

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

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Реконструкція лікарні з надбудовою та дослідженням
утеплення огорожуючих конструкцій»**

Виконав: студент VI курсу, групи МБм-61

спеціальності (напряму підготовки) 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Біляшевич О.П.

(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

Бобик М.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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 Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«_____» _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Біляшевич Олег Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Реконструкція лікарні з надбудовою та дослідженням утеплення огорожуючих конструкцій

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

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

Затверджені наказом по університету від «14» листопада 2025 року № 4/7 – 973

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 22.12.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Реконструкція лікарні в м. Хмельницький, двоповерхова цегляна будівля, в ході реконструкції виконується демонтаж плоскої покрівлі будівлі, надбудова третього поверху з легких блоків, влаштовується шатровий дах з покрівлею з металопрофілю, фундаменти збірні стрічкові, стіни цегляні, перекриття та покриття виконано із збірних пустотних плит, фасад утеплений мінеральними плитами.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення, розрахунок обрешітки та крокв'яної ноги, розрахунок залізобетонної попередньонапруженої пустотної плити перекриття між третім поверхом та горищем, розробка календарного графіка на реконструкцію лікарні, розробка техкарти на влаштування металевої покрівлі, розробка будгенплану, аналіз існуючих схем утеплення фасадів, теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій за різними схемами утеплення, вибір оптимального методу утеплення, заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Фасад до та після реконструкції, плани поверхів до та після реконструкції, розрізи по сходовій клітці, схема розміщення елементів перекриття та покриття, розрахункові схеми конструкцій, креслення залізобетонної попередньонапруженої пустотної плити перекриття, календарний графік на реконструкцію, будгенплан реконструкції, техкарта на влаштування металевої покрівлі, мета, задачі та методика досліджень, схеми варіантів утеплення фасаду, порівняння схем утеплення, висновки.

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.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 14.11.2025 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.	20.11.2025	
2	Об'ємно-планувальне рішення.	22.11.2025	
3	Конструктивні рішення.	28.11.2025	
4	Конструктивні рішення щодо надбудови.	30.11.2025	
5	Збір навантаження на перекриття та покриття.	04.12.2025	
6	Розрахунок обрешітки та крокв'яної ноги.	06.12.2025	
7	Розрахунок пустотної плити перекриття.	08.12.2025	
8	Розробка календарного графіку.	10.12.2025	
9	Розробка техкарти на влаштування металевої покрівлі.	12.12.2025	
10	Аналіз конструктивних схем утеплення фасаду.	14.12.2025	
11	Вибір оптимального методу утеплення фасаду.	16.12.2025	
12	Розробка заходів охорони праці.	18.12.2025	
13	Розробка заходів безпеки в надзвичайних ситуаціях.	19.12.2025	

Студент

(підпис)

Біляшевич О.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Конончук О.П.

(прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	8
1.1 Вихідні дані для проектування	8
1.2 Генеральний план	9
1.3 Об'ємно-планувальне рішення, техніко-економічні показники	9
1.4 Конструктивні рішення	10
1.5 Інженерне устаткування	11
Висновки до розділу 1	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	12
2.1 Розрахунок обрешітки	12
2.2 Розрахунок крокв'яної ноги	16
2.3 Розрахунок і конструювання плити перекриття	21
2.3.1 Розрахунок плити	21
2.3.2 Розрахункова схема плити	21
2.3.3 Навантаження на плиту перекриття	22
2.3.4 Визначення внутрішніх зусиль у розрахунковому перерізі плити	22
2.3.5 Розрахунковий переріз плити	24
2.3.6 Конструювання плити	24
2.3.7 Розрахунок плити на міцність нормальних перерізів	25
2.3.8 Розрахунок плити на міцність похилих перерізів	26
2.4 Вихідні дані для перевірки несучої здатності основ і фундаментів ..	28
2.5 Визначення розрахункового опору ґрунту під подошвою фундаменту	29
2.6 Перевірка основ і фундаментів за граничними станами	30
2.6.1 Збір навантажень, що діють на основу	31
2.6.2 Розрахунок фундаменту під зовнішню стіну	34
2.6.3 Розрахунок фундаменту під внутрішню стіну	35
2.6.4 Розрахунок основи за деформаціями	36
Висновки до розділу 2	38
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	39

3.1	Мета та задачі наукових досліджень	39
3.2	Актуальність питання термомодернізації будівель	39
3.3	Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій та визначення точки роси	40
	Висновки до розділу 3	59
	РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	60
4.1	Технологічна карта на влаштування металеві покрівлі	60
4.1.1	Область застосування	60
4.1.2	Підрахунок обсягів робіт	60
4.1.3	Технологія та організація виконання робіт	60
4.1.4	Вимоги до якості та приймання робіт	63
4.1.5	Техніко-економічні показники технологічної карти	64
4.2	Опис буд генплану	64
4.2.1	Техніко-економічні показники будгенплану	65
	Висновки до розділу 4	65
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1	Законодавство України про охорону праці	66
5.2	Основні заходи по охороні праці при реконструкції лікарні	68
5.3	Розрахунок вентиляції	70
5.4	Безпека в надзвичайних ситуаціях	71
5.5	Проведення евакуації з лікарні	72
5.6	Вимоги до лікарні в контексті евакуації	73
5.7	Вимоги до евакуаційних шляхів і виходів	74
	Висновки до розділу 5	77
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	78
	БІБЛІОГРАФІЯ	79

ВСТУП

Актуальність теми роботи. В останні роки зберігається тенденція до старіння будівельного фонду, окремі об'єкти якого в основному є в незадовільному технічному стані. Необхідність ремонту та реконструкції існуючих будівель пояснюється багатьма чинниками. За останні 25-30 років прискорився процес як фізичного, так і морального старіння таких будівель: моральне – через невдале внутрішнє планування та неестетичний вигляд, а фізичне – через вузли збірних елементів будівель, зовнішні стінові панелі, що зіпсувалися, в результаті чого погіршився вже і так недостатній тепловий захист.

Враховуючи стан будівельного фонду, існує потреба в створенні нових, комфортних та якісних будівель. Суспільство вже сформувало клас людей, які хочуть перебувати в комфортному середовищі. Крім того, враховуючи те, що нове будівництво в щільному міському просторі є незавжди доцільним, рішення про реконструкцію існуючих будівель є особливо актуальним. Проект передбачає створення нової сучасної лікарні на базі вже існуючої.

Метою даної роботи є розробка проекту реконструкції будівлі лікарні з надбудовою третього поверху та застосуванням сучасних методів термомодернізації завдяки дослідженням різних систем утеплення.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні задачі:

- розробити архітектурно-планувальні рішення реконструкції існуючої будівлі лікарні із надбудовою третього поверху;
- виконати перевірочні розрахунки існуючих несучих будівельних конструкцій на нові навантаження, що будуть діяти після виконання надбудови;
- виконати порівняльний аналіз застосування утеплення огорожуючих конструкцій на основі мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT із визначенням точки роси в різних варіантах.

Об'єкт досліджень: існуюча будівля лікарні.

Предмет дослідження: теплоізоляційні властивості огорожуючих конструкцій існуюча будівля лікарні.

Методи дослідження: літературний огляд; чисельні дослідження; статистичний аналіз отриманих даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток дослідження утеплення огорожуючих конструкцій на основі мокрого фасаду;
- отримано нові розрахункові дані визначенням точки роси в різних варіантах утеплення зовнішніх стін.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані проектними організаціями при проектуванні реконструкції громадської будівлі.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на XIV Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 11 – 12 грудня 2025 р.

Публікації. Напружено-деформований стан збірного залізобетонного каркасу після демонтажу надпідвального перекриття / О. Конончук, О. Біляшевич, Д. Євпак, В. Чертов // Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 11 – 12 грудня 2025 року — Т.: ТНТУ, 2025 — С. 32-33.

Ключові слова: реконструкція, надбудова, утеплення, громадська будівля, термомодернізація.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Вихідні дані для проектування

Район будівництва – реконструкція лікарні в м. Хмельницький.

Глибина промерзання ґрунту – 0,85 м.

Найменування ґрунту при основі – лесоподібні суглинки.

Розрахунковий опір ґрунту – $R=1,5 \text{ кг/см}^2$.

Температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки – 22°C .

Розрахункове снігове навантаження по IV сніговому району – 139 кг/м^2 .

Нормативне вітрове навантаження – 52 кг/м^2 .

Клас відповідальності будівлі – II.

Ступінь вогнестійкості – II.

Вихідні дані для побудови рози вітрів представлені в таблиці 2.1 у відповідності з додатком 4 [1].

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для побудови «Рози вітрів»

Повторність вітру, %	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Січень	14	3	4	12	42	18	3	4
Липень	26	11	6	7	13	13	11	13

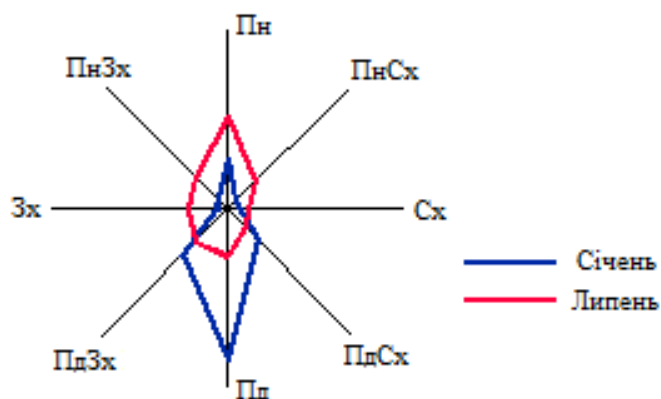


Рисунок 1.1 – Роза вітрів

1.2 Генеральний план

Будівля лікарні, що реконструюється в м. Хмельницький, розташована на ділянці з ухилом в північно-східну сторону. Будівля розташовується з відступом від «Червоної лінії» забудови.

На ділянці, крім будівлі лікарні, що реконструюється, розташовуються наступні об'єкти: будівля хірургічного корпусу, інфекційне відділення, будівлі гаражів, господарський блок, котельні, трансформаторна підстанція, сховище.

Для пересування автомобілів наявні дороги з одностороннім рухом. Передбачені місця для паркування і стоянки автомашин службовців та відпочиваючих. Для пересування пішоходів передбачені тротуари, доріжки без покриття та майданчики. Покриття доріг - асфальтобетонне, тротуарів - тротуарна плитка.

Територія озеленена. Наявні клумби, газони, листяні і хвойні дерева.

1.3 Об'ємно-планувальне рішення, техніко-економічні показники

Будівля лікарні, що реконструюється в м. Хмельницький має прямокутну в плані форму з розмірами по координаційних осях А - Ж - 22.80 м, по осях 1 - 15 - 72.60 м.

Будівля з жорсткою конструктивною схемою має жорсткі (нерухомі) горизонтальні опори у вигляді перекриттів, що спираються на поперечні та поздовжні стіни. Кількість існуючих поверхів - 2, надбудовуються - 1. Висота поверхів - 3.3 м. Будівля має підвал висотою 3.0 м. Кількість сходових кліток - 1. Існуючий дах плоский поєднаний. Водовідвід внутрішній. Проектований дах - багатоскатний по кроквах. Водовідвід зовнішній організований. Вихід на горище з сходової клітки по металевій драбині.

Техніко-економічні показники: площа дорожніх покриттів $S_d = 2395 \text{ м}^2$; загальна площа $S_0 = 7123,3 \text{ м}^2$; площа забудови $S_3 = 1860 \text{ м}^2$; площа озеленення $S_{oz} = 2868,3 \text{ м}^2$.

1.4 Конструктивне рішення

Конструктивне рішення існуючого двоповерхового цегляного будинку лікарні м. Хмельницький встановлено на підставі обстеження з метою виявлення можливості надбудови одного поверху.

Фундаменти - стрічкові із збірних залізобетонних блок-подушок. Стіни виконані з керамічної цегли. Товщина зовнішніх стін 640 мм, внутрішніх - 380 мм. Перегородки виконані з цегли товщиною 120 мм. Перемички зі збірних залізобетонних елементів. Перекриття виконані зі збірних залізобетонних багатопустотних плит. Сходи складаються з збірних залізобетонних сходових маршів і майданчиків. Вікна та двері металопластикові. Відкривання всередину. Підлоги в коридорі бетонні, в кабінетах з лінолеуму та керамічної плитки. Покрівля з рулонних матеріалів із захисним покриттям з дрібного гравію.

