліба). Крім цього на першому поверсі є приміщення для зберігання харчових відходів, які подаються з кафе і доставляються в приміщення для зберігання харчових продуктів, що швидко псуються. Передбачені 4 холодильні камери, а також у всіх виробничих приміщеннях холодильне обладнання.

Технологічна частина кафе на 250 місць виконана на основі вимог [8].

1.4 Конструктивні рішення будинку

Конструктивне рішення виконано за каркасною схемою із зовнішніми огорожувальними самонесучими стінами, що спираються поповерхово на ригелі каркасу і збірними перекриттями. Каркас будівлі розроблений із залізобетонних елементів по рамно-в'язевій схемі в поздовжньому і поперечному напрямках на всю висоту будівлі.

Зовнішня стіна являє собою наступну конструкцію:

- зовнішня верства (цегла) товщиною 250 мм;
- внутрішній оздоблювальний шар з плит ГВЛ товщиною 10 мм по залізобетонному каркасу із заповненням звукоізоляційним шаром ISOVER KL-37 = 50 мм, $\gamma = 15 \text{ кг/м}^3$;
- утеплення зовнішнє – з утеплювача типу «ISOVER».

Перший, внутрішній шар – ISOVER KL-35 = 100 мм, $\gamma = 17 \text{ кг/м}^3$. Другий, верхній шар – ISOVER RKL = 30 мм, $\gamma = 60 \text{ кг/м}^3$. Навісні фасади системи «U-Kon» із заповненням керамогранітом товщиною 9 мм, $\gamma = 20 \text{ кг/м}^3$.

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої захисної конструкції

Тип будівлі – громадська будівля.

Район реконструкції – м. Вінниця.

За додатками [9] визначено необхідні дані для розрахунку:

- розрахункова температура внутрішнього повітря – $t_b = +20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- відносна вологість внутрішнього повітря – $\phi = 60 \%$;
- тепловологісний режим приміщення – нормальний;
- вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції Б;
- температурна зона району будівництва – І.
- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря – $t_z = -22 \text{ }^\circ\text{C}$;
- коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції – $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$;

- коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
- середня температура опалювального періоду з середньою добовою температурою повітря $\leq 8^\circ\text{C}$, $t_{\text{от.пер.}} = -1,1^\circ\text{C}$ [6];
- середня тривалість опалювального періоду з середньою добовою температурою повітря $\leq 8^\circ\text{C}$, $z_{\text{от.пер.}} = 189$ діб [6].

Таблиця 1.3 – Конструкція стінового огороження

Вид огороження	№ шару	Матеріал	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
Стіна	1	ISOVER RKL	0,03	0,04
	2	ISOVER KL-35	0,1	0,042
	3	Цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині	0,25	0,81
	4	ISOVER KL-37	0,05	0,044
	5	плити ГВЛ	0,01	0,22

За табл. 1 [9] мінімально-допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції становить: $R_{q, \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

За табл. 3 [9] допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції: $\Delta t_{\text{cr}} = 5^\circ\text{C}$.

Необхідна товщина утеплювача виходячи з вимог виконання мінімально-допустимого значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$\delta_{ym}^R = \lambda_{ym} \left(R_{q, \min} - \frac{1}{\alpha_6} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) = \quad (1.1)$$

$$= (0,04 + 0,042 + 0,044) \cdot \left(2,8 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,25}{0,81} - \frac{0,01}{0,22} \right) = 0,288 \text{ м.}$$

Необхідна товщина утеплювача виходячи з виконання допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$\delta_{ym}^{\nabla t} = \lambda_{ym} \left(\frac{t_6 - t_3}{\nabla t_{cr} \cdot \alpha_6} - \frac{1}{\alpha_6} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) = \quad (1.2)$$

$$= (0,04 + 0,042 + 0,044) \cdot \left(\frac{20 - (-22)}{5,8,7} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,25}{0,81} - \frac{0,01}{0,22} \right) = 0,057 \text{ м.}$$

Приймається найближча більша за $\delta_{ym}^R = 0,288 \text{ м}$ та $\delta_{ym}^{\nabla t} = 0,057 \text{ м}$ уніфікована товщина утеплювача $\delta_{ym}^{yn} = 0,3 \text{ м}$.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{ym}^{yn}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \quad (1.3)$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,3}{0,126} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,01}{0,22} = 2,89 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$\nabla t = \frac{t_6 - t_3}{R_0 \cdot \alpha_6} = \frac{20 - (-22)}{2,89 \cdot 8,7} = 1,67 \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (1.4)$$

Оскільки $R_0 = 2,89 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q, \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ та $\Delta t = 1,67^\circ\text{C} < \Delta t_{cr} = 5^\circ\text{C}$, то товщина утеплювача визначена вірно і складає 0,3 м.

1.4.2 Матеріали для будівлі

Геометрична незмінність каркасу забезпечується в поперечному напрямку влаштуванням жорстких вузлів сполучення ригелів з колонами. На рівні перекриттів виконано жорсткий диск шляхом анкерування плит перекриття між собою та з ригелями. Сполучення колон з фундаментної плитою – жорстке. Фундаменти запроектовані: монолітна залізобетонна плита з бетону класу В15 (F75) по палях. Зовнішні стіни підвалу – залізобетонні блоки з монолітними шпонками з бетону В15.

Міжповерхові перекриття виконані зі збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття. Покрівля плоска поєднана.

Таблиця 1.4 – Характеристика застосовуваних конструкцій

Найменування конструкції	Опис
1	2
Фундаменти	Монолітна залізобетонна плита з бетону В15 по палях
Стіни нижче позначки рівня землі	Збірні залізобетонні блоки з монолітними шпонками
Стіни зовнішні	Цегляна кладка товщиною 250 мм, утеплена плитами ISOVER KL-35 (внутрішній шар) товщиною 100 мм та ISOVER RKL (зовнішній шар) товщиною 30 мм, покритий скловолокном. Лицьовий шар з керамограніту.
Колони, ригелі	Залізобетонні з бетону класу В30
Стіни внутрішні	Цегла звичайна – К0 75/25 на розчині М50
Плити перекриття	Збірні з/б багатопустотні плити
Сходи	Збірні з/б щаблі по металевим косоурам і монолітні
Перегородки	1. ГВЛ у два шари по залізобетонному каркасу із заповненням ISOVER KL-37 (50 мм), товщиною 115 мм; 2. цегляні, товщиною 120 мм.
Покрівля	Плоска поєднана
Вікна і вітражі	Система SCHÜKO
Двері	За каталогами ТУ 5262-001-51740842-99

1.5 Архітектурно-художні рішення

1.5.1 Внутрішнє оздоблення

Різноманіття видів внутрішнього оздоблення приміщень дозволяє застосовувати різні сучасні оздоблювальні матеріали.

Прийнято наступні види обробки приміщень:

- стіни – декоративна штукатурка, водоемульсійне фарбування, шпалери, в санвузлах – керамічна глазурована плитка;
- підлоги – керамограніт, лінолеум, керамічна плитка;
- стелі – підвісні, типу ARMSTRONG.

1.5.2 Зовнішнє оздоблення

У зовнішньому оздобленні будівлі використані сучасні матеріали при влаштуванні вентильованого фасаду утеплювачем типу «ISOVER» із зовнішнім оздоблювальним шаром з керамограніту.

Вітражні системи на головному фасаді – алюмінієві профілі SCHÜKO з анодованим покриттям із заповненням 2-х камерними склопакетами.

Віконні заповнення – система SCHÜKO з двокамерним заповненням.

1.6 Санітарно-технічне обладнання

1.6.1 Теплопостачання і опалення

Теплопостачання будівлі передбачено від існуючих теплових мереж.

Параметри теплоносія в системах опалення приміщень 95-700°C. Система опалення громадської будівлі запроектована двотрубна горизонтальна.

Нагрівальними приладами у всіх системах є конвектори «Ізотерм», в сміттекамері – реєстри з гладких труб. Для регулювання тепловіддачі приладів

використано теплорегулюючі клапани. Трубопроводи систем опалення передбачено зі сталевих водогазопровідних і електрозварювальних труб. Магістральні трубопроводи прокладено з ухилом в бік вузла керування.

1.6.2 Вентиляція та кондиціонування

Вентиляція будівлі – припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Для зниження шуму, що передається від устаткування, всі вентиляційні системи обладнані шумопоглиначами.

Вентиляція підземної автостоянки запроектована припливно-витяжна з механічним спонуканням з верхньої та нижньої зон у співвідношенні 50×50. Повітрообмін визначений з розрахунку розчинення шкідливих речовин, що виділяються.

Для створення комфортних умов перебування людей в будівлі передбачено поповерхову систему центрального кондиціонування.

1.6.3 Протидимовий захист при пожежі

Висотна частина будівлі виконана із незадимлюваними сходовими клітками, тому проектом передбачено видалення диму при пожежі через спеціальну шахту димовидалення з механічною вентиляцією і з установкою на кожному поверсі клапанів димовидалення (клапани типу КДП-5). Канали димовидалення розроблені в будівельних конструкціях і мають межу вогнестійкості не менше 1 години. Установка димовидалення ПВС1 розташована на технічному поверсі. Відкривання клапанів димовидалення – автоматичне від сповіщувачів пожежної сигналізації та встановлених кнопок, розташованих на кожному поверсі.

Проектом передбачена установка подачі зовнішнього повітря окремим каналом у верхню частину ліфтових шахт (для забезпечення в них при пожежі надлишкового тиску, що перешкоджає проникненню диму в ліфтову шахту).

1.6.4 Зовнішні мережі водопостачання та каналізації

На майданчику громадської будівлі запроектовані наступні мережі:

- господарсько-питний, протипожежний водопровід;
- побутова і виробнича каналізація.

1.6.5 Господарсько-питний, протипожежний водопровід

Водопровід запроектований для подачі води на потреби господарсько-питного, протипожежного водопостачання будівлі.

Джерелом водопостачання майданчика є існуючий водопровід. Мережі водопроводу – зі сталевих електрозварювальних труб Ø100 мм [10]. Сталеві труби виконано з внутрішнім полімерним покриттям і зовнішньою гідроізоляцією. Пожежогасіння майданчика вирішено за допомогою існуючих і проєктованих гідрантів.

1.6.6 Побутова і виробнича каналізація

Побутова каналізація запроектована для відведення побутових і близьких за складом до побутових стоків від громадської будівлі. Відведення стічних вод з кафе здійснюється по трубах Ø100 мм. Каналізацію виконано із азбестоцементних труб Ø200 мм по [10] та з чавунних труб Ø200 мм згідно норм [11].

1.6.7 Внутрішні мережі водопостачання та каналізації

В будівлі запроектовані наступні мережі водопроводу і каналізації:

- господарсько-питний водопровід;
- протипожежний водопровід;
- трубопровід гарячого водопостачання та циркуляції;
- побутова каналізація;

- каналізація фітнес-центру;
- каналізація кафе;
- дощова каналізація.

Подачу води в будівлю передбачено за двома вводам Ø100 мм кожен. На вводі в будинок встановлено водомірний вузол для обліку води. Для забезпечення необхідного тиску води для споживачів, в підвалі будівлі запроектовано насосні установки на системах господарсько-питного, протипожежного та циркуляційного водопостачання.

Для відведення стічних вод з покрівлі будинку встановлено водостічні воронки з електропідігрівом. Дощові і талі води з покрівлі будинку по системі внутрішніх водостоків скидаються у водовідвідні лотки. Система водостоків запроектована зі сталевих труб Ø100 мм згідно норм [11].

1.6.8 Електропостачання

Електропостачання будівлі здійснюється від існуючої трансформаторної підстанції з двома трансформаторами по 1000 кВт кожен.

На першому поверсі будівлі передбачено електрощитову, в якій розміщуються ввідні пристрої для всіх проєктованих об'єктів.