Реконструкція цієї будівлі передбачає створення звичайної надбудови на один поверх з продовженням будівлі заввишки та збереженням його внутрішньої структури, габариту і несучого стінового кістяка.

Конструктивні вимоги до надбудови мають двояку спрямованість. По-перше, необхідно максимально полегшувати конструкції надбудови. По-друге, створювати такі умови, при яких забезпечується сприйняття додаткових зусиль несучими елементами існуючої будівлі.

З метою задоволення даним вимогам, у проекті реконструкції прийнято рішення по використанню в якості стінового матеріалу поверху що надбудовується ефективного будівельного матеріалу, а саме дрібних блоків з пористих бетонів по ДСТУ 9184:2022 з середньою щільністю 600 кг/м^3 . Товщина зовнішніх стін прийнята 600 мм, внутрішніх несучих - 400 мм.

Перемички прийняті збірні залізобетонні плитні по Серії 1.039.1-1 вип. 2 і брускові по Серії 1.038.1-1 вип. 1. Обпирання несучих перемичок 250 мм, не несучих - 120 мм.

Плити покриття поверху що надбудовується прийняті збірні багатопустотні залізобетонні товщиною 220 мм з круглими порожнечами діаметром 159 мм по

Серії 0-312 вип. 6. Обпирання плит перекриття на стіни і перемички - 200 мм. Для підвищення жорсткості будівлі, виконується анкерування плит перекриття між собою і до стін.

Для сполучення між існуючими і надбудовуваними поверхами виконуються сходи, що складаються з монолітних залізобетонних площадок по металевих балках і збірних залізобетонних щаблів по металевих косоурам. Ширина сходових маршів і майданчиків 1.2 м. Освітлення сходів природним світлом через вікна в зовнішній стіні.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується поперечними і поздовжніми внутрішніми стінами, несучими навантаження від перекриттів. У проекті реконструкції, для збільшення жорсткості а також зниження впливу надбудови на примикаючі будівлі запроектовано влаштування монолітного армованого поясу по верху всіх старих стін. У проекті прийнятий багатоскатний дах по кроквах з покрівлею з оцинкованої сталі по дерев'яній обрешітці.

1.5 Інженерне устаткування

Водопровід - господарсько-питний, розрахунковий напір біля основи стояків 33,2 м. Каналізація - господарсько-побутова в міську мережу. Опалення - водяне секційне. Система двохтрубна з радіаторами. Вентиляція - природна. Гаряче водопостачання - від зовнішньої мережі, розрахунковий напір біля основи стояків 30,2 м. Електропостачання - від зовнішньої мережі напруга 380/220 В. Передбачена можливість підключення побутових кондиціонерів. Пристрої зв'язку - радіотрансляція, колективні телеантени, телефонні вводи.

Висновки до розділу 1

1. В розділі прийняті основні об'ємно-планувальні рішення реконструкції будівлі лікарні в м. Хмельницький. У відповідності до прийнятих об'ємно-планувальні рішень, підібрано конструкції та матеріали з яких буде проведено процес реконструкції.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок обрешітки

Обрешітка приймається дощатою суцільною товщиною 32 мм і шириною 100 мм, матеріал - сосна другого сорту.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на обрешітку

Вид навантаження	Харак. навант., кН/м ²	Коеф. надійності за нав.	Розрах. навантаж., кН/м ²
Постійні навантаження			
1. Покриття з оцинкованої сталі $\frac{78,50 \cdot 0,0005}{0,87}$	0,05	1,05	0,052
2. Пароізоляційний шар $\frac{0,0011 \cdot 0,0005}{0,87}$	$0,63 \cdot 10^{-6}$	1,2	$0,76 \cdot 10^{-6}$
3. Обрешітка суцільна з дощок $\frac{5 \cdot 0,032}{0,87}$	0,18	1,1	0,20
Всього:	0,23	-	0,252
Тимчасове навантаження			
4. Снігове навантаження	2,25	1,4	3,2
Разом:	2,48	-	3,452

Обрешітка під покрівлю розраховується на міцність і прогин:

1. Від власної ваги і снігу;
2. Від власної ваги і зосередженого вантажу $P=1$ кН, величина якого множиться на коефіцієнт перевантаження 1,2.

Розраховую завантаженість обрешітки по першому варіанту. Розрахункова схема буде виглядати наступним чином:

Сумарне рівномірно розподілене навантаження на обрешітку:

$$q = q_p + q_{сн} \quad (2.1)$$

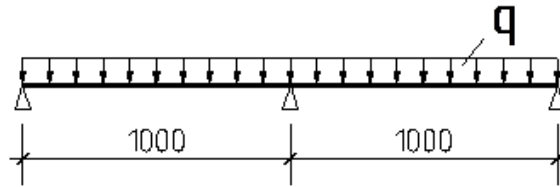


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема обрешітки від власної ваги і снігу

де q_p - розподілене навантаження від власної ваги, рівне 0,23 кН/м;

$q_{сн}$ - розподілене снігове навантаження, 3,2 кН/м.

$$q = 0,252 + 3,2 = 3,45 \text{ кН/м.}$$

На один метр довжини укладається 10 дощок обрешітки, отже, вигинний момент на одну дошку настилу дорівнює:

$$M' = \frac{0,125 \cdot q \cdot l^2}{10}; \quad (2.2)$$

$$M' = \frac{0,125 \cdot 3,45 \cdot 1^2}{10} = 0,043 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Розраховую обрешітку на косий вигин:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u \cdot 1,15 \cdot 1,2, \quad (2.3)$$

де M_x , M_y – складові розрахункового згинального моменту відносно головних осей x і y ;

W_x , W_y – моменти опору поперечного перерізу обрешітки для осей x і y ;

1,15 – коефіцієнт умови роботи обрешітки покрівлі;

1,2 – коефіцієнт, що враховує короткочасність дії зосередженого навантаження.

$$M'_x = M' \cdot \cos \alpha, \quad (2.4)$$

де α – кут нахилу обрешітки до горизонтальної площини, дорівнює 30° .

$$M'_x = 0,043 \cdot \cos 30^\circ = 0,04 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'_y = M' \cdot \sin \alpha; \quad (2.5)$$

$$M'_y = 0,04 \cdot \sin 30^\circ = 0,02 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad (2.6)$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}, \quad (2.7)$$

де h – висота поперечного перерізу обришівки, 10 см;

b – ширина поперечного перерізу обришівки, 3,2 см.

$$W_x = \frac{3,2 \cdot 10^2}{6} = 53,3 \text{ см}^3;$$

$$W_y = \frac{10 \cdot 3,2^2}{6} = 17 \text{ см}^3.$$

Обчислюю момент інерції:

$$I_x = W_x \cdot \frac{b}{2}; \quad (2.8)$$

$$I_y = W_y \cdot \frac{b}{2}; \quad (2.9)$$

$$I_x = 53,3 \cdot \frac{3,2}{2} = 85,28 \text{ см}^4;$$

$$I_y = 17 \cdot \frac{3,2}{2} = 27,2 \text{ см}^4;$$

$$\sigma = \frac{4}{53,3} + \frac{2}{17} = 0,075 + 0,12 = 0,195 \text{ кН/см}^2 \leq 1,8 \text{ кН/см}^2.$$

Умова виконується.

Визначаю прогин в площині, перпендикулярній скату:

$$f_y = \frac{2,13 \cdot q_{\Pi}^H \cdot \cos \alpha \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x}, \quad (2.10)$$

де f_y - граничний прогин в частках прольоту, для обрешіток дорівнює $\frac{1}{150}$;

I – момент інерції перерізу обрешітки, м^4 .

Характеристичне значення рівномірно розподіленого навантаження на обрешітку – 2,48 кН/м, на одну дошку обрешітки – 0,248 кН/м.

$$f_y = \frac{2,13 \cdot 0,00248 \cdot 0,87 \cdot 100^4}{384 \cdot 10^4 \cdot 85,28} = \frac{459568,8}{327475200} = 0,0014 \text{ см.}$$

Прогин у площині, паралельній скату:

$$f_x = \frac{2,13 \cdot q_n^H \cdot \sin \alpha \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y}; \quad (2.11)$$

$$f_x = \frac{2,13 \cdot 0,00248 \cdot 0,5 \cdot 100^4}{384 \cdot 10^4 \cdot 27,2} = \frac{264120}{104448000} = 0,0025 \text{ см.}$$

Повний прогин дорівнює:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \quad (2.12)$$

$$f = \sqrt{0,0014^2 + 0,0025^2} = \sqrt{0,00000196 + 0,00000625} = 0,0029 \text{ см.}$$

Відносний прогин дорівнює:

$$\frac{f}{l} = \frac{0,0029}{100} = 0,000029 < \frac{1}{150} = 0,007.$$

Умова виконується, стійкість забезпечена.

Розраховую навантаження від власної ваги і зосередженої сили $P=1,2\text{кН}$:

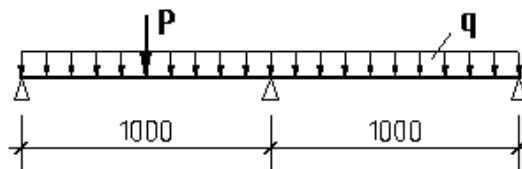


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема обрешітки

Максимальний згинальний момент дорівнює:

$$M''_{\max} = 0,07 \cdot q \cdot l^2 + 0,207 \cdot P \cdot l; \quad (2.13)$$

$$M''_{\max} = 0,07 \cdot 3,45 \cdot 1^2 + 0,207 \cdot 1,2 \cdot 1 = 0,242 + 0,248 = 0,49 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Максимальний згинальний момент на одну дошку обрешітки, дорівнює 0,049кН·м. Розраховую обрешітку на косий вигин:

$$M''_x = 0,049 \cdot \cos 30^\circ = 0,043 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.14)$$

$$M''_y = 0,049 \cdot \sin 30^\circ = 0,025 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.15)$$

$$\sigma = \frac{4,3}{53,3} + \frac{2,5}{17} = 0,081 + 0,15 \text{ кН/см}^2 = 0,231 \leq 1,8 \text{ кН/см}^2.$$

Умова виконується.

При розрахунку по другому варіанту навантаження перевірка прогину бруса не потрібна.

2.2 Розрахунок крокв'яної ноги

Обрешітку під покрівлю влаштовую суцільну із соснових дощок другого сорту 10 х 25 см. Відстань між осями крокв'яних ніг приймаю рівними 100 см.

Обчислення навантажень, що припадають на 1 погонний метр горизонтальної проекції крокв'яної ноги зведені у таблиці 2.2.

Конструктивне рішення покриття приймаю наступне: бруски обрешітки розміщені по крокв'яних ногах, які нижніми кінцями спираються на мауерлат, укладені по внутрішньому обрізу зовнішніх стін, а верхніми на прогін. Для зменшення прольоту стропильних ніг поставлені підкоси, нижні кінці яких упираються в лежень, що укладається на внутрішню стіну.

Геометричні розміри елементів крокв (див. рис. 2.3).

Кут нахилу покрівлі до горизонту $\alpha = 30^\circ$ відповідає: $\sin \alpha = 0,5$, $\cos \alpha = 0,87$, $\text{tg } \alpha = 0,58$.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень

Вид навантаження	Характ. нав., кН/м	Коеф. надійності по навант.	Розрахун-кове навант., кН/м
Навантаження від покриття			
1. Покриття зі сталі $\frac{78,50 \cdot 0,0005}{0,87}$	0,05	1,05	0,053
2. Обришівка суцільна дерев'яна $\frac{5 \cdot 0,032}{0,87}$	0,18	1,1	0,198
3. Крокв'яна нога (орієнтовно 110x25 см) $\frac{5 \cdot 0,1}{0,87}$	0,58	1,1	0,638
4. Пароізоляційний шар $\frac{0,0011 \cdot 0,0005}{0,87}$	$0,63 \cdot 10^{-6}$	1,2	$0,76 \cdot 10^{-6}$
Разом:	0,81		0,89
5. Снігове навантаження 1,5·225	3,38	1,4	4,73
Разом:	4,19		5,62

Лежні укладаються на одному рівні з мауерлатами. Вісь мауерлата зміщена щодо осі стіни на 16 см. Відстань від осі мауерлата до осі внутрішньої стіни:

$$L = L_0 - 16; \quad (2.16)$$

$$L = 7500 - 160 = 7340 \text{ мм} = 734 \text{ см.}$$

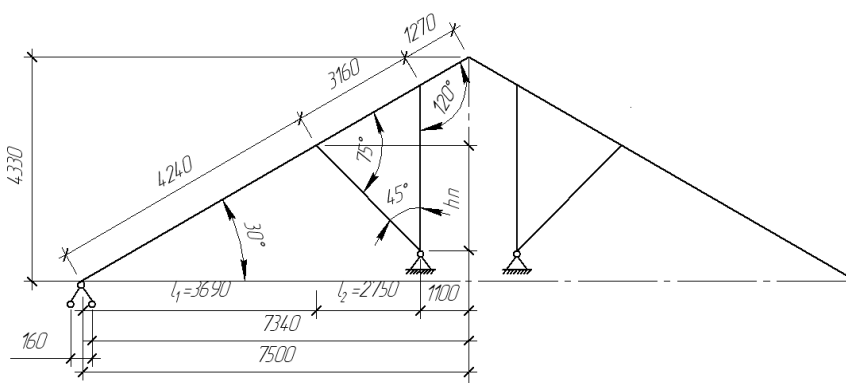


Рисунок 2.3 – Геометричні розміри елементів крокв

Висота крокв в коньку:

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.17)$$

$$h = 7500 \cdot 0,58 = 4330 \text{ мм} = 433 \text{ см.}$$

Підкіс спрямований під кутом $\beta = 45^\circ$ до горизонту ($\sin \beta = \cos \beta = 0,707$). Точка перетину осей підкосу і кроквяної ноги розташовується на відстані l_2 від осі стовпа. Величину l_2 знаходимо з наступної залежності:

$$l_2 = h_n = (L_0 - l_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

звідки:

$$l_2 = \frac{L_0}{1 + \operatorname{ctg} \alpha}; \quad (2.18)$$

$$l_2 = \frac{7500}{1 + 1,73} = 2750 \text{ мм} = 275 \text{ см.}$$

$$\text{Тоді } l_1 = L - l_2 - l_3 = 734 - 275 - 110 = 349 \text{ см.}$$

Довжина верхньої та нижньої ділянок кроквяної ноги:

$$l_1' = \frac{l_1}{\cos \alpha}; \quad l_2' = \frac{l_2}{\cos \alpha}; \quad l_3' = \frac{l_3}{\cos \alpha}; \quad (2.19)$$

$$l_1' = \frac{491}{0,87} = 424 \text{ см}; \quad l_2' = \frac{275}{0,87} = 316 \text{ см}; \quad l_3' = \frac{110}{0,87} = 127 \text{ см}$$

Довжина підкосу:

$$l_n = \sqrt{2} \cdot l_2; \quad (2.20)$$

$$l_n = \sqrt{2} \cdot 275 = 389 \text{ см.}$$

Кут між підкосом і кроквяною ногою:

$$\gamma = \alpha + \beta; \quad (2.21)$$

$$\gamma = 30 + 45 = 75^\circ.$$

Тоді $\sin \gamma = 0,97$, $\cos \gamma = 0,26$.

Крокв'яну ногу розглядаю як нерозрізну балку на трьох опорах (див. рис. 2.4). Небезпечним перерізом крокв'яної ноги є перетин в місці примикання підкоса. Згинальний момент в цьому перерізі дорівнюватиме:

$$M_b = \frac{q \cdot (l_1^3 + l_2^3)}{8(l_1 + l_2)}; \quad (2.22)$$

$$M_b = \frac{5,62 \cdot (3,49^3 + 2,75^3)}{8(3,49 + 2,75)} = 7,13 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Крокв'яну ногу проекту з брусів шириною 10 см.

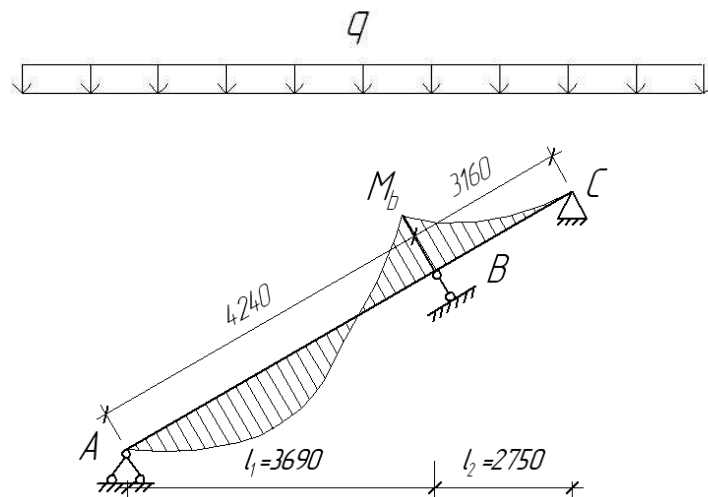


Рисунок 2.4 – Епюра крокв'яної ноги

Необхідний момент опору з умови міцності:

$$W_{mp} = \frac{M}{R_u}; \quad (2.23)$$

$$W_{тр} = \frac{713}{1,3} = 549 \text{ см}^3.$$

Так як крокви з брусів шириною 10 см, то необхідна висота перерізу:

$$h_{mp} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{mp}}{b}}; \quad (2.24)$$

$$h_{тр} = \sqrt{\frac{6 \cdot 549}{10}} = 21,1 \text{ см.}$$

Приймаю бруси перерізом 10х20 см з $F=200 \text{ см}^2$.

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad (2.25)$$

$$W_x = \frac{10 \cdot 20^2}{6} = 666,7 \text{ см}^3;$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad (2.26)$$

$$I_x = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6666,7 \text{ см}^4.$$

Міцність перерізу перевіряю по формулі:

$$\sigma = \frac{M_b}{W_x}; \quad (2.27)$$

$$\sigma = \frac{713}{666,7} = 1,1 < 1,3 \text{ кН/см}^2,$$

де 1,3 – розрахунковий опір вигину R_b в кН/см^2 соснових брусів, коли габаритні розміри прямокутного перерізу шириною менше 13 см і висотою до 50 см.

Перевірку жорсткості похилої кровляної ноги виконую за формулою:

$$\frac{f}{l_1} = \frac{5 \cdot q^H \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I_x \cdot \cos \alpha}; \quad (2.28)$$

$$\frac{f}{l_1} = \frac{5 \cdot 4,43 \cdot 7,54^3}{384 \cdot 6666,7 \cdot 30329 \cdot 0,92} = 0,004 < 0,005 = \frac{1}{200}.$$

Умова виконується.

2.3 Розрахунок і конструювання плити перекриття

2.3.1 Розрахунок плити

Розраховуємо плиту П-1.

Плита має номінальні габаритні розміри 5980x1780мм і виготовляється з бетону класу В30. Плита армується поздовжньою робочою арматурою класу А400С, конструктивною класу Вр-I і експлуатується у закритому приміщенні ($\gamma_b = 0,9$). Коефіцієнт щодо відповідальності будівлі $\gamma_n = 0,95$.

Із таблиць визначаємо: розрахунковий опір бетону класу В30 на стискання $R_b = 11,5 \text{ МПа}$; те саме, на розтяг $R_{bt} = 0,9 \text{ МПа}$; розрахунковий опір арматури класу А400С (діаметром 10...40мм) на розтяг $R_s = 365 \text{ МПа}$; розрахунковий опір арматури класу А-I при розрахунку на поперечну силу $R_{sw} = 170 \text{ МПа}$.

2.3.2 Розрахункова схема плити

Плиту розглядаємо як балку на двох опорах, завантажену рівномірно розподіленим навантаженням. Опорами для цієї балки служать ригелі перекриття. Розрахунковий проліт визначається як відстань між центрами площадок опирання плити на ригель:

$$l_0 = A - 0,5(b + a) = 5980 - 0,5(300 + 20) = 5820 \text{ мм}.$$

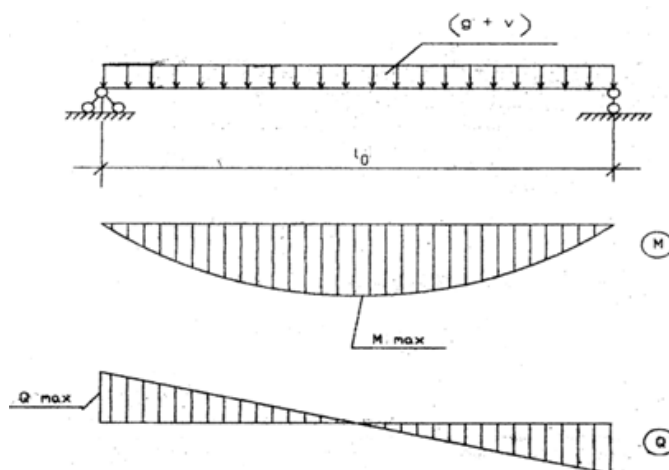


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема плити перекриття

2.3.3 Навантаження на плиту перекриття

На плиту діє постійне і тимчасове навантаження. До постійного відноситься власна вага плити, вага підлоги та вага перегородок.

Підрахунок навантаження на перекриття в кН/м^2 виконуємо в табличній формі (табл. 2.3). Власну вагу плити приймаємо $2,6 \text{ кН/м}^2$, а перегородок - $2,5 \text{ кН/м}^2$. Конструкція підлоги згідно з завданням. Значення експлуатаційного навантаження (кН/м^2) від того чи іншого шару підлоги визначаємо як добуток об'ємної ваги матеріалу (кН/м^3) на товщину шару (м). Значення розрахункового навантаження отримаємо, помноживши нормативне навантаження на коефіцієнт надійності щодо навантаження γ_f .

2.3.4 Визначення внутрішніх зусиль у розрахунковому перерізі плити

Розрахунковим перерізом при розрахунку плити на міцність за нормальними перерізами (на дію згинального моменту) є переріз, де виникає максимальний згинальний момент. Значення згинального моменту у цьому перерізі буде:

$$M = ql_0^2 / 8 = 15,75 * 6,42^2 / 8 = 54,7 \text{ кНм},$$

Таблиця 2.3 – Навантаження на 1 м² перекриття

№ з/п	Вид навантажень	Експлуатаційне навант., кПа	Коефіцієнт надійності, γ_f	Розрах. граничне навант., кПа
1	Постійні навантаження: Лінолеум $t = 3 \text{ мм}, \rho = 1,2 \text{ т/м}^3$ $0,03 \cdot 1,2$	0,036	1,2	0,043
2	Клей для лінолеуму $t = 3 \text{ мм}, \rho = 0,9 \text{ т/м}^3$ $0,03 \cdot 0,9$	0,027	1,3	0,035
3	Цементно-піщана стяжка $t = 40 \text{ мм}, \rho = 2.2 \text{ т/м}^3$ $0,4 \cdot 2,2$	0,88	1,3	1,144
4	Жорсткі мінераловатні плити $t = 50 \text{ мм}, \rho = 0.6 \text{ т/м}^3$ $0,5 \cdot 0,6$	0,3	1,2	0,36
5	Гідроізоляція $t = 5 \text{ мм}, \rho = 1.5 \text{ т/м}^3$ $0,05 \cdot 1,5$	0,075	1,3	0,098
6	Вага перегородок	2,5	1,1	2,6
7	Плита перекриття	2,6	1,1	2,7
Всього постійні		6.4		6.98
8	Змінні: Корисне	1,5	1,3	1,95
	Повне навантаження	$q_n = 7.9$		$q_l = 8.93$

де q - повне погонне навантаження на балку (рис. 2.5). Його визначаємо, помноживши повне навантаження q_l , $= 8,85 \text{ кН/м}^2$ на номінальну ширину плити $b_{\text{п}} = 1,78 \text{ м}$:

$$q = q_l b_{\text{п}} = 8.85 \cdot 1,78 = 15.75 \text{ кН/м.}$$

Розрахунковим перерізом при розрахунку плити на міцність за нахиленими перерізами (на дію поперечної сили) є переріз, де виникає максимальна поперечна сила. З рис.1 видно, що це переріз на опорі. Значення поперечної сили у цьому перерізі буде:

$$Q = q l_0 / 2 = 15,75 \cdot 6,42 / 2 = 34 \text{ кН}$$

2.3.5 Розрахунковий переріз плити

Дійсний переріз плити (рис. 2.6) зводимо до розрахункового таврового. Висоту таврового перерізу приймаємо рівною висоті плити, тобто $h=h_{пл}=220\text{мм}$. Ширину полиці тавра у стиснутій зоні b_f' приймаємо рівною конструктивній ширині плити b_c' , тобто $b_f'=b_c'=1780\text{мм}$. Товщину полиці h_f' приймаємо рівною розмірові a' : $h_f'=a=31\text{мм}$. Ширину ребра таврового перерізу обчислюємо за формулою $b = b_c' - n d = 1780 - 6 \cdot 160 = 210\text{мм}$, де b_c' - конструктивна ширина плити, n і d – кількість і діаметр отворів відповідно.