Проектом передбачено робоче, аварійне, місцеве, евакуаційне та зовнішнє освітлення. Управління освітленням: місцеве – зі щитків, а через фотореле здійснюється зовнішнє освітлення.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальні положення про будівлю

Проводиться реконструкція громадської будівлі під торгово-розважальний центр. Будівля виконана каркасною із збірного залізобетону. Каркас – це просторовий кістяк, що несе вертикальні і горизонтальні навантаження і збирається з окремих елементів: колон, ригелів, панелей перекриття та в'язей жорсткості.

Будівля була зведена ще у 80-х роках ХХ століття при тоді діючих СНиПах і ГОСТах, тому в результаті інструментального обстеження виникла необхідність перевірки несучої здатності багатопустотної плити, ригеля і колони за новими нормативними документами.

2.2 Перевірочний розрахунок багатопустотної плити перекриття

2.2.1 Розрахунковий проліт і навантаження

Збір навантажень на 1 м² перекриття подано в таблиці 2.1.

Розрахунковий проліт плити становить $l_0 = 6960$ мм.

Таблиця 2.1 – Навантаження на 1 м² перекриття

№ з/ п	Вид навантаження, формула розрахунку	Характер. навантаж., кН/м ²	Розрахункові навантаження, кН/м ²			
			експлуатаційне		граничне	
			γ_{fe}	значення	γ_{fm}	значення
1	2	3	4	5	6	7
1.	Постійні Лінолеум $t = 3$ мм, $\rho = 1,2$ т/м ³ $t \times \rho = 0,03 \cdot 1,2 = 0,036$	0,036	1,0	0,036	1,2	0,043
2.	Клей для лінолеуму $t = 3$ мм, $\rho = 0,9$ т/м ³ $t \times \rho = 0,03 \cdot 0,9 = 0,027$	0,027	1,0	0,027	1,3	0,035

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
3.	Цементно-піщана стяжка	0,88	1,0	0,88	1,3	1,144
	$t = 40 \text{ мм}, \rho = 2,2 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,4 \cdot 2,2 = 0,88$					
4.	Теплозвукоізоляція	0,3	1,0	0,3	1,2	0,36
	$t = 50 \text{ мм}, \rho = 0,6 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3$					
5.	Гідроізоляція	0,075	1,0	0,075	1,3	0,098
	$t = 5 \text{ мм}, \rho = 1,5 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,05 \cdot 1,5 = 0,075$					
6.	Вага перегородок	2,5	1,0	2,5	1,1	2,75
7.	Багатопустотна плита перекриття	2,6	1,0	2,6	1,1	2,86
Всього постійні		6,42	$g_e =$	6,42	$g =$	7,29
Тимчасові		2,0		2,0	1,3	2,60
В тому числі:						
довготривалі		0,85		0,85	1,3	1,11
короткочасні		1,15		1,15	1,3	1,50
Повні		8,42				9,89
В тому числі:						
постійні і довготривалі		7,27				
короткочасні		1,15				

Граничне навантаження на 1 м^2 при ширині плити $1,5 \text{ м}$ з врахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі $\gamma_n = 0,95$:

– постійне $g = 7,29 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 10,39 \text{ кН/м}$;

– повне $g+v = 9,89 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 14,09 \text{ кН/м}$;

– тимчасове $v = 2,60 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 3,71 \text{ кН/м}$.

Характеристичне навантаження на 1 м^2 :

– постійне $g = 6,42 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 9,15 \text{ кН/м}$;

– повне $g+v = 8,42 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 12,00 \text{ кН/м}$;

– в тому числі постійне і довготривале $g+v = 7,27 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 10,36 \text{ кН/м}$.

2.2.2 Зусилля від граничних і характеристичних навантажень

Від граничного навантаження момент і поперечна сила становлять:

$$M = \frac{(g + \nu) \cdot l_0^2}{8} = \frac{14,09 \cdot 6,96^2}{8} = 85,32 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.1)$$

$$Q = \frac{(g + \nu) \cdot l_0}{2} = \frac{14,09 \cdot 6,96}{2} = 49 \text{ кН}. \quad (2.2)$$

Від характеристичного навантаження момент і поперечна сила:

$$M = \frac{(g + \nu) \cdot l_0^2}{8} = \frac{12 \cdot 6,96^2}{8} = 72,66 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{(g + \nu) \cdot l_0}{2} = \frac{12 \cdot 6,96}{2} = 41,76 \text{ кН}. \quad (2.4)$$

Від характеристичного постійного і довготривалого навантаження момент становить:

$$M = \frac{(g + \nu) \cdot l_0^2}{8} = \frac{10,36 \cdot 6,96^2}{8} = 62,73 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.5)$$

2.2.3 Перевірка розмірів перерізу плити

Висота перерізу багатопустотної (7 круглих пустот діаметром 159 мм) попередньо напруженої плити $h=220$ мм.

Робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 220 - 30 = 190 \text{ мм}. \quad (2.6)$$

Товщина верхньої і нижньої полиць:

$$(h-d)/2 = (220-159)/2=30,5 \text{ мм.} \quad (2.7)$$

Ширина ребер: середніх – 33 мм, крайніх – 79,5 мм.

В розрахунках за граничними станами першої групи розрахункова товщина стиснутої полиці таврового перерізу $h'_f = 30,5 \text{ мм}$.

Відношення $h'_f / h = 30,5/220 = 0,138 > 0,1$, при цьому в розрахунок вводиться вся ширина полиці $b'_f = 1460 \text{ мм}$;

Розрахункова ширина ребра:

$$b = 1460 - 7 \cdot 159 = 350 \text{ мм.}$$

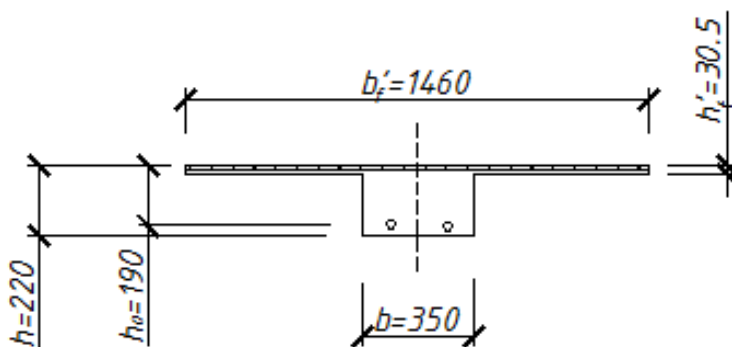


Рисунок 2.1 – Приведений переріз плити до розрахунку міцності

2.2.4 Характеристики міцності бетону і арматури

Багатопустотну попередньо напружену плиту армовано стрижневою арматурою класу А-IV з електротермічним натягненням на упори форм. До тріщиностійкості плити приймаються вимоги 3-ї категорії. Виріб піддавали тепловій обробці при атмосферному тиску.

Характеристики міцності бетону важкого класу В20 [13, 17]:

- призмova міцність $R_{bn} = R_{b,ser} = 15 \text{ МПа}$;
- розрахунковий опір стиску $R_b = 11,5 \text{ МПа}$.
- нормативний опір при розтягу $R_{btn} = R_{bt,ser} = 1,4 \text{ МПа}$.
- розрахунковий опір при розтягу $R_{bt} = 0,9 \text{ МПа}$.
- початковий модуль пружності бетону $E_b = 24000 \text{ МПа}$.

Передавальна міцність бетону R_{bp} встановлюється так, щоб при стиску відношення напружень $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75$.

Характеристики міцності арматури класу А-IV [13, 17]:

- нормативний опір $R_{sn} = 590$ МПа;
- розрахунковий опір $R_s = 510$ МПа;
- модуль пружності $E_s = 190000$ МПа.

Попереднє напруження арматури:

$$\sigma_{sp} = 0,75 \cdot R_{sn} = 0,75 \cdot 590 = 442,5 \text{ МПа.} \quad (2.8)$$

При електротермічному способі натягу:

$$p = 30 + 360/l = 30 + 360/7,2 = 80 \text{ МПа,} \quad (2.9)$$

$$\sigma_{sp} + p = 442,5 + 80 = 522,5 < R_{sn} = 590 \text{ МПа,} \quad (2.10)$$

умова виконується.

Обчислюємо граничне відхилення попереднього напруження при кількості напружених стержнів $n_p = 5$.

$$\gamma_{sp} = 0,5 \cdot \frac{p}{\sigma_{sp}} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \cdot \frac{80}{442,5} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = 0,13. \quad (2.11)$$

Коефіцієнт точності натягу:

$$\gamma_{sp} = 1 - \gamma_{sp} = 1 - 0,13 = 0,87. \quad (2.12)$$

При перевірці по утворенню тріщин у верхній зоні плити при стиску :

$$\gamma_{sp} = 1 - \gamma_{sp} = 1 + 0,13 = 1,13.$$

Попередні напруження із врахуванням точності натягу:

$$\sigma_{sp} = 0,87 \cdot 442,5 = 385 \text{ МПа.}$$

2.2.5 Перевірочний розрахунок міцності плити по перерізу, нормальному до поздовжньої осі, $M = 85,32 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Тавровий переріз із полицею в стисненій зоні [14, 19]:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b'_f h_o^2} = \frac{8532000}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 146 \cdot 19^2 \cdot 100} = 0,15. \quad (2.13)$$

Знаходимо $\xi = 0,16$; $\zeta = 0,917$.

$$x = h_o \cdot \xi = 19 \cdot 0,16 = 3,04 < 3,05 \text{ см,} \quad (2.14)$$

нейтральна вісь проходить у межах стисненої полиці.

Характеристика стисненої зони:

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 11,5 = 0,7672. \quad (2.15)$$

Гранична висота стисненої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,7672}{1 + \frac{525}{500} \left(1 - \frac{0,7672}{1,1}\right)} = 0,58, \quad (2.16)$$

$$\text{де } \sigma_{SR} = R_S + 400 - \sigma_{sp} = 510 + 400 - 385 = 525 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт умов роботи, що враховує опір напруженої арматури вище умовної межі текучості:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(\frac{2\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,2 - (1,2 - 1) \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,16}{0,58} - 1 \right) = 1,11 < \eta = 1,2, \quad (2.17)$$

де $\eta = 1,2$ – для арматури класу А-IV; $\gamma_{s6} = 1,11$ [13, 17].

Обчислюємо площу перерізу розтягнутої арматури:

$$A_s = \frac{M}{\gamma_{s6} R_s \zeta \cdot h_o} = \frac{8532000}{1,11 \cdot 510 \cdot 0,95 \cdot 19 \cdot 100} = 8,35 \text{ см}^2. \quad (2.18)$$

Необхідна кількість арматури відповідає реальному армуванню плити – 5Ø16 А-IV з площею $A_s = 10,05 \text{ см}^2$ [13, 17], тобто міцність плити за нормальними перерізами до поздовжньої осі забезпечена.

2.2.6 Перевірочний розрахунок міцності плити по перерізу, похилому до поздовжньої осі, $Q = 49 \text{ кН}$

Зусилля стиску $P = 193,5 \text{ кН}$.

$$\varphi_n = 0,1P/R_{bt}bh_0 = 0,1 \cdot 193500 / 0,9 \cdot 35 \cdot 19 \cdot 100 = 0,323 < 0,5 \quad (2.19)$$

Перевіряємо, чи потрібна поперечна арматура за розрахунком:

$$Q_{\max} = 49 \cdot 10^3 \leq 2,5 \cdot R_{bt} bh_0 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 35 \cdot 19 \cdot 100 = 134 \cdot 10^3 \text{ Н}, \quad (2.20)$$

умова задовільняється.

При:

$$q_1 = g + v/2 = 10,39 + 3,71/2 = 12,25 \text{ кН/м} = 122,50 \text{ Н/см}, \quad (2.21)$$

$$\begin{aligned} 0,16\varphi_{b4}(1-\varphi_n) \cdot R_{bt}b &= 0,16 \cdot 1,5 \cdot (1-0,323) \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 35 \cdot 100 = \\ &= 460,6 \text{ Н/см} > q_1 = 122,50 \text{ Н/см}, \end{aligned} \quad (2.22)$$

то приймаємо $c = 2,5 \cdot h_0 = 2,5 \cdot 19 = 47,5 \text{ см}$.