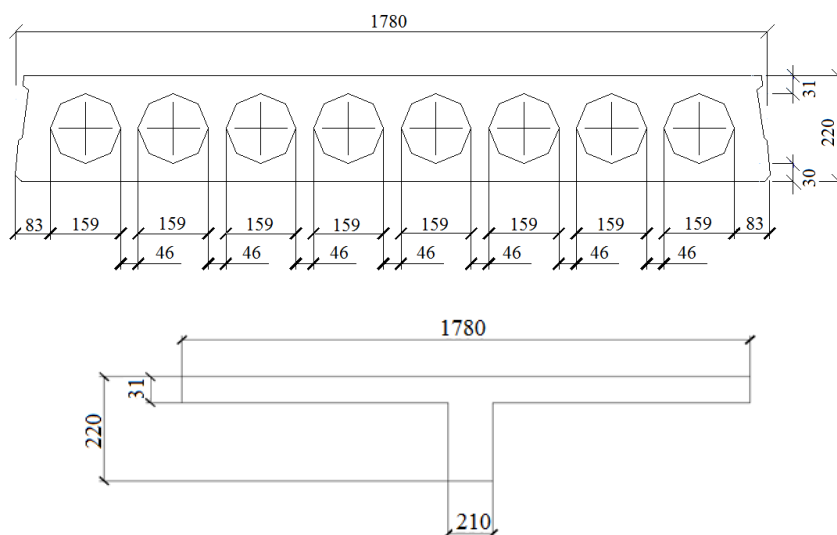


Рисунок 2.6 – Дійсний і розрахунковий перерізи плити перекриття з круглими порожнинами шириною 1,78 м

2.3.6 Конструювання плити

Плиту армуємо зварними каркасами, які розташовуємо у першому, третьому, п'ятому, ребрах плити. У верхній та нижній полицях плити передбачаємо по одній конструктивній сітці з арматури $\phi 4\text{Вр-1}$ з чарунками $250 \times 250\text{мм}$. Ці сітки встановлюємо посередині товщини полиць.

Для монтажу плит передбачені підйомні петлі, а для приварювання їх до

ригелів - закладні деталі.

2.3.7 Розрахунок плити на міцність нормальних перерізів

Розрахунок виконуємо як для елементів таврового поперечного перерізу, що працюють на згин.

Вихідні дані: Розрахунковий згинальний момент у перерізі $M = 54,7 \text{ кНм}$. Розміри поперечного перерізу (рис. 2.6), ширина ребра $b = 210 \text{ мм}$; висота перерізу $h = 220 \text{ мм}$; ширина полиці $b'_f = 1780 \text{ мм}$; висота полиці $h'_f = 30 \text{ мм}$. Параметрами a і a задаємося. Приймаємо $a = 35 \text{ мм}$; $a = 25 \text{ мм}$. Для заданого класу арматури А400С: $R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$. Для заданого класу бетону В30: $R_b = 11,5 \text{ МПа}$. $\gamma_{b2} = 0,9$. Для важкого бетону $\alpha = 0,85$. $\sigma_{sr} = R_s$. Мінімальний відсоток армування $\mu_{\min} = 0,05\%$.

Робоча висота перерізу: $h_0 = h - a = 220 - 35 = 185 \text{ мм}$.

Характеристика стиснутої зони бетону:

$$\omega = \alpha - 0,008 / \gamma_{b2} R_b = 0,85 - 0,008 / 0,9 \cdot 11,5 = 0,767.$$

$$\gamma_{b2} \leq 1$$

$$\sigma_{sc,u} = 500 \text{ МПа}$$

Гранична відносна висота стиснутої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{4500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,629,$$

$$M \leq R_b \gamma_{b2} b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)$$

$$M = 54,7 \text{ кН} / \text{м} < 11,5 \cdot 0,9 \cdot (100) \cdot 1780 \cdot 30 (185 - 0,5 \cdot 30) = 79,9 \text{ кН} / \text{м}.$$

$$\alpha_m = \frac{M}{b'_f h_0^2 R_b \gamma_{b2}} = \frac{54,7 \cdot 10^6}{185^2 \cdot 1170 \cdot 11,5 \cdot 0,9} = 0,131$$

$$\xi = x/h_0 < \xi_R$$

$$\text{Коефіцієнт } \xi = 1 - 0,5 \xi = 1 - 0,5 \cdot 0,131 = 0,935$$

Площа перерізу поздовжньої арматури в ребрах:

$$A_s = \frac{M}{\zeta h_0 R_s} = \frac{54,7 \cdot 10^6}{0,935 \cdot 365 \cdot 185} = 866,42 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо 4Ø 18мм, $A_s=10,17\text{см}^2$ по два стержні у кожному ребрі.

Коефіцієнт армування

$$\mu = \frac{A_{sI}}{bh_0} = \frac{866,42}{185 \cdot 216} = 0,02.$$

$$\mu > \mu_{\min}; 0,02 > 0,0005.$$

2.3.8 Розрахунок плити на міцність похилих перерізів

Максимальна поперечна сила $Q_{\max}=34 \text{ кН}$.

Рівномірно розподілене навантаження:

$$\text{постійне } g = g_{lb} = 6,98 \cdot 1,78 = 8,3 \text{ кН / м ,}$$

номінальна ширина плити:

$$\text{тимчасове } V = v_{lb} = 1,95 \cdot 1,78 = 2,34 \text{ кН/м.}$$

Розрахункова міцність бетону класу В20 на розтяг $R_{bt} = 0,9 \text{ МПа}$ $\gamma_{b2} = 0,9$.

Міцність арматури класу А240 на розтяг при розрахунку на дію поперечної сили $R_{sw} = 175 \text{ МПа}$. Кількістю поперечних стержнів у перерізі n задаємося. Оскільки за умовою міцності нормальних перерізів прийнято 4 поздовжніх стержнів діаметром 18 А400С, то у плиті буде встановлено 4 каркасів. Отже, $n=4$. За умовою зварювання з поздовжньою арматурою призначаємо діаметр поперечної арматури. У нашому випадку максимальний діаметр поздовжньої арматури 18мм. Тоді діаметр поперечної буде 6мм. Площа одного стержня поперечної арматури $A_{swl} = 28 \text{ мм}^2$. Ширина ребра таврового перерізу $b = 216 \text{ мм}$, висота - $h = 220 \text{ мм}$. Відстань від нижньої грані перерізу до центра ваги розтягнутої поздовжньої арматури при прийнятому її діаметрі 16 мм.

$a = a_1 + d / 2 = 20 + 16/2 \approx 30$. Для важкого бетону коефіцієнти $\phi_{b2}=2$, $\phi_{b3}=0,6$, $\phi_{b4}=1,5$. Коефіцієнт ϕ_f для таврового перерізу:

$$\phi_f = \frac{0,75(b_f' - b)h_f'}{bh} = \frac{0,75(1170 - 216)30}{216 \cdot 220} = 0,45 \leq 0,5.$$

Коефіцієнт $\phi_n = 0$, оскільки елемент без попередньо-напруженої арматури.

Робоча висота перерізу $h_0 = h - a = 220 - 30 = 190$ мм.

$$q_1 = g + v / 2 = 8.93 + 2.34/2 = 9.47 \text{ кН/м}.$$

$$q_a = 0,16(\varphi_{b3} \gamma_{b2} R_{btb}) = 0,16*(1,5*0,9*0,9*216) = 42 \text{ Н / мм}.$$

$$q_1 = 9,47 \text{ Н / мм} < q_a = 42 \text{ Н / мм}.$$

Проекція нахиленої тріщини $c = 2,5*h_0 = 2,5 * 190 = 475$ мм.

$$Q = Q_{\max} - q_{1c} = 34000 - 9.47 * 475 = 29502 \text{ Н}.$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{b4}(1+\varphi_n)\gamma_{b2}R_{bt}bh_0^2}{c} = \frac{1.5(1+0)0,9*0,9*216*190^2}{475} = 19945 \text{ Н}.$$

$Q = 29502 \text{ Н} > Q_b = 19945 \text{ Н}$. Умова міцності не виконується і тому необхідно розраховувати поперечну арматуру.

$$k = 1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,45 + 0 = 1,45.$$

$$k = 1,45 \leq 1,5$$

$$k = 1,5$$

$$M_b = R_{be}\gamma_{b2}\varphi_{u2}b h_0^2 k = 2 * 1,5 * 0,9 * 0,9 * 216 * 190^2 = 18,9 * 10^6 \text{ кНм};$$

$$Q_{b1} = 2\sqrt{M_b}q_1 = 2\sqrt{18,9 * 10^6 * 9,47} = 26,8 * 10^3 \text{ Н}$$

$$Q_{\max} = 34 \text{ кН} \leq Q_{b1}/0,6 = 44,7 \text{ кН}$$

$$q_{sw1} = \frac{Q_{\max}^2 - Q_{bl}^2}{4 M_b} = \frac{34^2 - 26,8^2}{4 * 18,9} = 5,8 \text{ Н / мм};$$

$$q_{sw2} = \frac{Q_{\max} - Q_{bl}}{2 h_0} = \frac{(34 - 26,8)10^3}{2 * 190} = 18,9 \text{ Н / мм};$$

$$q_{sw1} = 5,8 \text{ Н/мм} \leq q_{sw2} = 18,9 \text{ Н/мм}$$

$$q_{sw3} = q_{sw2} = 18,9 \text{ Н/мм}$$

$$Q_{b \min} = \varphi_{b3}k\gamma_{b2}R_{bt}bh_0 = 0,6*1,5*0,9*0,9*216*190 = 29918 \text{ Н / мм}.$$

$$q_{sw1 \min} = \frac{Q_{b \min}}{2 h_0} = \frac{29918}{2 * 190} = 7,7 \text{ Н / мм};$$

$$q_{sw3} = 18,9 \text{ Н / мм} > q_{sw1 \min} = 7,7 \text{ Н/мм}$$

$$q_{sw} = q_{sw3} = 18,9 \text{ Н/мм}$$

Поперечна арматура прийнята з 5ØA240С, $A_{sw1} = 28 \text{ мм}^2$,

$$R_{sw} = 175 \text{ МПа}.$$

Крок поперечної арматури:

$$s = \frac{R_{sw} n A_{sw1}}{q_{sw}} = \frac{175 * 5 * 28}{18.9} = 129 \text{ мм} ;$$

Максимальний крок поперечної арматури:

$$s_{\max} = \frac{\varphi_{b4}(1+\varphi_n)\gamma_{b2}R_{bt}bh_0^2}{Q_{\max}} = \frac{1.5(1+0)*0.9*0.9*216*190^2}{34000} = 279 \text{ мм} ;$$

Повна висота плити:

$$h = 220 \text{ мм} < 450 \text{ мм} .$$

$$s \leq 110 \text{ мм}; s < 150 \text{ мм} .$$

Приймаємо крок поперечної арматури на приопорній ділянці (1/4 прольоту) $s=100 \text{ мм}$; у середній частині прольоту крок поперечної арматури $S1$ має бути не більшим за $\frac{3h}{4} = 165 \text{ мм}$; приймаємо $s, = 150 \text{ мм}$ (крок поперечної арматури потрібно призначати кратним 25 мм із заокругленням у меншу сторону).

2.4 Вихідні дані для перевірки несучої здатності основ і фундаментів

Основою служить лесоподібні суглинки.

Структурна міцність зразків сланцю глинистого:

- межа міцності на одноосьовий стиск порушеної структури– 0.51 МПа ;
- непорушеної – 2.93 МПа .