Інша умова:

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 49 \cdot 10^3 - 122,50 \cdot 47,5 = 42,18 \cdot 10^3 \text{ Н}, \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} \varphi_{b4}(1+\varphi_n) \cdot R_{bt} b h_0^2 / c &= 1,5 \cdot (1+0,323) \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 35 \cdot 19^2 \cdot 100 / 47,5 = \\ &= 42,75 \cdot 10^3 > Q = 42,18 \cdot 10^3 \text{ Н}, \end{aligned} \quad (2.24)$$

умова також виконується.

Отже, поперечної арматури за розрахунком не потрібно.

На приопорних ділянках довжиною $l/4=1800$ мм арматуру встановлюють конструктивно, $\varnothing 4$ Вр-1 з кроком $s = h/2=220/2=110$ мм [13, 17]. Прийнято $s = 100$ мм, що відповідає реальному кроку.

У середній частині прольоту поперечна арматура не застосовується.

Отже, міцність плити за похилими перерізами до поздовжньої осі забезпечена.

2.3 Перевірочний розрахунок ригеля

В результаті обстеження встановлено, що верхні межі ригеля і плити перекриття збігаються, тому висота стінки є рівною висоті перерізу плити.

У в'язевих каркасах ригелі працюють як вільно оперті однопролітні балки.

Потрібно провести перевірочний розрахунок на міцність ригеля.

Характеристики міцності бетону важкого класу В30 [13, 17]:

- призмova міцність $R_{bn} = R_{b,ser} = 22$ МПа;
- розрахунковий опір стиску $R_b = 17,0$ МПа.
- нормативний опір при розтягу $R_{btn} = R_{bt,ser} = 1,8$ МПа.
- розрахунковий опір при розтягу $R_{bt} = 1,2$ МПа.
- початковий модуль пружності бетону $E_b = 29000$ МПа.

Характеристики міцності робочої арматури класу А-III [13, 17]:

- розрахунковий опір при розтягу для поперечної арматури $R_{sw} = 290$ МПа;
- розрахунковий опір при розтягу для поздовжньої арматури $R_s = 365$ МПа;
- модуль пружності $E_s = 200000$ МПа.

Розрахунковий проліт ригеля дорівнює відстані між осями опор:

$$l_0 = l - 2 \cdot \frac{130}{2} = 2660 - 2 \cdot \frac{130}{2} = 2530 \text{ мм}, \quad (2.25)$$

де l – проектна довжина ригеля;

130 мм – довжина майданчиків обпирання на консолі колон.

Погонне навантаження від власної ваги ригеля (при об'ємній вазі залізобетону 25 кН/м^3):

$$g_r = S \cdot \rho \cdot \gamma_f = (0,2 \cdot 0,45 + 0,2 \cdot 0,23) \cdot 25 \cdot 1,1 = 3,74 \text{ кН/м}, \quad (2.26)$$

де $\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Повне граничне навантаження визначаємо з використанням даних табл. 2.1.

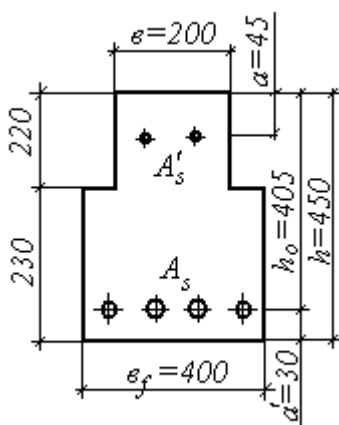


Рисунок 2.2 – Поперечний переріз ригеля

Повне граничне навантаження при кроці ригелів 3 м і з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n = 0,95$ становить:

– тимчасове: $v = 2,6 \cdot 3 \cdot 0,95 = 7,41 \text{ кН/м}$,

– від міжповерхового перекриття: $g_p = 7,29 \cdot 3 \cdot 0,95 = 20,77 \text{ кН/м}$,

– повне навантаження:

$$g = g_r + v + g_p = 3,74 + 7,41 + 20,77 = 31,92 \text{ кН/м}. \quad (2.27)$$

Згинальний момент в середині прольоту:

$$M = \frac{gl_0^2}{8} = \frac{31,92 \cdot 2,53^2}{8} = 65,54 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.28)$$

Поперечна сила на опорі:

$$Q = \frac{gl_0}{2} = \frac{31,92 \cdot 2,53}{2} = 40,38 \text{ кН}. \quad (2.29)$$

2.3.1 Перевірочний розрахунок міцності нормальних перерізів

Задаємося $a = 45 \text{ мм}$, $a' = 30 \text{ мм}$. Тоді:

$$h_0 = h - a = 450 - 45 = 405 \text{ мм}. \quad (2.30)$$

Оскільки полиця знаходиться в розтягнутій зоні, то перетин розглядаємо як прямокутник шириною $b=200 \text{ мм}$. Несуча здатність перетину на згин M_u складається з моментів відносно арматури A_s : сприйнятих стисненням бетоном M_b і стисненою арматурою M' .

Умова міцності має вигляд:

$$M < M = M_b + M_s'. \quad (2.31)$$

Обчислюємо M_b , задаючись граничною висотою стиснутої зони:

$$x = x_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,582 \cdot 405 = 236 \text{ мм}, \quad (2.32)$$

де ξ_R знаходимо з урахуванням $\gamma_{b2} = 0,9$.

Тоді момент, що сприймається стисненням бетоном:

$$\begin{aligned}
 M_b &= R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = \\
 &= 17 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 236 \cdot (405 - 118) = 207,26 \text{ кН} \cdot \text{м}, \\
 65,54 \text{ кН} \cdot \text{м} &< 207,26 \text{ кН} \cdot \text{м}.
 \end{aligned}
 \tag{2.33}$$

Міцність достатня, тобто стиснута арматура за розрахунком не потрібна.

В цьому випадку задаємося арматурою A_s' з конструктивних міркувань. Приймаємо для просторового каркаса 2Ø10 ($A_s' = 157 \text{ мм}^2$) [13, 17].

Знаючи A_s' , знайдемо:

$$M_s' = R_{sc} \cdot A_s' (h_0 - a') = 365 \cdot 157 \cdot (405 - 30) = 21,49 \text{ кН} \cdot \text{м}. \tag{2.34}$$

Тоді за умовою міцності:

$$M_b = M - M_s' = 65,54 - 21,49 = 44,05 \text{ кН} \cdot \text{м}. \tag{2.35}$$

Визначемо висоту стиснутої зони:

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M_b}{R_b \cdot b}} = 405 - \sqrt{405^2 - \frac{2 \cdot 44,05 \cdot 10^6}{15,3 \cdot 200}} = 37 \text{ мм}; \tag{2.36}$$

а з умови $N_s - N_b - N_s' = 0$ визначаємо:

$$A_s = \frac{N_b + N_s'}{R_s} = \frac{R_b b x + R_{sc} A_s'}{R_s} = \frac{15,3 \cdot 200 \cdot 37 + 365 \cdot 157}{365} = 467,19 \text{ мм}^2, \tag{2.37}$$

Необхідна кількість арматури відповідає реальному армуванню ригелю з площею $A_s = 509 \text{ мм}^2$ (2Ø18) [13, 17].

Перевіряємо міцність перерізу:

$$x = \frac{R_s A_s + R_{sc} A'_s}{R_b b} = \frac{365 \cdot 509 + 365 \cdot 157}{15,3 \cdot 200} = 79,44 \text{ мм}^2, \quad (2.38)$$

$$79,44 \text{ мм} > 37 \text{ мм}.$$

В розрахунок вводимо $x = 37 \text{ мм}$, тоді:

$$M_u = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'), \quad (2.39)$$

$$M_u = 15,3 \cdot 200 \cdot 37 \cdot (405 - 0,5 \cdot 37) + 365 \cdot 157 \cdot (405 - 30) = 65,62 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$65,62 \text{ кН} \cdot \text{м} > 65,54 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Міцність достатня.

Необхідні умови для захисних шарів бетону: $v_{3.c.} \geq d_s$, $v_{3.c.} \geq 20 \text{ мм}$.

Захисні шари бетону для нижньої арматури:

$$v_{3.c.} = a - \frac{d_s}{2} = 45 - \frac{18}{2} = 36, \quad (2.40)$$

для верхньої арматури:

$$v_{3.c.} = a' - \frac{d_s}{2} = 30 - \frac{10}{2} = 25. \quad (2.41)$$

Захисні шари достатні. Міцність ригеля за нормальними перерізами забезпечена.

2.3.2 Перевірочний розрахунок міцності похилих перерізів на поперечну силу

Небезпечні похилі перерізи починаються там, де різко змінюються розміри перерізу ригеля, тобто в місці зрізу. Такий переріз показано на рисунку 2.4.

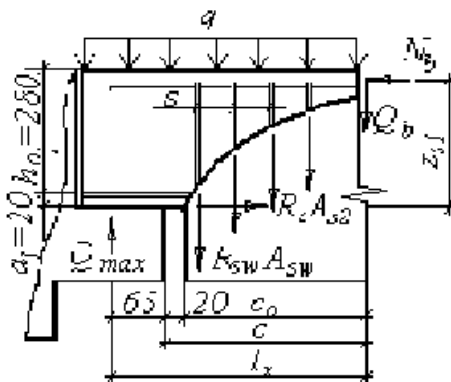


Рисунок 2.3 – Похилий переріз ригеля

Висота перерізу $h_f = 300$ мм, ширина $b=200$ мм. Поздовжня розтягнута арматура $A_{s(1)}$, підібрана за розрахунком міцності нормальних перерізів, до опор не доходить, тому в опорних ділянках встановлюють додаткову поздовжню арматуру A_{s2} , діаметр якої визначають розрахунком похилих перерізів на згин. Для надійного анкерування її приварюють до опорної заставної пластини товщиною 10 мм. З урахуванням цього приймаємо $a = 20$ мм, $h_0 = 280$ мм.

Перевіряємо мінімальне поперечне армування за конструктивними вимогами [13, 17]: при $h_x = 300 < 450$ мм крок s поперечних стержнів (хомутів) на довжині, рівній $1/4$ прогону, повинен бути не менше 150 мм і не менше $h/2 = 150$ мм. Прийнято $s = 150$ мм.

За умовами зварювання діаметр хомутів:

$$d_s > 0,25d_{sw}, \quad (2.42)$$

де d_s – максимальний діаметр стержнів, що зварюються, $d_s = 18$ мм.

Отже, діаметр хомутів прийнято вірно $d_{sw} = 7$ мм, $A_{sw} = 77 \text{ мм}^2$ (2Ø7).

Перевіряємо міцність похилої смуги на стиск за формулою:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0. \quad (2.43)$$

$$Q = 40,38 \text{ кН} < 0,3 \cdot 1,0897 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 200 \cdot 280 = 237,24 \text{ кН},$$

умова виконується. Міцність похилої смуги на стиск забезпечена.

Коефіцієнт, що враховує вплив поперечної арматури:

$$\varphi_{\omega 1} = 1 + 5\alpha\mu_{\omega} = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,0026 = 1,0897 < 1,3, \quad (2.44)$$

де $\alpha = E_s/E_b = 200 \cdot 10^3 / (29 \cdot 10^3) = 6,9$;

$$\mu_{\omega} = \frac{A_{s\omega}}{b \cdot s} = \frac{77}{200 \cdot 150} = 0,0026. \quad (2.45)$$

Коефіцієнт $\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847$,

де $\beta = 0,01$ для важкого бетону.

Перевіряємо міцність по похилій тріщині з умови:

$$Q \leq Q_u = Q_b + Q_{sw}. \quad (2.46)$$

При цьому міцність стисненого бетону на зріз:

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{33,869 \cdot 10^6}{529} = 64,025 \text{ кН}, \quad (2.47)$$

де M_b розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} M_b &= \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 = \\ &= 2 \cdot 1,08 \cdot 200 \cdot 280^2 = 33,869 \text{ кН} \cdot \text{м}. \end{aligned} \quad (2.48)$$

Міцність поперечної арматури, що перетинає похилу тріщину:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 131 \cdot 509 = 66,679 \text{ кН}, \quad (2.49)$$

де q_{sw} визначається за формулою:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s} = \frac{77 \cdot 255}{150} = 131 \text{ Н/мм}, \quad (2.50)$$

(тут R_{sw} знижено на 10% з урахуванням ослаблення стержнів зварюванням при $d_{sw}/d_s = 7/28 < 1/3$).

Оскільки похила тріщина починається в кутку підрізування, тобто майже біля опори, то проекцію небезпечної похилої тріщини знаходимо за формулою:

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{33869 \cdot 10^6}{131}} = 509 \text{ мм}, \quad (2.51)$$

$$509 \text{ мм} < 2h_0 = 560 \text{ мм}.$$

Проекція відстані від грані опори до кінця тріщини, або проліт зрізу становить:

$$c = c_0 + 20 = 509 + 20 = 529 \text{ мм}, \quad (2.52)$$

$$Q_u = Q_b + Q_{sw} = 64025 + 66679 = 130,704 \text{ кН}. \quad (2.53)$$

Зовнішнє навантаження q прикладене до полиць ригеля, тобто на одну сторону від похилого перерізу і опорна реакція $Q_{\max}$ – на іншу. Тому на ділянці проекції похилого перерізу значення поперечної сили постійне:

$$Q = Q_{\max} = 40,38 \text{ кН}, \quad (2.54)$$

$$Q < Q_u = 40,38 \text{ кН} < 130,704 \text{ кН}, \quad (2.55)$$

міцність по похилій тріщині достатня.

В чвертях прольоту крок хомутів становить 150 мм, а в середній частині, згідно конструктивних вимог [13, 17], не більше будь-якої з трьох величин:

$s_{cp} \leq 500 \text{ мм}$; $s_{cp} \leq 0,75 \cdot h = 0,75 \cdot 450 = 338 \text{ мм}$; $s_{cp} \leq 20d_s' = 20 \cdot 10 = 200 \text{ мм}$ (для забезпечення стійкості поздовжньої стиснутої арматури). Прийнято 200 мм.

2.3.3 Перевірочний розрахунок міцності похилих перерізів на згинальний момент

Зріз бетону в опорних ділянках не дозволяє завести поздовжню арматуру за межі опор, тому встановлено по два горизонтальних стержні, заанкеровані на опорах зваркою до закладних пластин. Перетин стержнів класу А-III підібрано за розрахунком похилих перерізів на згинальний момент з умови:

$$M \leq M_u = M_{s1} + M_{sw}, \quad (2.56)$$

де M – зовнішній згинальний момент відносно точки прикладання рівнодіючих зусиль в стиснутій зоні;

M_{s1} – момент в поздовжній арматурі відносно тієї ж точки;

M_{sw} – момент в поздовжній арматурі щодо зусиль в хомутах.

$$M_{sw} = \frac{q_{sw} c_0^2}{2} = \frac{131 \cdot 560^2}{2} = 20,54 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.57)$$

Проекція небезпечного похилого перерізу:

$$c_0 = \frac{Q_{max}}{q_{sw}} = \frac{40380}{131} = 308 \text{ мм} < 2h_0 = 560 \text{ мм}. \quad (2.58)$$

Приймаємо $c_0 = 560 \text{ мм}$.

$$M_{s1} = Q_{max} \cdot l_x = 40380 \cdot 645 = 52,1 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.59)$$

де $l_x = c_0 + 85 = 560 + 85 = 645$ мм.

Величина M визначена без врахування розвантажувальної дії q (навантаження прикладене не до верхньої межі ригеля, а до полиць).

Згідно з умовою:

$$M_{s1} = M - M_{sw} = 52,1 - 20,54 = 31,56 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.60)$$

Необхідна площа арматури:

$$A_{s1} = \frac{M_{s1}}{R_s z_{s1}} = \frac{31,56 \cdot 10^6}{365 \cdot 250} = 3458 \text{ мм}^2. \quad (2.61)$$

Відстань z_{s1} прийнято наближено рівною відстані між осями стиснутої і озтягнутої арматури.

Необхідна кількість арматури відповідає реальному армуванню ригелю з площею $A_s = 402 \text{ мм}^2$ (2Ø16) [13, 17]. Міцність похилих перерізів на згинальний момент забезпечена.

2.4 Перевірочний розрахунок колони

У в'язевих каркасах горизонтальні навантаження передаються на діафрагми жорсткості, тому колони сприймають тільки вертикальні навантаження. Якщо сусідні прольоти і навантаження однакові, то допускається прикладання вертикальних сил N на колону враховувати тільки з випадковим ексцентриситетом e_a .

Значення e_a приймається більшим із трьох величин: $h/30$, $l_0/600$ і 10 мм (де h – висота перерізу колони, l_0 – розрахункова довжина). Оскільки випадковий ексцентриситет може бути і справа, і зліва від осі, армування колони приймається симетричним: $A_s = A'$. Для елементів прямокутного перерізу при розрахунковій довжині $l < 20h$ і симетричної арматури класів А-I, А-II і А-III розрахунок на

відцентровий стиск з випадковим ексцентриситетом допускається замінювати розрахунком на центральний стиск, при цьому напруження в бетоні приймають рівними R_b , а в арматурі – R_{sc} .

2.4.1 Збір навантажень на колону

Висота поверху $h = 3,3$ м. Сітка колон $3 \times 7,2$ м. Переріз колон 300×300 мм. Стикування колон поверхове. Стики колон розміщені на висоті $0,65$ м від рівня верху панелі перекриття. Ригелі опираються на консолі колон. Обчислення навантажень на перекриття наведено в таблиці 2.1.

Збір навантажень на покриття подано в таблиці 2.2.

Навантаження зібрано відповідно до [5]. Будівля розташована в м. Вінниця у IV сніговому районі. Характеристичне значення ваги снігового покриву для цього району становить $S_0 = 1,36$ кН/м².

Граничне розрахункове значення навантаження від снігу обчислюємо за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1,04 \cdot 1,36 \cdot 1,0 = 1,41 \text{ кПа}, \quad (2.66)$$

де S_0 – характеристичне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі, кН/м²;

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0, \quad (2.67)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття.

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти.

Таблиця 2.2 – Навантаження на 1 м^2 покриття

№ з/ п	Вид навантаження, формула розрахунку	Характер. навантаж., кН/м ²	Розрахункові навантаження, кН/м ²			
			експлуатаційне		граничне	
			γ_{fe}	значення	γ_{fm}	значення
1	2	3	4	5	6	7
1.	Постійні Гідроізоляція (4 шари руберойду) $t = 13 \text{ мм}, \rho = 1,5 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,13 \cdot 1,5 = 0,20$	0,20	1,0	0,20	1,3	0,26
2.	Цементно-піщана стяжка $t = 40 \text{ мм}, \rho = 2,2 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,4 \cdot 2,2 = 0,88$	0,72	1,0	0,72	1,3	0,94
3.	Утеплювач $t = 150 \text{ мм}, \rho = 0,14 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 1,5 \cdot 0,14 = 0,21$	0,21	1,0	0,21	1,2	0,25
4.	Пінобетон по ухилу $t = 200 \text{ мм}, \rho = 0,3 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 2 \cdot 0,3 = 0,6$	0,60	1,0	0,60	1,3	0,78
5.	Пароізоляція (1 шар руберойду) $t = 3 \text{ мм}, \rho = 1,5 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,03 \cdot 1,5 = 0,05$	0,05	1,0	0,05	1,3	0,07
6.	Стяжка $t = 30 \text{ мм}, \rho = 1,8 \text{ т/м}^3$ $t \times \rho = 0,3 \cdot 1,8 = 0,54$	0,54	1,0	0,54	1,3	0,70
7.	Багатопустотна плита перекриття	2,6	1,0	2,6	1,1	2,86
Всього постійні		4,92	$g_e =$	4,92	$g =$	5,86
Тимчасові		1,68		1,68	1,4	2,40
В тому числі: довготривалі		0,53		0,53	1,3	0,69
короткочасні		1,15		1,15	1,3	1,49
Повні		6,60				8,26
В тому числі: постійні і довготривалі		5,45				
короткочасні		1,15				

Навантаження від ваги снігу, що діє на колону становить:

$$Q_s = 0,5 \cdot L \cdot B \cdot S_m \cdot \gamma_n = 0,5 \cdot 18 \cdot 12 \cdot 1,25 \cdot 0,95 = 128,25 \text{ кН.} \quad (2.68)$$

При перевірених розмірах поперечного перерізу, маса ригеля на один метр погонний складе:

$$g_r = S \cdot \rho \cdot \gamma_f = (0,2 \cdot 0,45 + 0,2 \cdot 0,23) \cdot 25 \cdot 1,1 = 3,74 \text{ кН/м.} \quad (2.69)$$

Розрахункова довжина колон четвертого-п'ятнадцятого поверхів складає $l_o = H_f = 3,3 \text{ м.}$

Вантажна площа збору навантажень на колону складає:

$$A_{zp} = B \cdot L = 3 \cdot 7,2 = 21,6 \text{ м}^2. \quad (2.70)$$

Граничне навантаження від перекриття одного поверху, з урахуванням даних таблиці 2.1:

$$N_1 = (g + \nu) \cdot A_{zp} = 9,89 \cdot 21,6 = 213,62 \text{ кН,} \quad (2.71)$$

в тому числі постійне і тривале:

$$N_{1,l} = 7,27 \cdot 21,6 = 157 \text{ кН.}$$

Граничне навантаження від власної ваги ригеля:

$$N_2 = V \gamma_f, \quad (2.72)$$

$$N_2 = [(0,2 \cdot 0,45 + 0,2 \cdot 0,22) \cdot 2,36 + 0,2 \cdot 0,3 \cdot (0,15 + 0,15)] \cdot 25 \cdot 1,1 = 9,2 \text{ кН,}$$

де V – об'єм в м^3 ;

$\gamma = 25 \text{ кН/м}^3$ – об'ємний вагу залізобетону;

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Граничне навантаження від власної ваги колони:

$$N_3 = (0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,3 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,15 \cdot 0,15) \cdot 25 \cdot 1,1 = 8,54 \text{ кН.}$$

Граничне навантаження від покриття на колону, згідно з даними таблиці 2.2.

$$N_4 = (g + p) \cdot A_{cp} = 8,26 \cdot 21,6 = 178,42 \text{ кН}, \quad (2.73)$$

в тому числі постійне і тривале:

$$N_{4,l} = 5,45 \cdot 21,6 = 117,72 \text{ кН}.$$

Сумарна поздовжня сила в колоні (з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n = 0,95$):

$$N = (5N_1 + 5N_2 + 5N_3 + N_4) \cdot \gamma_n, \quad (2.74)$$

$$N = (5 \cdot 213,62 + 5 \cdot 9,2 + 5 \cdot 8,54 + 178,42) \cdot 0,95 = 1268,46 \text{ кН}.$$

Від постійних і тривалих навантажень:

$$N_l = (5 \cdot 157 + 5 \cdot 9,2 + 5 \cdot 8,54 + 117,72) \cdot 0,95 = 991,42 \text{ кН}.$$

2.4.2 Перевірочний розрахунок міцності нормального перерізу

Умова міцності:

$$N \leq \varphi \cdot [R_b A + R_{sc} (A_s + A'_s)], \quad (2.75)$$

де A – площа перерізу колони;

φ – коефіцієнт, що враховує гнучкість колони і тривалість дії навантажень.

$$A = 300 \cdot 300 = 90000 \text{ мм}^2.$$

Перетворивши формулу, отримаємо:

$$(A_s + A'_s) \geq \left(\frac{N - \varphi \cdot R_b \cdot A}{\varphi \cdot R_{sc}} \right), \quad (2.76)$$

$$\varphi = \varphi_1 + \frac{2 \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot R_{sc} (A_s + A'_s)}{R_b \cdot A} \leq \varphi_2, \quad (2.77)$$

де φ_1 і φ_2 – коефіцієнти, прийняті за таблицею 2.3.