Середнє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшови фундаменту– $\gamma_{II} = 20 \text{ кН/м}^3$;

Середнє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшови фундаменту – $\gamma_{II}' = 19 \text{ кН/м}^3$;

Розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає під підшовою фундаменту – $c_n = 25 \text{ кПа}$;

Нормативне значення кута внутрішнього тертя ґрунту, що залягає нижче підшови фундаменту– $\varphi_n = 19^\circ$;

Коефіцієнт пористості ґрунтів, що залягають нижче підшови фундаменту – $e = 0.7$;

Нормативне значення модуля деформації ґрунтів, що залягають нижче підшови фундаменту – $E = 14$ МПа;

Ширина підшови фундаменту під зовнішні стіни – $b = 1.2$ м;

Ширина підшови фундаменту під внутрішні стіни – $b = 0.6$ м;

Глибина закладення фундаменту від рівня планування – $d = 3.4$ м;

Глибина підвалу - відстань від рівня планування до підлоги підвалу (для споруд з підвалом шириною $B \leq 20$ м) – $d_v = 2$ м;

Товщина шару ґрунту вище підшови фундаменту з боку підвалу – $h_s = 0.8$ м;

Товщина конструкції підлоги підвалу – $h_{cf} = 0.1$ м;

Розрахункове значення питомої ваги конструкції підлоги підвалу – $\gamma_{cf} = 22$ кН/м².

Питома вага цегляної кладки – $\gamma = 18$ кН/м³;

Товщина цегляних стін – $\delta = 640$ мм;

Питома вага кладки з ніздрюватобетонних блоків – $\gamma = 7$ кН/м³;

Товщина стін з ніздрюватобетонних блоків – $\delta = 600$ мм;

Довжина будівлі – $L = 58$ м, висота будівлі – $H = 14,8$ м;

Розмір вікон – $b_o \times h_o = 1.7 \times 2.0$ м;

Ширина підвалу – $B = 14.0$ м.

2.5 Визначення розрахункового опору ґрунту під підшовою фундаменту

При розрахунку основи з розрахунковою схемою у вигляді лінійно-деформованого напівпростору з умовним обмеженням глибини товщі що стискається, середній тиск під підшовою фундаменту P_{cp} , кПа, не повинно перевищувати розрахункового опору ґрунту основи R , кПа, що визначається за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_s \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \quad (2.29)$$

де γ_{c1}, γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи, прийняті за таблицею 2 [4];

k – коефіцієнт, що дорівнює 1.1, так як міцнісні характеристики ґрунту прийняті за таблицями 1–3 [4];

M_{γ}, M_q, M_c – коефіцієнти, прийняті за таблицею 4 [4] в залежності від значення кута внутрішнього тертя ґрунту;

k_z – коефіцієнт, що дорівнює 1, при $b < 10$ м;

d_1 – приведена глибина закладення фундаментів від підлоги підвалу, визначається за формулою:

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \cdot \gamma_{cf}}{\gamma'_{II}}. \quad (2.30)$$

$$d_1 = 0.8 + \frac{0.1 \cdot 22}{19} = 0.92 \text{ м.}$$

При $\varphi = 19^\circ$ – $M_{\gamma} = 0.47, M_q = 2.89, M_c = 5.48$.

Розрахунковий опір ґрунту під подошвою фундаменту при ширині $b = 1.2$ м

$$R = \frac{1.1 \cdot 1}{1.1} \cdot [0.47 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 20 + 2.89 \cdot 0.92 \cdot 19 + (2.89 - 1) \cdot 2 \cdot 19 + 5.48 \cdot 25] = 270 \text{ кПа}.$$

При ширині фундаменту $b = 1.0$ м

$$R = \frac{1.1 \cdot 1}{1.1} \cdot [0.47 \cdot 1 \cdot 1.0 \cdot 20 + 2.89 \cdot 0.92 \cdot 19 + (2.89 - 1) \cdot 2 \cdot 19 + 5.48 \cdot 25] = 270 \text{ кПа}.$$

При ширині фундаменту $b = 0.6$ м

$$R = \frac{1.1 \cdot 1}{1.1} \cdot [0.47 \cdot 1 \cdot 0.6 \cdot 20 + 2.89 \cdot 0.92 \cdot 19 + (2.89 - 1) \cdot 2 \cdot 19 + 5.48 \cdot 25] = 265 \text{ кПа}.$$

2.6 Перевірка основ і фундаментів за граничними станами

Основна вимога розрахунку основ і фундаментів за граничними станами полягає в тому, щоб зусилля і напруження, що в основах і фундаментах, а також

їх деформації і переміщення були близькі до встановлених граничних значень, але не перевищували їх.

Граничні стани підрозділяються на дві групи:

I – за втратою несучої здатності;

II – по непридатності до нормальної експлуатації.

Розрахунок основ ведеться по другій групі граничних станів при коефіцієнті надійності по навантаженню $\gamma_f = 1$; розрахунок фундаментів ведеться по першій групі граничних станів при коефіцієнті надійності по навантаженню γ_f що приймається у відповідності до ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи".

2.6.1 Збір навантажень, що діють на основу

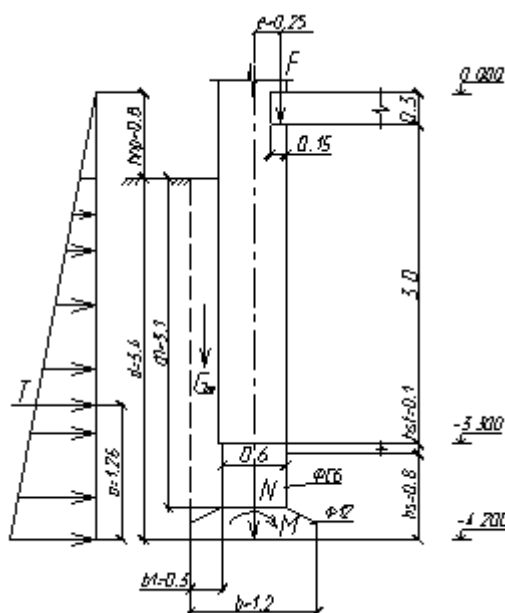


Рисунок 2.7 – Схема фундаменту під зовнішню стіну

Вертикальна сила N , кН, діюча на рівні підшви фундаменту, визначається як сума власної ваги фундаменту, ґрунту на його обрізах і навантаження від верхніх конструкцій (стін, перекриттів, покриття).

Вага 1 м фундаментної плити $\Phi 12$

$$G_{\phi} = g \cdot \frac{m}{l} = 10 \cdot \frac{1820}{2.38} = 7.65 \text{ кН.} \quad (2.31)$$

Вага 1 м блоку ФС6

$$G_c = g \cdot \frac{m}{l} = 10 \cdot \frac{1960}{2.38} = 8.24 \text{ кН.} \quad (2.32)$$

Вага 1 м блоку ФС5

$$G_c = g \cdot \frac{m}{l} = 10 \cdot \frac{1630}{2.38} = 6.85 \text{ кН.} \quad (2.33)$$

Вага 1 м блоку ФС4

$$G_c = g \cdot \frac{m}{l} = 10 \cdot \frac{1300}{2.38} = 5.46 \text{ кН,} \quad (2.34)$$

де m – маса блоків, кг, прийнята за таблицями II.2 и II.3 [4],

l – довжина елементів фундаментів, м.

Вага ґрунту на уступах фундаментів:

$$G_{гр} = \gamma_{II} \cdot b_1 \cdot d_1 = 19 \cdot 0.3 \cdot 3.1 = 17.7 \text{ кН.} \quad (2.35)$$

Навантаження від стін з вирахуванням прорізів $G_{ст}$, кН, визначається за формулою:

$$G_{ст} = (\delta \cdot (l \cdot h - b_o \cdot h_o) \cdot \gamma) / l, \quad (2.36)$$

де δ – товщина кладки, м;

l – довжина розрахункової ділянки - відстань між осями віконних прорізів, м;

h – висота кладки, м;

b_0 – ширина вікна, м;

h_0 – висота вікна, м;

γ – питома вага кладки, кН/м³.

Навантаження від перекриттів і покриття приймаються за таблицями в додатку А та додатку Б.

Збір вертикальних нормативних навантажень N , кН, на рівні підшви фундаментів, проведений в табличній формі і представлений в додатках В, Г, Д. Збір навантажень проведений для будівлі до надбудови, для будівлі після реконструкції з варіантами надбудови з ніздрюватобетонних блоків і з керамічної цегли.

Момент на рівні підшви фундаменту визначається за формулою:

$$M = M' - M_G + M_T, \quad (2.37)$$

де M' – момент від верхніх конструкцій;

M_G – момент відносно центру ваги підшви фундаменту від ваги зворотної засипки;

M_T – момент від горизонтального тиску ґрунту, що визначається за формулою:

$$M_T = T \cdot a, \quad (2.38)$$

де T – рівнодіюча активного тиску ґрунту на стіни фундаменту;

a – відстань від підшви фундаменту до точки прикладання рівнодіючої активного тиску ґрунту.

$$T = \left(g \cdot d + \gamma_{II}' \cdot \frac{d^2}{2} \right) \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (2.39)$$

$$a = \frac{d}{3} \cdot \frac{d + 3 \cdot h_{np}}{d + 2 \cdot h_{np}}, \quad (2.40)$$

де h_{np} – приведена висота шару ґрунту, що визначається за формулою:

$$h_{np} = \frac{g}{\gamma'_{II}}. \quad (2.41)$$

Так як перекриття розташовується вище поверхні землі, то $g = 10 \text{ кН/м}^2$.

$$T = \left(10 \cdot 3.4 + 19 \cdot \frac{3.4^2}{2} \right) \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35}{2} \right) = 26.77 \text{ кН},$$

$$h_{np} = \frac{10}{19} = 0.526 \text{ м},$$

$$a = \frac{3.4}{3} \cdot \frac{3.4 + 3 \cdot 0.526}{3.4 + 2 \cdot 0.526} = 1.26 \text{ м},$$

$$M_T = 26.77 \cdot 1.26 = 33.73 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M' = F \cdot e = 19.5 \cdot \left(\frac{0.6}{2} - \frac{0.15}{3} \right) = 4.88 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.42)$$

де F – навантаження від перекриття, кН, прийняте за таблицею додатка В.

Момент від ваги зворотної засипки

$$M_G = 17.7 \cdot \left(\frac{0.3}{2} + \frac{0.6}{2} \right) = 7.95 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Момент на рівні підосви для фундаментів під зовнішні стіни

$$M = 4.88 - 7.95 + 33.73 = 30.66 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2.6.2 Розрахунок фундаменту під зовнішню стіну

Розрахункову схему основи приймаємо у вигляді лінійно-деформованого простору з умовним обмеженням глибини товщі що стискається. Необхідна умова її застосування для позacentрово навантажених фундаментів є виконання умов:

$$P_{cp} \leq R,$$

$$P_{min} \geq 0,$$

$$P_{\max} \leq 1.2 \cdot R,$$

де P_{cp} – середній тиск на ґрунт під подошвою фундаменту, Па;

$P_{\max}, P_{\min}$ – відповідно максимальний і мінімальний тиск на ґрунт під подошвою фундаменту, Па.

$$P_{cp} = \frac{N}{A}, \quad P_{\min}^{\max} = P_{cp} \pm \frac{M}{W} = \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot 6}{b^2 \cdot l}, \quad (2.43)$$

де A – площа подошви фундаменту, m^2 ;

W – момент опору подошви фундаменту;

b – ширина фундаменту, м;

l – довжина фундаменту, м.

Для позацинтрово навантаженого фундаменту по осі А/4–6 (рис. 2.7), на рівні подошви фундаменту діють зусилля від нормативного навантаження (за таблицею додатка Г) $N = 220.1$ кН і $M = 30.66$ кН·м.