Коефіцієнт φ визначаємо послідовними наближеннями. У першому наближенні приймаємо $\varphi = \varphi_2$. В даному випадку при:

$$\frac{l_o}{h} = \frac{3300}{300} = 11, \quad (2.78)$$

$$\frac{N_l}{N} = \frac{991,42}{1268,46} = 0,78. \quad (2.79)$$

Таблиця 2.3 – Значення φ_1 і φ_2 залежно від N_l/N

l_o/h	φ_1 залежності від N_l/N			φ_2 в залежності від N_l/N		
	0	0,5	1	0	0,5	1
6	0,93	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92
10	0,91	0,90	0,89	0,91	0,91	0,90
14	0,89	0,85	0,81	0,89	0,87	0,86
16	0,86	0,8	0,74	0,87	0,84	0,82

За інтерполяцією знаходимо φ_1 :

$$\varphi'_1 = 0,85 + \frac{(0,9 - 0,85)}{14 - 10} \cdot (11 - 10) = 0,863,$$

$$\varphi''_1 = 0,81 + \frac{(0,89 - 0,81)}{14 - 10} \cdot (11 - 10) = 0,83,$$

$$\varphi_1 = 0,83 + \frac{(0,863 - 0,83)}{1 - 0,5} \cdot (0,83 - 0,5) = 0,852.$$

Таким же чином знаходимо коефіцієнт φ_2 :

$$\varphi'_2 = 0,87 + \frac{(0,91 - 0,87)}{14 - 10} \cdot (11 - 10) = 0,88,$$

$$\varphi''_2 = 0,86 + \frac{(0,9 - 0,86)}{14 - 10} \cdot (11 - 10) = 0,87,$$

$$\varphi_2 = 0,87 + \frac{(0,88 - 0,87)}{1 - 0,5} \cdot (0,84 - 0,5) = 0,88.$$

Отримуємо $\varphi_1 = 0,852$ і $\varphi_2 = 0,88$.

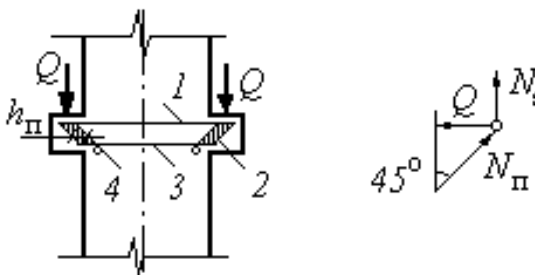
При $\varphi_1 = \varphi_2$ визначаємо:

$$(A_s + A'_s) \geq \frac{1268,46 \cdot 10^3 - 0,88 \cdot 15,3 \cdot 90000}{0,88 \cdot 365} = 176,5 \text{ мм}^2,$$

$$\varphi = 0,852 + \frac{2 \cdot (0,88 - 0,852) \cdot 365 \cdot 176,5}{15,3 \cdot 90000} = 0,85 \leq \varphi_2.$$

Реальне армування колони задовільняє умови розрахунку і становить 4Ø18 А-III ($A_s + A_s' = 1018 \text{ мм}^2$) [13, 17].

2.4.3 Перевірочний розрахунок міцності консолі



1 – розтягнуті стержні; 2 – похилі пластини; 3 – нижні стислі стержні;
4 – розподільні стержні.

Рисунок 2.4 – Консоль колони

Приховані консолі мають малі розміри, тому їх армують жорсткою арматурою, яку розраховують на вплив опорних реакцій ригелів Q без врахування роботи бетону. Зусилля в похилих пластинах визначають з умови рівності сил по вертикалі:

$$N_n = \frac{Q}{\sin 45^\circ} = \frac{40380}{0,707} = 57,11 \text{ кН.}$$

Розміри перерізу пластини (зі сталі ВСт3пг2):

$$\delta \cdot h_n = 16 \cdot 120 = 1920 \text{ мм}^2,$$

де δ – товщина пластини;

h_n – ширина пластини по горизонталі.

Площа нормального перерізу пластини:

$$A_n = 1920 \cdot \sin 45^\circ = 1357 \text{ мм}^2.$$

Стискаючі напруження:

$$\sigma = \frac{N_n}{A_n} = \frac{571146}{1357} = 42 < R = 245 \text{ МПа.}$$

Зусилля в розтягнутих стержнях:

$$N_s = N_n \sin 45^\circ = Q = 40,38 \text{ кН.}$$

Тоді площа арматури:

$$A_s = \frac{N_s}{R_s} = \frac{40380}{365} = 110,63 \text{ мм}^2.$$

Прийнята арматура відповідає реальному армуванню і становить 2Ø10 (А-III) $A_s = 157 \text{ мм}^2$ [13, 17].

Нижні стислі і розподільні стержні прийнято того ж перерізу, що й верхні Ø10 А-III.

Довжину колони визначають з врахуванням відстані від нульової позначки до верхнього краю фундаменту – не менше 150 мм і розташування стику на 650 мм вище перекриття:

$$l = 3,3 + 0,65 + 0,15 = 4,1 \text{ м.}$$

Крок s поперечних стержнів повинен бути не більше 500 мм і не більше $20d_s$ (де $d_s = 18 \text{ мм}$ – діаметр поздовжніх стержнів). При $\mu = A_s'/A > 1,5\%$ крок s зменшується до 300 мм або до $10d_s$. В даному випадку:

$$\mu = \frac{0,5 \cdot 1018 \cdot 100}{90000} = 0,56\% < 1,5\%,$$

прийнято $s = 350 \text{ мм}$. За умовами зварювання діаметр поперечних стержнів повинен бути не менше $0,25 d_s$, тому прийнято Ø6 А-I.

Поздовжні робочі стержні 2Ø18 А-III і поперечні стержні Ø6 А-I входять до складу двох плоских вертикальних каркасів КР-1, які за допомогою поперечних стержнів Ø6 А-I об'єднуються в просторовий КП-1.

Згідно з вимогами норм [13, 17] захисний шар бетону до робочої арматури повинен становити не менше 20 мм і не менше d_s , в даному випадку – 20 мм. Остаточна відстань від осей поздовжніх стержнів до зовнішніх граней становить 45 мм – з врахуванням можливості надягання на КП-1 сіток непрямого армування С-2.

Сітки непрямого армування С-1 і С-2 встановлено у верхній частині колони для захисту бетону від руйнування при місцевому стиску. У нижній частині

колони вони не потрібні. Розміри осередків сіток повинні бути в межах від 45 до 100 мм, але не більше $1/4$ меншої сторони перерізу елемента – $300/4 = 75$ мм.

Крок сіток повинен бути в межах від 60 до 150 мм, але не більше $1/3$ меншої сторони – $300/3=100$ мм.

На довжині не менше $10d_s = 10 \cdot 18 = 180$ мм встановлено дві сітки С-1 і чотири сітки С-2. Крок сіток $s = 70$ мм, стержні $\varnothing 6$ А-III з осередками 45×45 мм для С-1 і 60×60 мм для С-2.

Отже, несуча здатність колони забезпечена і додаткове армування не потрібне.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Календарний план на виконання робіт по реконструкції

Календарний план на реконструкцію громадської будівлі під торгово-розважальний центр складений для визначення послідовності і термінів виконання загально-будівельних, спеціальних і монтажних робіт, які виконуються з 23 березня по 30 листопада 2025 року.

Порядок розробки календарного плану, який складається з двох частин:

- у лівій частині розміщується:
 - перелік робіт в технологічній послідовності, їхні об'єми;
 - трудомісткість робіт згідно калькуляції трудових витрат, заробітної плати;
 - тривалість окремих робіт і їхнє сполучення між собою;
 - кількість змін за добу;
 - кількість робітників у зміну.
- в правій частині показують:
 - графік виконання робіт;
 - послідовність і сполучення робіт між собою.
 - кількість зайнятих робітників.

Календарні терміни виконання визначених робіт встановлено з умови дотримання технологічної послідовності з врахуванням необхідності в мінімально можливий термін надати фронт для здійснення наступних робіт, які подано в таблиці 3.1 за [24, 25].

Таблиця 3.1 – Відомість визначення номенклатури та обсягів робіт

№ з/п	Найменування	Об'єми робіт		Трудо-кість, люд.-дні		Розрах. тривал.	К-сть змін	К-сть робочих
		Од. вим.	К-сть	норм.	план.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Розробка ґрунту в котловані	100 м ³	1,63	19,69	20	4	1	5

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Гідроізоляція етонних поверхонь на відм. -6.000	100 м ²	1,02	24	24	4	1	6
3	Зворотня засипка грунту в котловані	100 м ³	1,63	13,27	12	3	1	4
4	Влаштування асфальтового вимощення	100 м ²	2,13	6,29	6	2	1	3
5	Розбирання старої рулонної покрівлі	100 м ²	32,5	34,54	35	5	1	7
6	Влаштування нової рулонної покрівлі	100 м ²	32,5	34,54	35	5	1	7
7	Демонтаж віконних коробок	100 м ²	9,25	208,48	200	10	1	20
8	Влаштування нових віконних коробок	100 м ²	9,25	208,48	200	10	1	20
9	Демонтаж вітражів	т	9	223,6	220	11	1	20
10	Монтаж нових вітражів з подвійним склінням	т	9	223,6	220	11	1	20
11	Облицювання фасаду керамогранітними плитками	100 м ²	208,68	896,4	920	46	1	20
12	Демонтаж перегородок	100 м ²	5,28	17,63	20	4	1	5
13	Влаштування нових перегородок	100 м ²	5,28	17,63	20	4	1	5
14	Демонтаж дверних коробок	100 м ²	9	228,51	220	11	1	20
15	Влаштування нових дверних коробок	100 м ²	9	228,51	220	11	1	20
16	Влаштування підвісної стелі	100 м ²	327,05	1578,3	1500	60	1	25
17	Влаштування підлоги з керамічної плитки	100 м ²	209,99	1075	1000	50	1	25
18	Влаштування підлоги з керамограніту	100 м ²	9,33	87,92	90	15	1	6
19	Влаштування підлоги з лінолеуму	100 м ²	107,73	650	600	30	1	20
20	Водоемульсійне фарбування стін	100 м ²	658,34	1662,69	1800	40	1	45

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	Сантехнічні роботи		4	115,8	110	11	1	10
2	Електромонтажні роботи		8	161,9	160	20	1	8
23	Слабкострумові роботи		2	147,9	1510	15	1	10
24	Благоустрій території		5	132,3	120	10	1	12

Техніко-економічні показники згідно з календарним планом:

- нормативний термін реконструкції – $T_n = 392$ дні;
- плановий термін реконструкції – $T_n = 214$ днів;
- нормативні трудозатрати праці – $Q_n = 7996,98$ люд.-дні;
- планові трудозатрати праці – $Q_n = 7902$ люд.-дні;
- максимальна кількість робітників – $N_{\max} = 63$ чол.;
- середня кількість робітників – $N_{\text{ср}} = 36$ чол.

Календарний графік виконання робіт по реконструкції будівлі зображено на листі 6 графічної частини дипломної роботи.

3.2 Технологічна карта на влаштування навісного вентилязованого фасаду

Технологічна карта розроблена на влаштування вентилязованого фасаду 15-ти поверхової громадської будівлі, що реконструюється під торгово-розважальний центр. Вентильована фасадна система складається з таких конструктивних елементів:

- кріпильних кронштейнів, закріплених до стіни фасаду, що облицьовується і служать для кріплення вертикальних напрямних;
- термоізоляційного шару, що виконує роль утеплювача і вітрозахисту стін будівлі;
- горизонтальних і вертикальних напрямних, які є складовою частиною каркасу;

- облицювального шару – основної огорожувальної та декоративної конструкції фасаду.

Роботи з влаштування вентиляованого фасаду виконуються при температурі від -15 до +25°C. При виконанні робіт в несприятливих погодних умовах робочі місця слід захищати навісами або тентами.

У складі технологічної карти розглянуто наступні питання:

- підготовчі роботи;
- монтаж кронштейнів;
- утеплення фасадів;
- влаштування несучого каркасу;
- влаштування зовнішнього облицювання.

Режим праці прийнятий з умови оптимального темпу виконання трудових процесів, при раціональній організації робочого місця, чіткого розподілу обов'язків між робітниками бригади, застосування механізованого інструменту та інвентарю.

Всі роботи по влаштуванню фасадної системи виконуються відповідно до вимог проектної документації, ПБР і даної ТК.

3.2.1 Технологія та організація виконання робіт

До початку монтажних робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- закінчені загальнобудівельні роботи на фасадах, що підлягають утепленню;
- на підставі виконавчої зйомки виконати обмірювальні креслення ділянок фасаду будівлі, на яких вказати:
 - відхилення ліній площин несучих конструкцій, стін, перекриттів, парапетів;
 - особливості рельєфу облицюваних конструкцій і прилеглих елементів фасадів, виступи, перепади, віконні та дверні прорізи, архітектурні особливості,

вентиляційні решітки, вітражі, уступи, місця примикання до системних конструкцій;

– відхилення в криволінійності радіальних конструкцій монтованих фасадів і складних конструкцій будівлі;

– виконана розмітка фасаду;

– з фасадів повинні бути демонтовані освітлювальні прилади, видалені підвіконні зливи, ліхтарі або прожектори освітлення.

Для виконання робіт з монтажу системи необхідно підготувати засоби підмоцнування (риштування). При установці риштувань стійки повинні спиратися на сталеві башмаки і кріпитися до фасаду анкерами через один вузол по вертикалі і горизонталі. Проміжок між робочим настилом і облицюванням не повинен перевищувати 150 мм [23, 27].

Перед початком робіт з монтажу вентилязованих фасадів з облицюванням фасадними касетами слід підготувати матеріали, інструменти та обладнання

відповідно до специфікацій. Перевірка якості матеріалів є обов'язком підрядника.

Контроль якості і приймання виконаних робіт слід виконувати відповідно до чинних нормативно-технічних документів.

До початку робіт з монтажу вентилязованих фасадів повинні бути підготовлені тенти для захисту утеплювача і конструкцій будівлі від атмосферних опадів, навіси безпеки, обгороджені небезпечні зони, встановлені, випробувані і прийняті засоби підмоцнування.

Для виконання робіт з монтажу системи на одній захватці прийнята бригада в складі:

- монтажник будівельних конструкцій 5 розряду – 1 чол.;
- монтажник будівельних конструкцій 4 розряду – 1 чол.;
- монтажник будівельних конструкцій 3 розряду – 1 чол.

Необхідно провести навчання робітників способами виробництва робіт, ознайомити їх з організацією майданчика, даною технологічною картою, провести

інструктаж з техніки безпеки і проінструктувати по безпечних методах виконання робіт.

Для виконання робіт з монтажу системи будівлю розбивають на захватки і визначають порядок та послідовність переміщення монтажників з однієї захватки на іншу.

3.2.2 Монтаж системи вентилюваних фасадів

Розмітка поверхні і монтаж кронштейнів.

Монтаж системи починають з розмітки фасаду. Її слід виконувати окремим потоком по всьому фронту робіт.

Геодезичну зйомку та розмітку фасаду необхідно проводити за допомогою геодезичних приладів, високоточних рівнів з великою базою. Розмітка місць установки кронштейнів підсистеми повинна бути виконана в суворій відповідності з проектною документацією. Погрішності, допущені при виконанні розмітки, неминуче призведуть до відхилень параметрів системи. Правильність розмітки повинна контролюватися постійно.

Перед виконанням розмітки слід перевірити габаритні розміри фасадів і порівняти з даними, зазначеними в кресленнях, також повинні бути перевірені наведені в кресленнях розмірні ланцюжки та їх прив'язка до характерних елементів стіни фасаду. Розмітка наноситься на поверхню стіни за допомогою оптичних приладів та закріплюється незмивною фарбою.

Розміщення кронштейнів на фасаді стіни роблять, як правило, з кроком в межах: по вертикалі від 600 до 1200 мм, по горизонталі від 350 до 800 мм, відступаючи від краю стіни не менше 100 мм до осі кронштейна [23, 27].

Після розмітки фасаду в місцях кріплення кронштейнів свердлять отвори під анкерні кріплення та монтують до стіни кронштейни. Для зниження тепловтрат і усунення містка «холоду», в місцях примикання кронштейнів до стіни під них встановлюють паронітову прокладку. Свердління слід виконувати за допомогою електродрилі по нанесеним міткам.

Застосування кріпильних елементів, відмінних від зазначених в проектній документації, не допускається.

Діаметр отворів повинен відповідати типу застосовуваного дюбеля (анкера), глибина отворів повинна перевищувати не менше ніж на 15 мм довжину закладення дюбеля в стіну. У випадках, коли основою служить кладка, не можна встановлювати дюбелі в шви кладки, при цьому відстань від центра дюбеля до ложкового шва повинна бути не менше 35 мм, а від тичкового – 60 мм.

Конструкція кронштейнів допускає вирівнювання площини обрешітки до 30 мм для створення рівної поверхні під облицювання.

Кронштейни кріплять до стіни анкерами, підібраними відповідно до матеріалу стіни, з використанням шайби. Кріплення здійснюється одним або двома анкерами (за розрахунком).

Монтаж плит утеплювача.

Стіну, на якій відбувається монтаж плит утеплювача, необхідно укрити від попадання вологи.

Монтаж плит утеплювача ведеться знизу вгору. Плити утеплювача повинні встановлюватися щільно одна до одної, щоб не було пустот у швах. Якщо уникнути пустот не вдається, то вони повинні бути закладені тим же матеріалом.

Для кріплення плит утеплювача до основи застосовують пластмасові дюбель-анкери тарілчастого типу з розпірними стержнями. Довжина дюбелів залежить від товщини утеплювача, витрата не менше 7 шт. на 1 м². Для установки дюбель-анкерів плита повинна бути попередньо прорізана і в стіні просвердлено отвір. Діаметр просвердленого отвору повинен відповідати зовнішньому діаметру втулки дюбель-анкерного пристрою.

У разі застосування вітровологозахисної плівки, встановлені плити утеплювача спочатку кріплять 2 дюбелями (кожна плита) і тільки після укриття плівкою встановлюють інші, передбачені проектом. Полотнища плівки встановлюються з перетином 100 мм.

Кріплення плити утеплювача, закріплені дюбель-анкерними пристроями необхідно здати Замовнику зі складанням акту на приховані роботи.

Установка профілів.

Монтаж каркасу може вестися двома способами.

Профіль орієнтований горизонтально, повинен кріпитися до кронштейнів двома самонарізними гвинтами 2-4,8×28 або заклепками. Конструкція кронштейнів допускає вирівнювання горизонтальної обрешітки до 30 мм для створення рівної поверхні під касети. Якщо цього недостатньо, необхідно встановити кронштейни іншої довжини.

На сформовану горизонтальними латами площину необхідно змонтувати за допомогою самонарізних гвинтів 2-4,8×28 основну вертикальну обрешітку з П-подібного профілю. Основні профілі вертикальної обрешітки монтуються по вертикальних стиках фасадних плит, відстань між профілями повинна чітко витримуватися. При ширині плити більше 700 мм між основними профілями необхідно додатково встановити проміжні профілі.

Компенсаційний зазор між профілями повинен бути 6-15 мм. Кронштейни встановлюють по обидві сторони від компенсаційного зазору на відстані:

- не більше 450 мм для вертикальних профілів;
- не більше 300 мм для горизонтальних профілів.

Установка фасонних елементів.

На вертикальну обрешітку кріпляться фасонні елементи. Видима частина основних профілів вертикальної обрешітки має кольорове полімерне покриття або покривається декоративною кольоровою смугою.

По нижньому ряду панелей встановлюється планка горизонтального шва, яка кріпиться до вертикальної направляючої самонарізними гвинтами, або заклепками.

У віконних і дверних отворах встановлюють сталеві оцинковані фасонні вироби з полімерним покриттям, що утворюють коробки, які кріплять самонарізними гвинтами або заклепками з кроком 300-500 мм до віконного або дверного блоку, з одного боку і до обрамлення прорізу із Z-подібних профілів з іншого боку.

Для обрамлення віконних і дверних прорізів також служать завершальні складні планки, укісні планки з розмірами по проекту або планки зовнішніх кутів (30×30, 50×50, 75×75 мм). На низ віконної рами встановлюється планка віконного зливу з розмірами по проекту.

3.2.3 Транспортування і складування виробів та матеріалів

Профілі повинні поставлятися на об'єкт відповідно до специфікації. Транспортування проводиться в пакетах. При транспортуванні мають бути прийняті заходи для оберігання металопрофілю від механічних пошкоджень.

Зберігання профілю повинне здійснюватися в упакованому вигляді на дерев'яних підкладках в сухих закритих складських приміщеннях з твердим покриттям підлоги. Не допускається складування профілів на відкритих майданчиках.

Кріпильні елементи транспортують партіями в контейнерах. Кожна упаковка повинна містити вироби одного типорозміру. Приймання кріпильних елементів здійснюється партіями. При прийманні перевіряється цілісність упаковки, маркування, сертифікат якості.

Зберігати кріпильні вироби необхідно в упаковці заводу-виробника в закритих приміщеннях.

Плити утеплювача транспортуються всіма видами транспорту відповідно до [27] та правилами перевезення вантажів. Їх необхідно зберігати в умовах, що виключають проникнення вологи.

Прийом панелей необхідно проводити партіями. Партією вважають панелі, виготовлені за одним замовленням. Для контролю показників якості необхідно відібрати по одній панелі з кожного ящика однієї партії. Кожна партія, що відвантажується повинна супроводжуватися документом, який містить:

- найменування або товарний знак підприємства-виробника;
- найменування споживача;
- номер замовлення;

- дані про кількість і номери ящиків із зазначенням маси кожного ящика;
- дані про загальну масу панелей в замовленні;
- штамп технічного контролю підприємства-виробника.

Панелі перевозять транспортом всіх видів відповідно до правил перевезення та умов завантаження і кріплення вантажів, діючих на транспорті даного виду.

Панелі при транспортуванні повинні бути закріплені та надійно забезпечені від переміщення. При транспортуванні і зберіганні панелі повинні розміщуватися не більше, ніж у 2 яруси.

Матеріали і вироби, що підлягають обов'язковій сертифікації, повинні мати сертифікат відповідності. Матеріали і вироби, що підлягають гігієнічній реєстрації, повинні мати посвідчення про гігієнічну реєстрацію.

Відомість потреби в необхідних матеріалах, виробках і конструкціях, що використовуються в даній технологічній карті подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість матеріалів, виробів та конструкцій

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Кількість	
			на один.	всього
1	Фасадні панелі	м ²	1	20868
2	Шуруп з дюбелем (для кронштейнів)	шт.	2,1	43650
3	П-подібний елемент	м.п.	1,9	10705
4	Кутник 50×5	м.п.	1,4	7888
5	Z-подібний елемент	м.п.	1	20868
6	Паронітові прокладки	шт.	2,1	43650
7	Самонарізні гвинти 4,2×16	шт.	4,2	23663
8	Самонарізні гвинти 4,28×28	шт.	12	67608
9	Плити утеплювача	м ²	1	20868
10	Анкер-дюбель тарілчастого типу	шт.	8	45072
11	Фасонні вироби	м ²	0,3	1690
12	Заклепки	шт.	3	16902
13	Цокольний злив	м.п.	0,25	7940
14	Початкова (головна) планка	м.п.	0,25	7940

3.2.4 Календарний графік на влаштування навісного вентиляованого фасаду

Для побудови даного графіка складено калькуляцію трудових витрат за [24, 25], що подано в таблиці 3.3, а сам графік зображено на листі 7 графічної частини дипломної роботи.