Визначаємо середнє і крайові напруження під подошвою фундаменту:

$$P_{cp} = \frac{220.1}{1.2 \cdot 1} = 183.4 \text{ кПа},$$

$$P_{\min} = \frac{220.1}{1.2 \cdot 1} - \frac{30.66 \cdot 6}{1.2^2 \cdot 1} = 55.7 \text{ кПа},$$

$$P_{\max} = \frac{220.1}{1.2 \cdot 1} + \frac{30.66 \cdot 6}{1.2^2 \cdot 1} = 311.2 \text{ кПа}.$$

Перевіряємо виконання умов:

$$P_{cp} = 183.4 \text{ кПа} < R = 270 \text{ кПа}, \quad P_{\min} = 55.7 \text{ кПа} > 0,$$

$$P_{\max} = 311.2 \text{ кПа} < 1.2 \cdot R = 1.2 \cdot 270 = 324 \text{ кПа}.$$

Умови виконуються. Недонапруження по максимальному тиску $\approx 4 \%$

2.6.3 Розрахунок фундаменту під внутрішню стіну

Для позацинтрово навантаженого фундаменту по осі В/4–6 (рис. 2.8), на рівні подошви фундаменту діють зусилля від нормативного навантаження $N = 255.8$ кН і $M = 2.0$ кН·м.

$$S \leq S_u, \quad (2.44)$$

де S – спільна деформація основи і споруди;

S_u – граничне значення спільної деформації основи і споруди.

Осідання основи S з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно-деформованого напівпростору визначається методом пошарового підсумовування за формулою:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}, \quad (2.45)$$

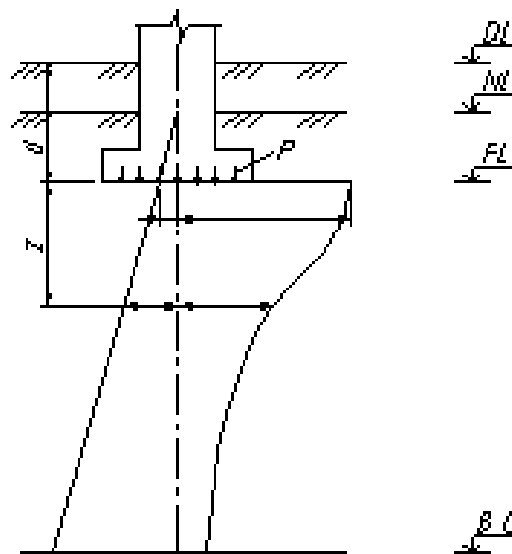
де β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0.8;

$\delta_{zp,i}$ – середнє значення додаткового вертикального нормального напруження в i -ому шарі ґрунту, рівному півсумі зазначених напружень на верхній z_{i-1} і нижній z_i границях по вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту;

h_i – товщина i -го шару ґрунту;

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту;

n – число шарів, на які розбита товща основи що стискається.



DL – позначка планування; NL – відмітка поверхні природного рельєфу;
FL – позначка підшви фундаменту; B.C. – нижня межа товщі що стискається.

Рисунок 2.9 – Схема розподілу вертикальних напружень в лінійно-деформованому напівпросторі

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку основи за деформаціями

По осі	S, см (до надбудови)	S, см (після надбудови)	ΔS , см
A/4–6, 1/A–Г, 7/A–Г	0.77	1.13	0.36
Г/4–6	0.82	1.18	0.36
Б/4–6	1.24	1.78	0.54
В/4–6	1.33	2.39	0.76
2/A–Г, 3/A–Г	1.14	1.60	0.46
4/A–Г	1.03	1.41	0.38
5/A–Г, 6/A–Г	1.18	1.81	0.36

На основі даних таблиці 2.4 робимо висновок:

- абсолютне осідання основи S окремого фундаменту по всіх осях не перевищує гранично допустимої усадки $S_u = 10$ см;
- додаткова середня усадка в результаті збільшення навантаження при надбудові по зовнішнім осях – 0.36 см, по внутрішнім поперечним – 0.40 см, по внутрішнім поздовжнім – 0.65 см;
- відносна нерівномірність усадки фундаментів по осях В і Г $\Delta S/L = 0.00202$ та по осях Б і В $\Delta S/L = 0.00244$ перевищує гранично допустиме значення $S_{\text{пред}} = 0.002$.

Таким чином, надбудова поверху з використанням ніздрюватобетонних блоків, не вимагає посилення фундаментів.

Висновки до розділу 2

1. Виконано розрахунок основних несучих елементів дерев'яного даху надбудови будівлі лікарні.
2. Виконано збір навантажень та конструктивний розрахунок збірної залізобетонної круглопустотної плити перекриття третього поверху надбудови будівлі лікарні.
3. Виконано перевірку несучої здатності основ і стрічкових фундаментів існуючої будівлі лікарні. Проведений розрахунок показав, що надбудова поверху з використанням ніздрюватобетонних блоків, не вимагає посилення фундаментів.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Мета та задачі наукових досліджень

Метою даної роботи є розробка проекту реконструкції будівлі лікарні з надбудовою третього поверху та застосуванням сучасних методів термомодернізації завдяки дослідженням різних систем утеплення.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні задачі:

- розробити архітектурно-планувальні рішення реконструкції існуючої будівлі лікарні із надбудовою третього поверху;
- виконати перевіірочні розрахунки існуючих несучих будівельних конструкцій на нові навантаження, що будуть діяти після виконання надбудови;
- виконати порівняльний аналіз застосування утеплення огорожуючих конструкцій на основі мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT із визначенням точки роси в різних варіантах.

3.2 Актуальність питання термомодернізації будівель

Однією з вагомих характеристик будівель в процесі експлуатації є теплопровідність будівельних конструкцій та інженерних комунікацій.

Чим нижча теплопровідність матеріалів, тим ліпша якість ізоляції будівлі, що істотно впливає на зменшення споживання тепло енергії; у свою чергу, це знижує забруднення навколишнього середовища викидами у повітря діоксиду вуглецю, який утворюється внаслідок згорання палива для вироблення тепло-енергії, і частково спричинює парниковий ефект.

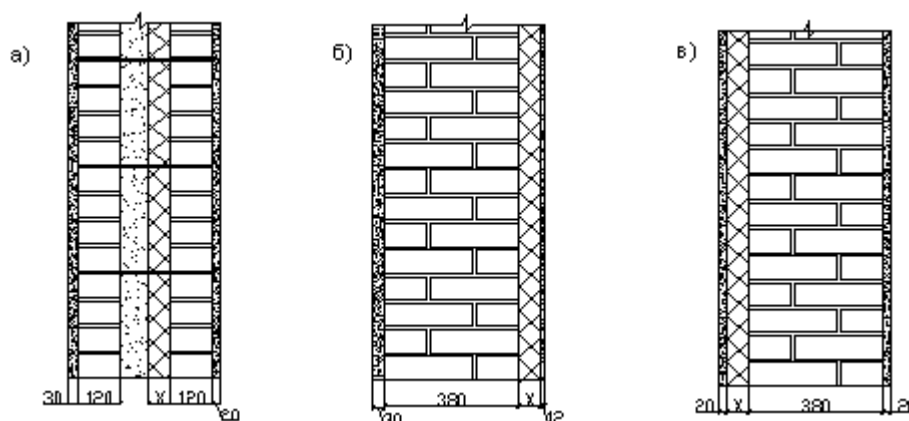
Усе це потребує вжиття кардинальних заходів щодо підвищення тепло-ізоляційної здатності огорожувальних конструкцій будівлі.

Головними джерелом теплових втрат в будівлі є вікна. Питомий тепловий потік крізь двохшарове застклення приблизно в 5 разів перевищує тепловий потік, котрий проходить крізь стіни. Але враховуючи, що площа застклення в звичайному

будинку складає 15-20% від площі стін, можна рахувати, що теплові втрати крізь стіни перевищують теплові втрати крізь віконні прорізи. У загальному об'ємі сумарних теплових втрат всього будинку втрати тепла крізь стіни – максимальні.

Утеплюючий шар в зовнішніх стінах може розташовуватись:

- а) в стіні (колодязна кладка);
- б) на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції;
- в) на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції.



а) в стіні (колодязна кладка), б) на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції, в) на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції.

Рисунок 3.1 – Системи утеплення

Для порівняння даних систем утеплення розглянемо їх більш детально, та зробимо теплотехнічний розрахунок і визначимо точку роси в кожній системі.

3.3 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій та визначення точки роси

Вихідні данні:

- район будівництва – м. Хмельницький.
- температурна зона будівництва – II
- зона вологості – суха
- температурно- вологий режим у приміщенні – нормальний
- режим експлуатації огорожуючої конструкції у зонах вологості – А

- температура в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$
 - середня температура найбільш холодної доби із забезпеченням $0,92^{\circ}\text{C}$ $t_1^{0,92} = -28^{\circ}\text{C}$
 - середня температура найбільш холодних 5-ти днів із забезпеченням $0,92^{\circ}\text{C}$ $t_5^{0,92} = -23^{\circ}\text{C}$
 - нормативний опір теплопередачі огорожуючої конструкції – $R'' = 2.1 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$
 - максимальна пружність водяної пари внутрішнього повітря $E = 2338 \text{ Па}$
 - дійсна волога $\varphi_e = 0,55$
- а) теплотехнічний розрахунок системи утеплення в стіні (колодязна кладка)

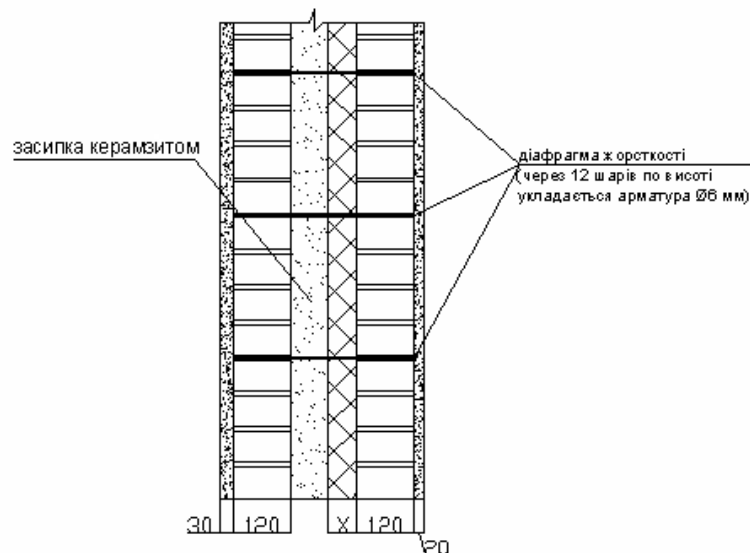


Рисунок 3.2 – Система утеплення в стіні (колодязна кладка)

Розрахунок опору теплопередачі конструкції:

$$R_0 = R_e + R_k + R_z \geq R''$$

$$R_e = \frac{1}{a_e} - \text{опір теплосприйняття}$$

$$R_z = \frac{1}{a_z} - \text{опір тепловіддачі}$$

$$R_k - \text{опір конструкції}$$

Таблиця 3.1 – Теплотехнічний розрахунок системи утеплення в стіні

№ З/п	Назва шару	Тов- щина δ , м	Щіль- ність γ , кг/м ²	Коефіцієнт тепло- провідності λ , Вт/м ⁰ С	Коефіцієнт тепло- засвоєння S , Вт/м ² ⁰ С
1	Вапняний розчин	0,02	1600	0,7	8,69
2	Цегла силікатна	0,12	1800	0,76	9,77
3	Жорстка мінерало- ватна плита (Rockwool 1000х600)	X	50	0,052	0,42
4	Цегла силікатна	0,12	1800	0,76	9,77
5	Полімерцементна штукатурка (Ceresit)	0,03	1700	0,7	8,95

a_6 – коеф. теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни

a_3 – коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни

$$a_6 = 8,7(\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) \Rightarrow R_6 = \frac{1}{8,7} = 0,115(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт})$$

$$a_3 = 23(\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) \Rightarrow R_3 = \frac{1}{23} = 0,043(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт})$$

$$R_0 = 0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{X}{0,052} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,03}{0,7} + 0,043 \geq 2,1$$

$$X = (2,1 - 0,115 - (\frac{0,02}{0,7} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{0,03}{0,7}) - 0,043) \cdot 0,052 = 0,08\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача 80 мм.