Таблиця 3.3 – Калькуляція трудових витрат

№ з/п	Найменування	Об'єми робіт		Трудомісткі- сть, люд-дні		Розрах. тривал.	К-сть змін	К-сть робітн.
		Од. вим.	К-сть					
				норм.	план.			
1	Влаштування риштувань	м ²	20868	148,76	150	10	1	15
2	Розмітка і виконання отворів на стіні	100 отв.	436,5	28,02	30	5	1	6
3	Монтаж і кріплення кронштейнів	100 шт.	436,5	28,02	30	5	1	6
4	Монтаж і кріплення утеплювача	100 м ²	208,68	56,3	55	5	1	11
5	Кріплення горизонтальних кутників	100 шт.	104,8	79,6	80	8	1	10
6	Кріплення вертикальних елементів	100 шт.	85,77	92,55	90	9	1	10
7	Влаштування цокольного зливу	100 м.п.	79,4	26,73	28	4	1	7
8	Монтаж фасадних панелей	100 м ²	208,68	127,2	135	9	1	15
9	Монтаж фасонних виробів	100 м.п.	194,6	49,1	48	6	1	8
10	Розбирання риштувань	м ²	20868	148,76	150	10	1	15

3.2.5 Вимоги до якості і приймання робіт

Контроль якості, підписання актів на приховані роботи і акту про остаточне приймання облицьованих конструкцій, повинні здійснюватися такими посадовим особами, що несуть юридичну відповідальність за якість робіт:

– інженерно-технічний персонал виконавця (майстер, виконроб), які повинні стежити за правильним виконанням всіх робіт, не допускати порушення

технології і своєчасно виправляти допущені помилки, організувати колективний огляд і приймання прихованих робіт зі складанням актів;

– проектувальники – автори проекту, які повинні стежити за правильним виконанням проектних рішень по складу і якості виконання. З цією метою на будівельному майданчику повинен бути організований авторський нагляд з веденням журналу;

– представник технічного нагляду повинен регулярно стежити за правильністю виконання проектних рішень, дотриманням технології виробництва робіт, брати участь у контролі за якістю та прийманні прихованих робіт. Представник технічного нагляду замовника має право заборонити виробництво робіт у разі виявлення обставин, що викликають погіршення якості.

Якість вихідних матеріалів і комплектуючих виробів повинна гарантуватися постачальником. Параметри поставляючих деталей повинні бути вказані в паспортах і відповідати вимогам проекту. Виконавці робіт повинні дотримуватися правил зберігання, транспортування і використання матеріалів.

При прийманні облицювання та утеплення стін повинен здійснюватися поетапний приймальний контроль якості службою контролю якості, виконання кожного з конструктивних елементів, із записом в журнал робіт та складанням актів на приховані роботи. Обов'язковому проміжному огляду і прийманню зі складанням акту на приховані роботи підлягають наступні роботи, конструкції та конструктивні елементи:

- підготовлені поверхні стін підлягають облицюванню;
- несучий каркас;
- утеплюючий шар та кріпильні елементи;
- облицювання фасадними касетами (завершальний етап).

Остаточне приймання вентильованого фасаду з облицюванням фасадними касетами робиться усіма відповідальними за якість особами в присутності представника замовника та оформляється підписанням акту про приймання.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Безпека праці при реконструкції будівель і споруд

До початку проведення робіт з розбирання будівель необхідно виконати підготовчі заходи, пов'язані з евакуацією робітників промислових підприємств, відселенням мешканців житлових будинків, переміщенням розміщених там організацій, відключенням інженерного обладнання від мереж водо-, тепло-, газо- і електропостачання, каналізації, технологічних продуктопроводів.

Під час розбирання будівель, виконання робіт в умовах діючого виробництва або у межах міської забудови, що склалася, доступ у зону виконання робіт сторонніх осіб, які не беруть участі у виконанні цих робіт, заборонено. Дільниці, де виконуються роботи, необхідно огородити.

Прохід людей у приміщення під час розбирання або демонтажу та монтажу елементів будівель і споруд повинен бути закритим. З боку вулиць, проходів і проїздів на огорожі через кожні 5-10 м вивішують попереджувальні написи «Небезпечна зона» та необхідні дорожні знаки. Якщо немає можливості дотримати необхідних відстаней для встановлення огорож небезпечних зон (у разі неглибокого залягання підземних комунікацій, близького розташування проїздів, сусідніх будівель, ліній електропередач тощо), допускається зменшення меж небезпечних зон з одночасним збільшенням висоти огорож або розмірів захисного козирка для захисту людей, унеможливлення травмування падінням матеріалів і конструкцій з висоти.

Під час розбирання будівель, а також прибирання відходів, сміття необхідно вжити заходів для зменшення пилоутворення. Робітники, що працюють в умовах запиленості, повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання від пилу та мікроорганізмів (цвілі, грибків, спор), які можуть бути у повітрі робочої зони.

Пошкоджені будівлі та споруди розбирають за принципом полегшення несучих конструкцій. Видалення однієї частини будівлі або конструктивного

елемента не повинно призводити до обвалення інших частин будівлі або елементів. Будь-який сумнів стосовно стійкості конструкції є сигналом до припинення робіт та отримання вказівок від керівника про їх продовження.

До розбирання будівель, пов'язаного з верхолазними роботами, допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчені правилам безпеки праці та мають відповідне посвідчення. Перед початком кожної зміни працівники повинні проходити інструктаж про порядок виконання роботи і заходи з безпеки праці.

Забороняється для освітлення робіт під час розбирання, демонтажу користуватися електричною мережею будівлі, що розбирається. Для освітлення цих робіт повинна бути влаштована спеціальна тимчасова електромережа і встановлені освітлювальні прилади.

Послідовне розбирання стін (зверху вниз по цеглині) допускається за незначного обсягу робіт. Для цього необхідно використовувати ручний інструмент: лом, клин з кувалдою, кирки, відбійні молотки тощо. Під час організації роботи на висоті робітники повинні бути забезпечені запобіжними поясами.

Забороняється підрубувати димарі, кам'яні стовпи та простінки вручну, а також допускати їх обвалення на перекриття.

4.2 Основні заходи по техніці безпеки при влаштуванні навісного вентилязованого фасаду

При виконанні робіт по облицюванню і утепленню стін фасадів будівель слід дотримуватися вимог [41] та інших нормативних документів.

Роботи повинні виконуватися спеціально навченими робітниками під керівництвом і контролем інженерно-технічних працівників. До виробництва робіт допускаються робітники, що пройшли медичний огляд, комплекс інструктажів за правилами техніки безпеки і пожежної безпеки.

Про проведення інструктажів мають бути зроблені відмітки в спеціальних журналах з підписами проінструктованих. Журнали повинні зберігатися на об'єкті або у будівельній (ремонтній) організації.

Усі працівники мають бути навчені правилам гасіння пожежі і способам роботи з первинними засобами пожежогасіння.

Робітники повинні мати спецодяг, респіратори, каски, запобіжні пояси, нешкідливі миючі засоби, захисні пасти, а також кваліфікацію, що відповідає виконуваним роботам. Всі роботи слід виконувати з інвентарних засобів підмоцнування.

Забороняється знаходитися на будівельному майданчику або в місцях складування елементів без будівельних касок.

Роботи по монтажу, складуванні, завантаженні і розвантаженні довгомірних металевих конструкцій (облицювальні панелі) слід виконувати в рукавицях. Усі роботи з мінераловатними утеплювачами слід виконувати в захисних окулярах.

До роботи з механізованими ручними інструментами і механізмами допускаються робітники, що пройшли спеціальну підготовку. Неприпустиме застосування несправних механізмів і несправного ручного механізованого інструменту. Перед початком зміни необхідно перевірити справність будівельних риштувань, механізмів, інструментів і пристосувань. Усі виявлені дефекти мають бути усунені до початку робіт. При виявленні будь-яких несправностей в механізмах, риштуваннях та інших пристосуваннях роботу слід негайно припинити.

Пристосування, призначені для забезпечення безпеки працюючих і зручності роботи (люльки, риштування) повинні відповідати вимогам [27], а також інструкціям по експлуатації заводів-виробників.

У місцях підйому робітників на риштування мають бути вивішені плакати з вказівкою величини і схеми розміщення навантажень згідно ПВР та інструкцій з їх експлуатації.

Встановлені на будівельному об'єкті засоби малої механізації з напругою понад 42 В мають бути заземлені. В дощ, сніг робота з електромеханізмами та інструментами на даху забороняється. Рубильники-пускарі повинні розміщуватися в кожухах, що закриваються. Електропідведення до машин та інструментів має бути ізольованим і заземленим й укладатися в спеціальні шланги, а з'єднання ретельно заізолювані.

У зоні виконання робіт забороняється присутність сторонніх. При виконанні робіт матеріали не повинні потрапляти всередину експлуатованих приміщень, на балкони, лоджії, проходи і проїзди. У разі потреби слід застосовувати захисні і покривні матеріали.

Не допускається зберігання і складування матеріалів на засобах підмошування, а також в підвалах, на сходових площадках, проходах та інших місцях, доступних для сторонніх.

Перед початком робіт будівельний майданчик має бути підготовлений відповідно до діючих норм і правил, обгороджений, обладнаний тимчасовими будівлями, спорудами, складами, інженерними мережами. Мають бути позначені і підготовлені місця складування балонів з горючими газами і легкозаймистими матеріалами.

Забороняється проводити будь-які роботи за межами будівельного майданчика.

Забороняється розміщення будь-яких тимчасових об'єктів в протипожежних розривах, на експлуатованих проїздах і проходах тимчасові будови повинні розташовуватися від інших будівель і споруд на відстані не менше 18 м (крім випадків, коли по інших нормах потрібно більший протипожежний розрив) або біля протипожежних стін. Окремі блок-контейнерні будівлі допускається розташовувати групами не більше 10 в групі і площею не більше 800 м², відстань між групами цих будівель і від них до інших будов слід приймати не менше 18 м.

При виконанні робіт по утепленню захисних конструкцій на площі більше 1000 м², із застосуванням горючого або важкогорючого утеплювача, для цілей

пожежогасіння слід передбачати облаштування тимчасового протипожежного водопроводу. Відстань між пожежними кранами слід приймати з умови подання води у будь-яку точку не менше, ніж двома струменями з витратою 5 л з кожної. Будівля і побутові приміщення мають бути забезпечені засобами пожежогасіння з розрахунку 2 вогнегасники на 100 м² поверхні, що утеплюється одночасно, засобами зв'язку для виклику пожежної служби у разі виникнення пожежі.

Використання первинних засобів пожежогасіння для господарських та інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі, не допускається. Вогнегасники повинні завжди міститися у справному стані, періодично оглядатися, перевірятися і своєчасно перезаряджатися. При розставлянні вогнегасників необхідно виконувати умову, що відстань від можливого вогнища пожежі до місця розміщення вогнегасника не повинна перевищувати 20 м. У зимовий час (при температурі повітря нижче 1°C) вогнегасники необхідно зберігати в опалюваних приміщеннях, на дверях яких має бути напис "Вогнегасники".

Виконання робіт по облицюванню і утепленню з використанням горючих матеріалів одночасно із зварювальними та іншими роботами, що використовують відкритий вогонь, забороняється.

Забороняється палити і користуватися відкритим полум'ям в місцях зберігання і застосування горючих матеріалів.

При укладанні горючих матеріалів, а також при використанні устаткування, що має підвищену пожежну небезпеку, слід вивішувати стандартні знаки безпеки.

На місці виконання робіт кількість горючих матеріалів (утеплювача) не повинна перевищувати змінної потреби. Після закінчення зміни, слід оглянути робочі місця і привести їх в протипожежний стан. Забороняється залишати невикористаний горючий матеріал всередині і на покриттях будівлі, на засобах підмоцнування, в протипожежних розривах.

При виявленні пожежі або ознак горіння (задимлення, запах гару, підвищення температури і тому подібне) необхідно негайно повідомити про це в

пожежну службу, вжити усі можливі заходи по евакуації людей, гасінню пожежі і забезпеченню збереження матеріальних цінностей.

4.3 Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення передбачається для усунення небезпеки ураження електричним струмом у разі дотику до корпусу та інших металевих неструмовідних частин електроустановки, що опинилася під напругою.

Захисне заземлення — навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою в результаті замикання на корпус або з інших причин. Замикання на корпус — це випадкове електричне з'єднання струмовідної частини з металевими неструмовідними частинами електроустановки в результаті ушкодження ізоляції, попадання проводу, що перебуває під напругою, на неструмовідні частини.

Заземленню підлягає обладнання із струмопровідними частинами промислової електричної мережі з напругою 6/0,4 кВ, 50 Гц. Ґрунт — чорнозем. Виміри проводились при сухому ґрунті, $\rho = 20$ Ом·м. Довжина кабельної лінії — 8 км, довжина повітряної лінії — 20 км. Заземлювальний контур — прямокутник з розмірами 20×30 м. Для вертикальних стержнів беруть кутникову сталь розміром 40×40 мм, довжиною 2,5 м, глибиною закладання її вершини 0,65 м. За з'єднувальну смугу прийнято сталеву шину з перетином 40×4 мм. Природні заземлювачі з опором розтікання струму 17 Ом.

Розрахунок:

1. Струм замикання на землю у мережі понад 1000 В:

$$I_z = \frac{U_{\text{л}}}{350} (35 \cdot l_k + l_n) = \frac{6000}{350} (35 \cdot 8 + 20) = 5 \text{ А}, \quad (4.1)$$

де $U_{\text{л}}$ — лінійна напруга мережі, кВ;

l_k, l_n — відповідно довжина кабельних та повітряних ліній, км.

Припустимо, що:

$$10 \text{ Ом} \leq R_3 \leq \frac{125}{I_3} = \frac{125}{5} = 25 \text{ Ом.} \quad (4.2)$$

Опір заземлення $R_3 = 10 \text{ Ом}$.

2. Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi = 20 \cdot 1,3 = 26 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.3)$$

де $\rho_{\text{вим}}$ — питомий опір ґрунту, визначений в результаті вимірювань, Ом·м;

Ψ — коефіцієнт сезонності, який враховує замерзання або висихання ґрунту.

3. Опір природного заземлювача $R_n = 17 \text{ Ом}$.

4. Опір штучного заземлювача:

$$R_{ш} = \frac{R_n \cdot R_3}{R_n - R_3} = \frac{17 \cdot 10}{17 - 10} = 24,3 \text{ Ом.} \quad (4.4)$$

5. Опір одиничного заземлювача:

$$\begin{aligned} R_{\epsilon} &= 0,366 \cdot \frac{\rho}{l_{\epsilon}} \left(\lg \frac{2l_{\epsilon}}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot t_{\epsilon} + l_{\epsilon}}{4 \cdot t_{\epsilon} - l_{\epsilon}} \right) = \\ &= 0,366 \cdot \frac{26}{2,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,038} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,9 + 2,5}{4 \cdot 1,9 - 2,5} \right) = 8,6 \text{ Ом.} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Діаметр кутника:

$$d = 0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 40 = 0,038 \text{ м}, \quad (4.6)$$

де b — ширина полиці кутника;

Відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стержня:

$$t_{\epsilon} = t_0 + \frac{l_{\epsilon}}{2} = 0,65 + \frac{2,5}{2} = 1,9 \text{ м.} \quad (4.7)$$

6. Приблизна кількість стержнів:

$$n' = \frac{R_{\epsilon}}{R_{uu}} = \frac{8,6}{24,3} = 0,35. \quad (4.8)$$

Виходячи з розмірів контуру:

$$n' = \frac{P}{a} = \frac{100}{2,5} = 40, \quad (4.9)$$

де P — периметр прямокутника, м;

a — відстань між стержнями, м.

Припустимо, що кількість стержнів 40 шт.

7. Коефіцієнт використання вертикальних стержнів $\eta_v = 0,41$.

8. Розрахунковий опір розтікання струму при прийнятій кількості стержнів:

$$R_{\text{роз. в}} = R_v / (n' \cdot \eta_v) = 8,6 / (40 \cdot 0,41) = 0,52 \text{ Ом.} \quad (4.10)$$

9. Розрахунковий опір розтікання струму в з'єднувальній смузі:

$$R_{\Gamma} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l_{\Gamma}} \lg \frac{2l_{\Gamma}^2}{t \cdot b} = 0,366 \cdot \frac{26}{105} \lg \frac{2 \cdot 105^2}{0,65 \cdot 0,04} = 0,54 \text{ Ом.} \quad (4.11)$$

Довжина горизонтальної смуги по контуру:

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot k \cdot l_b \cdot n = 1,05 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 40 = 105 \text{ м.} \quad (4.12)$$

де k — коефіцієнт кратності для заглиблених стаціонарних заземлювачів.

10. Розрахунковий опір розтікання струму в з'єднувальній смузі із врахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_{\text{роз. Г}} = R_{\Gamma} / (p_c \cdot \eta_c) = 0,54 / (1 \cdot 0,19) = 2,84 \text{ Ом,} \quad (4.13)$$

де p_c — кількість з'єднувальних смуг;

η_c — коефіцієнт екранування смуги.

11. Еквівалентний опір розтікання струму групового заземлювача:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{роз. в}}} + \frac{1}{R_{\text{роз. Г}}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,52} + \frac{1}{2,84}} = 0,44 \text{ Ом.} \quad (4.14)$$

12. Опір розтікання струму групового заземлювача R набагато менший, ніж

10 Ом, тому зменшуємо кількість стержнів до 10 шт. Робимо перерахунок.

13. Розрахунковий опір розтіканню струму при прийнятій кількості стержнів:

$$R_{\text{роз. в}} = R_b / (p' \cdot \eta_b) = 26 / (10 \cdot 0,34) = 7,65 \text{ Ом.} \quad (4.15)$$

14. Еквівалентний опір розтікання струму групового заземлювача:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{роз. в}}} + \frac{1}{R_{\text{роз. Г}}}} = \frac{1}{\frac{1}{7,65} + \frac{1}{2,84}} = 2,1 \text{ Ом.} \quad (4.16)$$

Оскільки опір не більший від максимально допустимого, тому можна вважати, що кількість вертикальних заземлювачів та з'єднувальна смуга вибрані правильно.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено основні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення реконструкції громадської будівлі під торгово-розважальний центр в місті Вінниця з урахуванням сучасних вимог та архітектурної виразності об'єкту.
2. Проведено перевірочний розрахунок основних несучих контрукцій каркасу будівлі на нові навантаження та встановлено можливість їх подальшої надійної та безпечної експлуатації без необхідності підсилення.
3. Розроблено календарний графік реконструкції будівельного об'єкту із врахуванням стисливості умов існуючої щільної забудови міста Вінниця.
4. Розроблено технологічну карту на влаштування вентильованого фасаду будівлі із утепленням.
5. Розглянуто та проаналізовано комплекс заходів з охорони праці при реконструкції будівлі та виконано розрахунок блискавкозахисту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. Методичні вказівки до оформлення курсових та дипломних проектів із залізобетонних конструкцій для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Ковальчук Я.О., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013. – 52 с.
3. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи: Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
6. Жидкова Т.В. Довідковий посібник до розрахунково-графічної роботи і практичних занять з курсу «Міська кліматологія». – Харків: ХНАМГ, 2008. – 24 с.
7. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
8. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною № 1.
9. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
10. ДСТУ Б В.2.5-25:2005 (ГОСТ 6942-98) Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них. Технічні умови. Держбуд України. – Київ, 2005. – 26 с.
11. ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Трубопроводи попередньо теплоізовані спініним поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби та арматура. Технічні умови. Мінбуд України. – Київ, 2007. – 88 с.
12. Конспект лекцій з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і

заочної форми навчання. Частина 1 / Укладачі: Й.Й. Лучко, О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 221 с.

13. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування залізобетонних і мурованих конструкцій» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладачі: О.П. Конончук, В.П. Ясній – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 133 с.

14. ДСТУ Б В.2-6-53:2008. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови. – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 29 с.

15. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Проектування залізобетонних і мурованих конструкцій» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладачі: О.П. Конончук, В.П. Ясній – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 22 с.

16. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладач: О.П. Конончук – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 23 с.

17. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

18. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 166 с.

19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Проектування залізобетонних та мурованих конструкцій" для студентів спеціальності 7.06010101 та 8.06010101 "Промислове і цивільне будівництво". "Вихідні дані. Компонування конструктивної схеми та збір навантажень на

поперечну раму" / Конончук О.П., Дубіжанський Д.І., Сорочак А.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013, – 40 с.

20. Стасюк М. І. Залізобетонні конструкції, Ч. І.: Основи розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами: Навч. Посібник.: ІЗМН, 1997. – 272 с.

21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Проектування залізобетонних та мурованих конструкцій" для студентів спеціальності 7.06010101 та 8.06010101 "Промислове і цивільне будівництво". "Статичний розрахунок поперечної рами за допомогою програмного комплексу "Ліра" / Ковальчук Я.О., Конончук О.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2013, – 28 с.

22. Котляр М. І. Конспект лекцій з курсу «Технологія зведення будівель та споруд і технологія реконструкції» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.06010101, 8.06010101 «Промислове та цивільне будівництво» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 «Промислове та цивільне будівництво») / М. І. Котляр; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 109 с.

23. Розробка технологій будівельних процесів: навчальний посібник для студентів спеціальності «Промислове та цивільне будівництво» / Уклад. Ковальчук Я.О., Конончук О.П., Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2013. – 208 с.

24. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 34 с.

25. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва.

26. Організація будівельного виробництва (посібник для розробки курсових та дипломних проектів). Суми, СНАУ, 2001. – 125 с.

27. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування.

28. Конончук О.П. Технічне обстеження будівель корівників, що містять підвальний поверх на предмет можливості демонтажу надпідвального перекриття // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2024. – Вип. 45. – С. 345 – 354.

29. Конончук О.П. Дослідження товщини захисного шару та діаметру арматури магнітним методом // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. пр. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – Вип. 5. – С. 240 – 247.

30. Ясній П.В. Дослідження міцності бетону неруйнівними методами контролю / П.В. Ясній, О.П. Конончук, О.М. Якубишин // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2016. – Вип. 32. – С. 296 – 303.

31. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 24 с.

32. Kononchuk, O., Iasnii, V., Lutsyk, N., 2022. Prediction of reinforced concrete structures behavior using finite element method. 1st Virtual International Conference «In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction». Procedia Structural Integrity 36, 177 – 181.

33. Методичні рекомендації з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для напрямку 6.060101 «Будівництво» / О.П. Конончук – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 9 с.

34. ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT).

35. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.

36. В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширгі, Н.І. Акімов. Цивільна оборона: Підручник для вузів / Під ред. Д.І. Михайлика. – М.: Вища школа, 1986. – 207 с.

37. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.

38. Методичні вказівки до написання розділу з Охорони праці в будівництві для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / Каспрук В.Б. - Тернопіль: ТНТУ, 2024 – 15 с.

39. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С.Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.