Визначення теплової інерції огорожуючої конструкції:

$$D = \sum_{i=1}^{n-1} D_i$$

$$D = R \cdot S = \frac{0,02}{0,7} \cdot 8,69 + \frac{0,12}{0,76} \cdot 9,77 + \frac{0,08}{0,052} \cdot 0,42 + \frac{0,12}{0,76} \cdot 9,77 + \frac{0,03}{0,7} \cdot 8,95 = 4,4$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря дорівнює $t_3^{0,92}$

$$t_3^{0,92} = \frac{t_1^{0,92} + t_5^{0,92}}{2} = \frac{-28 - 23}{2} = -25,5(^{\circ} \text{C})$$

Будуємо лінію падіння температур:

$$\tau_n = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R^H} \cdot \left(R_{\epsilon} + \sum_{i=1}^{n-1} Ri \right)$$

$$\tau_{\epsilon} = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot 0.115 = 17.5(^{\circ}C)$$

$$\tau_1 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 0.029) = 16.9(^{\circ}C)$$

$$\tau_2 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 0.186) = 13.5(^{\circ}C)$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 1.82) = -21.9(^{\circ}C)$$

$$\tau_4 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 1.98) = -25.4(^{\circ}C)$$

$$\tau_5 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 1.99) = -25.5(^{\circ}C)$$

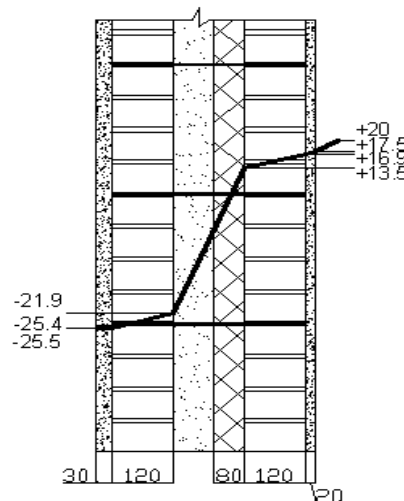


Рисунок 3.3 – Лінія падіння температур системи утеплення в стіні

Визначаємо точку роси

Дійсну пружність водяної пари визначимо за формулою

$$e = \frac{\varphi_{\epsilon} \cdot E}{100} = \frac{0.55 \cdot 2338}{100} = 1285,9 \text{ Па}$$

Точка роси у приміщенні $\tau_{\text{роси}} = 10.6(^{\circ}C)$

Перевіримо можливість утворення

конденсату на внутрішній поверхні стіни

$$\tau_g = 17.5(^{\circ}\text{C}) > \tau_{\text{роси}} = 10.6(^{\circ}\text{C})$$

Конденсат утворюватись не буде.

б) теплотехнічний розрахунок системи утеплення на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції:

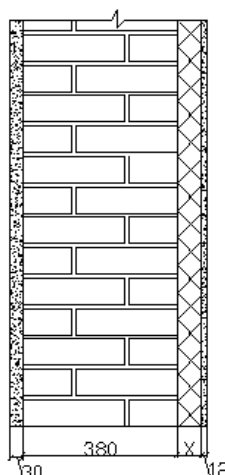


Рисунок 3.4 – Система утеплення на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції

Таблиця 3.2 – Теплотехнічний розрахунок системи утеплення на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції

№ з/п	Назва шару	Товщина δ , м	Щільність γ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/м ⁰ С	Коефіцієнт тепло-засвоєння S , Вт/м ² ⁰ С
1	Суха штукатурка	0,012	800	0,19	3,34
2	Жорстка мінерало-ватна плита (Rockwool 1000x600)	X	50	0,052	0,42
3	Цегла силікатна	0,38	1800	0,76	9,77
4	Полімерцементна штукатурка (Ceresit)	0,03	1700	0,7	8,95

Розрахунок опору теплопередачі конструкції:

$$R_0 = R_g + R_k + R_s \geq R''$$

$$R_{\epsilon} = \frac{1}{a_{\epsilon}} - \text{опір теплосприйняття}$$

$$R_{\gamma} = \frac{1}{a_{\gamma}} - \text{опір тепловіддачі}$$

$$R_{\kappa} - \text{опір конструкції}$$

a_{ϵ} – коеф. теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни

a_{γ} – коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни

$$a_{\epsilon} = 8,7 (Bm / m^2 \cdot ^{\circ} C) \Rightarrow R_{\epsilon} = \frac{1}{8,7} = 0,115 (m^2 \cdot ^{\circ} C / Bm)$$

$$a_{\gamma} = 23 (Bm / m^2 \cdot ^{\circ} C) \Rightarrow R_{\gamma} = \frac{1}{23} = 0,043 (m^2 \cdot ^{\circ} C / Bm)$$

$$R_0 = 0,115 + \frac{0,012}{0,19} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{X}{0,052} + \frac{0,03}{0,7} + 0,043 \geq 2,1$$

$$X = (2,1 - 0,115 - (\frac{0,012}{0,19} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,03}{0,7}) - 0,043) \cdot 0,052 = 0,07 m$$

Приймаємо товщину утеплювача 70 мм.

Визначення теплової інерції огорожуючої конструкції:

$$D = \sum_{i=1}^{n-1} Di$$

$$D = R \cdot S = \frac{0,012}{0,19} \cdot 3,34 + \frac{0,07}{0,052} \cdot 0,42 + \frac{0,38}{0,76} \cdot 9,77 + \frac{0,03}{0,7} \cdot 8,95 = 6$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря дорівнює $t_3^{0,92}$

$$t_3^{0,92} = \frac{t_1^{0,92} + t_5^{0,92}}{2} = \frac{-28 - 23}{2} = -25,5 (^{\circ} C)$$

Будуємо лінію падіння температур:

$$\tau_n = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_{\kappa}} \cdot \left(R_{\epsilon} + \sum_{i=1}^{n-1} Ri \right)$$

$$\tau_{\epsilon} = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot 0,115 = 17,5 (^{\circ} C)$$

$$\tau_1 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 0,063) = 16,2 (^{\circ} C)$$

$$\tau_2 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 1,41) = -13,1 (^{\circ} C)$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 1.97) = -25.2(^{\circ}\text{C})$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{20 + 25.5}{2.1} \cdot (0.115 + 1.99) = -25.5(^{\circ}\text{C})$$

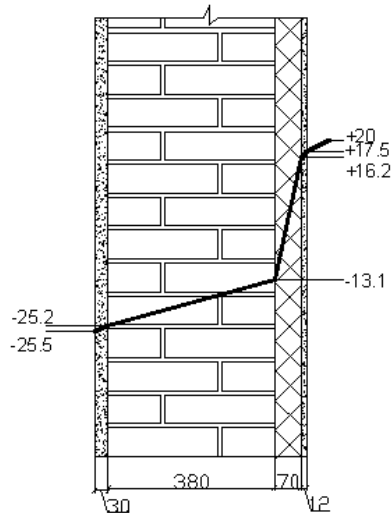


Рисунок 3.5 – Лінія падіння температур системи внутрішнього утеплення

Визначаємо точку роси:

Дійсну пружність водяної пари визначимо за формулою:

$$e = \frac{\varphi_6 \cdot E}{100} = \frac{0.55 \cdot 2338}{100} = 1285,9 \text{ Па}$$

Точка роси у приміщенні $\tau_{роси} = 10.6(^{\circ}\text{C})$

Перевіримо можливість утворення конденсату на внутрішній поверхні стіни

$$\tau_6 = 17.5(^{\circ}\text{C}) > \tau_{роси} = 10.6(^{\circ}\text{C})$$

Конденсат буде утворюватись в утеплюючому шарі.

в) теплотехнічний розрахунок системи утеплення на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції:

Розрахунок опору теплопередачі конструкції:

$$R_0 = R_6 + R_k + R_3 \geq R''$$

$$R_6 = \frac{1}{a_6} - \text{опір тепло сприйняття}$$

$$R_3 = \frac{1}{a_3} - \text{опір тепловіддачі}$$

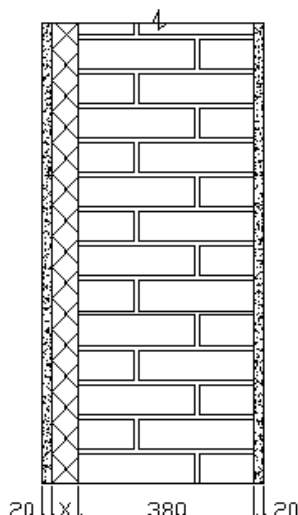


Рисунок 3.6 – Система утеплення на зовнішній поверхні огороджуючої конструкції.

Таблиця 5.3 – Теплотехнічний розрахунок системи утеплення на зовнішній поверхні огороджуючої конструкції

№ з/п	Назва шару	Товщина δ , м	Щільність γ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/м ⁰ С	Коефіцієнт теплозасвоєння S , Вт/м ² °С
1	Вапняний розчин	0,02	1600	0,7	8,69
2	Цегла силікатна	0,38	1800	0,76	9,77
3	Жорстка мінераловатна плита (Rockwool 1000x600)	X	50	0,052	0,42
4	Полімерцементна штукатурка (Ceresit)	0,02	1700	0,7	8,95

R_k – опір конструкції

a_6 – коеф. теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни

a_3 – коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни

$$a_6 = 8,7(\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) \Rightarrow R_6 = \frac{1}{8,7} = 0,115(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт})$$

$$a_3 = 23(Bm / m^2 \cdot ^\circ C) \Rightarrow R_3 = \frac{1}{23} = 0,043(m^2 \cdot ^\circ C / Bm)$$

$$R_0 = 0,115 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{X}{0,052} + \frac{0,02}{0,7} + 0,043 \geq 2,1$$

$$X = (2,1 - 0,115 - (\frac{0,02}{0,7} + \frac{0,38}{0,76} + \frac{0,02}{0,7}) - 0,043) \cdot 0,052 = 0,073m$$

Приймаємо товщину утеплювача 75мм.

Визначення теплової інерції огорожуючої конструкції:

$$D = \sum_{i=1}^{n-1} Di$$

$$D = R \cdot S = \frac{0,02}{0,7} \cdot 8,69 + \frac{0,38}{0,76} \cdot 9,77 + \frac{0,075}{0,052} \cdot 0,42 + \frac{0,02}{0,7} \cdot 8,95 = 5,9$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря дорівнює $t_3^{0,92}$

$$t_3^{0,92} = \frac{t_1^{0,92} + t_5^{0,92}}{2} = \frac{-28 - 23}{2} = -25,5(^{\circ}C)$$

Будуємо лінію падіння температур:

$$\tau_n = t_\epsilon - \frac{t_\epsilon - t_3}{R^H} \cdot \left(R_\epsilon + \sum_{i=1}^{n-1} Ri \right)$$

$$\tau_\epsilon = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot 0,115 = 17,5(^{\circ}C)$$

$$\tau_1 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 0,029) = 16,9(^{\circ}C)$$

$$\tau_2 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 0,529) = 6,1(^{\circ}C)$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 1,97) = -25,2(^{\circ}C)$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{20 + 25,5}{2,1} \cdot (0,115 + 1,99) = -25,5(^{\circ}C)$$

Визначаємо точку роси:

Дійсну пружність водяної пари визначимо

$$\text{за формулою } e = \frac{\varphi_\epsilon \cdot E}{100} = \frac{0,55 \cdot 2338}{100} = 1285,9 \text{ Па}$$

Точка роси у приміщенні $\tau_{роси} = 10,6(^{\circ}C)$

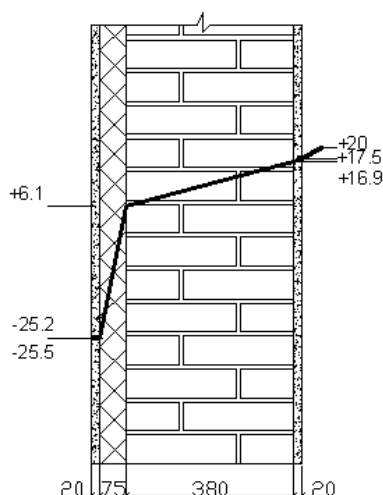


Рисунок 3.7 – Лінія падіння температур системи зовнішнього утеплення

Перевіримо можливість утворення конденсату на внутрішній поверхні стіни

$$\tau_{\text{с}} = 17.5(^{\circ}\text{C}) > \tau_{\text{роси}} = 10.6(^{\circ}\text{C})$$

Конденсат утворюватись не буде.

Порівнюючи результати розрахунків бачимо, що з погляду теплотехніки всі ці рішення є тотожними і рівноправними. Основна вимога до них (сумарний опір теплопередачі всіх шарів (незалежно від місця їх розташування) повинен відповідати нормативним вимогам R'') - виконується

Проте комфортна температура всередині приміщення взимку — це не єдина умова створення комфортного місця існування. Друга обов'язкова умова — нормальна вологість, що не перевищує верхню межу в 50-60%, що часто порушується. Протягом години людина виділяє від 70 до 100 г води. Якщо при цьому він знаходиться в житловому приміщенні, то до цієї кількості необхідно додати вологу, що з'являється при приготуванні їжі, пранні і т.п., внаслідок чого вологість збільшується на багато разів. Тому для створення комфортного і здорового мікроклімату зовнішні стіни повинні "дихати", що означає — володіти хорошою повітря- і паропроникністю.

З погляду паропроникності різниця в послідовності розташування шарів в огорожуючій конструкції вельми істотна. Для того, щоб побутова волога безперешкодно видалялася з приміщення крізь стіни, опір паропроникності шарів

повинен зменшуватися у напрямку до атмосфери. Якщо ж шар, наступний за теплоізоляційним матеріалом, володіє меншою паропроникністю, ніж утеплювач, то в теплоізоляторі відбуватиметься накопичення вологи. Вологісний режим будівельних конструкцій тісно пов'язаний з тепловим.

Відомо, що вологий будівельний матеріал, особливо теплоізоляційний, неприйнятний як з гігієнічної точки зору, так і з теплотехнічної. При збільшенні вологи різко збільшується коефіцієнт теплопровідності і, відповідно, знижується загальний опір теплопередачі конструкції. Вологі конструкції — причина утворення грибка, цвілі. Окрім теплотехнічного і санітарно-гігієнічного значення нормальний вологісний режим огорожі має також і велике технічне значення, оскільки обусловлює довговічність огорожі.

Розглянемо більш детально наведені системи утеплення огорожуючих конструкцій:

- на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції

Розміщення теплоізоляційного матеріалу з внутрішньої сторони захищаючої конструкції фахівці вважають виправданим в окремих випадках. Наприклад, якщо будівля є пам'ятником архітектури, і розміщення утеплювача зовні може змінити його зовнішність. Ще одним з найбільш значущих плюсів внутрішньої теплоізоляції є те, що утеплення можна провести лише в деяких приміщеннях. Також при переліку переваг згадують можливість реалізації у будь-який час року і доби, оскільки роботи ведуться всередині приміщення. І, нарешті: система внутрішнього утеплення відноситься до категорії дешевих.

Але вади внутрішнього утеплення є дуже вагомими:

По-перше, розміщення теплоізоляційного матеріалу усередині виправдане тільки з погляду теоретичної теплотехніки, оскільки загальний термічний опір не залежить від послідовності розташування шарів різних матеріалів в захищаючих конструкціях. З погляду дифузії водяної пари шари різних матеріалів повинні бути розташовані в тій послідовності, при якій опір паропроникності при русі пари з приміщення назовні зменшується. Інакше відбуватиметься конденсація водяної пари в утеплювачі, що приведе до його намокання і, відповідно, зниження

опору теплопередачі. Для запобігання проникненню водяної пари в шар утеплювача з внутрішньої сторони захищаючої конструкції розташовують шар пароізоляції. Проте виконання системи пароізоляції вимагає певних і додаткових витрат на монтаж.

По-друге, зменшується загальна площа приміщення за рахунок збільшення товщини стін.

По-третє, перегородки і перекриття, зав'язані на несучу стіну, як правило, не мають теплоізолюючих вкладишів. Таким чином, по всьому периметру приміщення утворюються численні "містки холоду", по яких тепло безперешкодно "витікає" на вулицю, а ефективність системи внутрішньої ізоляції наближується до нуля.

По-четверте, теплоінерційність захищаючої конструкції невелика, що в значній мірі погіршує клімат в приміщенні.

По-п'яте, пароізоляційна плівка, яка використовується в системі, перешкоджає видаленню побутової вологи. В результаті приміщення вимагає додаткової вентиляції, наслідком якої, часто, є втрата тепла, заощадженого шляхом установки теплоізоляції.

- в стіні (колодязна кладка)

Конструктивне рішення, при якому утеплювач розміщують всередині стіни застосовувався ще з середини XIX століття. Переваги колодязної кладки нечисленні, але при цьому є і вельми істотні:

- висока стійкість конструкції до дії вогню;
- захисні конструкції мають відносно невелику вагу і товщину;
- це рішення відноситься до розряду недорогих;
- прийнятно для прихильників виду фасаду "під цеглинку".

Перелік недоліків значно довший і вагомий:

По-перше, в переважній більшості випадків довговічність теплоізоляційного матеріалу (зокрема, пінополістиролу) помітно нижче, ніж ресурс зовнішніх (по відношенню до утеплювача) шарів. В результаті цього через якийсь час відбувається повна або часткова деструкція пінополістиролу, а якщо використано

мінеральна або скловолокна вата, то вона ущільнюється і осідає, внаслідок чого теплоізоляційні властивості стіни знижуються в 1.5-2 рази. В результаті — холодні стіни і виникаючий, на них конденсат, наслідком якого — утворення грибка і пошкодження обробного шару, що викликає необхідність регулярно оновлювати обробку внутрішніх стін.

По-друге, цій конструкції властиві низькі контролепридатність і ремонтпридатність, тому діагностувати і виправити помилку, якщо вона допущена при монтажі або при проектуванні, вельми складно і дорого.

По-третє, як правило, точка роси в таких конструкціях, знаходиться в утеплювачі, тому в ній накопичується волога, що знижує теплоізоляційні якості.

По-четверте, ще один недолік такого утеплення — додаткова кількість "містків холоду". Вони утворюються внаслідок перев'язки двох шарів кладки між собою і знижують опір теплопередачі стіни.

По-п'яте, існує два варіанти виконання колодязної кладки: з вентиляльованим зазором між зовнішньою стіною і утеплювачем і без такого. Перший — правильніший, оскільки в утеплюючому шарі неминуче випадання конденсату.

По-шосте, поширена помилка — застосування гнучких зв'язків з чорного металу. Дуже часто теплоізоляція виконується на першому етапі робіт, а потім приступають до "мокрих" процесів усередині приміщень (бетонні стягування, штукатурні роботи), які ведуть в зимовий період. Відбір проб на деяких проблемних об'єктах показав, що мінераловатна плита може набирати до 30% конденсату, що утворюється в прошарку. Сміливо можна припустити, що в цьому випадку в результаті корозії протягом 5-7 років від гнучких зв'язків нічого не залишиться. Один з варіантів рішення — використання гнучких зв'язків з полімерів. В цьому випадку збільшується їх довговічність, поліпшуються теплоізоляційні властивості стіни, оскільки теплопровідність полімеру невисока.

- на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції (система "мокрого" типу)

Штукатурні системи утеплення так званого "мокрого" типу — "молоде" конструктивне рішення, вони з'явилися в другій половині XX століття.

У реалізації системи зовнішнього утеплення з штукатурною обробкою в основному використовують два конструктивні варіанти, для класифікації яких найчастіше застосовують такі позначення:

- системи скріпленої теплоізоляції, в яких здійснено жорстке закріплення утеплювача на стіні, які ще називають системами з невеликою товщиною захисного шару або системи легкого типу;

- системи з рухомими (маятниковими) сталевими елементами кріплення теплоізоляції (відповідно: товстошарові або важкі, оскільки товщина штукатурних шарів у них складає 20-30 мм).

Область застосування їх схожа. Особливість систем з рухомим кріпленням утеплювача — роздільна робота стіни і теплоізоляційного шару, що дозволяє компенсувати деформації, що виникають при зміні температурно-вологісного режиму в захисному покритті. До переваг даних систем можна віднести менш жорсткі вимоги до рівності основи, її якості, вони можуть застосовуватися на відносно слабких основах. Менш вимогливі системи і до щільності вживаного утеплювача. В даному випадку використовується мінераловатний або стекловолоконний утеплювач, який наколюється на анкери з шарніром, потім накладається зварна сітка з неіржавіючої сталі і зверху — шар штукатурки. Монтаж утеплювача можна проводити при від'ємній температурі, оскільки він кріпиться до конструкції стіни тільки механічним способом без застосування клейових сумішей. Найбільш популярною у нас в країні зважаючи на низьку вартість, відсутність штукатурних станцій і досвіду роботи з важкою системою є "легка" система, для якої характерний тонкий штукатурний шар.

Система, в якій застосовані мінеральні теплоізоляційні матеріали, найбільш універсальна і обмежень практично не має.

Система утеплення з використанням пінополістерольного утеплювача призначена для будівель і споруд до трьох поверхів. Вид системи з пінополістерольних плит з поясами з мінеральних плит призначений для утеплення будівель і споруд різного призначення висотою до 9 поверхів включно (виключення — лікувальні установи із стаціонарами). Також їх можна

застосовувати в будівлях і спорудах понад 9 поверхів за умови їх устаткування спеціальною технікою для гасіння пожежі на висотах понад 26,5 м (10 поверхів), проте в цьому випадку повинні бути виконані наступні вимоги:



Рисунок 3.8 – Система утеплення Ceresit

- у будівлях і спорудах до трьох поверхів з крівлею, виконаною з горючих матеріалів, слід передбачити обрамлення стін поясами з шару негорючого утеплювача шириною не менше чим дві його товщини;

- у будівлях і спорудах до п'яти поверхів включно, необхідно виконувати обрамлення віконних отворів поясами з негорючого волокнистого утеплювача шириною не менше чим дві його товщини, і суцільним поясом з негорючого волокнистого утеплювача на рівні третього поверху будівлі або споруди;

- у будинках заввишки до десяти поверхів включно необхідно виконувати обрамлення віконних отворів поясами з негорючого волокнистого утеплювача і, крім того, розділити поясами з негорючого утеплювача фасади по горизонталі через кожні три поверхи;

- для будівель шкіл, дитячих дошкільних установ слід виконувати пояси з негорючих плиткових утеплювачів нижньої частини будівлі до відмітки 2 м від нульової відмітки включно.

Штукатурні системи вважаються одними з найефективніших, тому як створюють єдиний, без розривів, контур теплоізоляції, який не залишає можливості для утворення містків холоду. Позитивними сторонами цих систем вважаються:

- несуча стіна не схильна до змінного замерзання і відтавання, а також впливу інших атмосферних дій, що благотворно позначається на довговічності стіни;

- при такому розташуванні утеплювача точка роси зрушується в теплоізоляційний шар, унаслідок чого виключається поява вогкості на внутрішній частині стіни;

- відсутність необхідності створення паробар'єру усередині приміщення, внаслідок чого в приміщеннях створюється сприятливіший мікроклімат, ніж при утепленні зсередини;

- зростання теплоакumuлюючої здатності масивної частини стіни. Наприклад, при зовнішній теплоізоляції цегляних стін вони, при відключенні джерела тепла, остигають в 6 разів повільніше, ніж стіни з внутрішньою теплоізоляцією при одній і тій же товщині шару утеплювача;

- дозволяє у ряді випадків поліпшити оформлення фасадів будівель, що реконструюються або ремонтуються;

- зручність укладання теплоізоляційних плит на будь-які архітектурні елементи фасаду;

- не зменшує площу приміщень;

- забезпечує можливість утеплення будівель без створення дискомфортних умов мешкання або виселення мешканців.

Крім перерахованого в перелік переваг утеплення мокрого типу також включають покращені звукоізоляційні характеристики отриманої огорожуючої конструкції.

Звичайно, штукатурним системам властиві і недоліки, які характерні як всім видам систем, так і залежно від вживаного утеплювача. Наприклад, при використанні пінополістиролу відбувається накопичення вологи усередині шару

утеплювача, що через декілька років зводить ефект утеплення практично до нуля. Окрім цього, види пінополістиролу володіють низькими показниками по паропроникності, тому шар утеплювача перешкоджає виведенню водяної пари з приміщень, що утворюються в результаті життєдіяльності людини. Через це в житлі створюється дискомфортний для мешканців мікроклімат у вигляді підвищеної вологості. У несучих стінах відбуваються усадкові процеси, на них також впливають динамічні навантаження, що створюються, наприклад, метрополітеном, залізничним або автотранспортом, природними коливаннями ґрунту, зсувом ґрунтів і т.д. Всі ці процеси негативно відбиваються на цілісності штукатурної системи при використанні "легкого" варіанту, тому як штукатурний шар в цьому випадку працює як би на зріз. Цілісність зовнішнього обробного шару порушується і в холодний період. Навіть при мінімальному волого поглинанні і максимальною паропроникності зовнішній обробний шар і склеювальний розчин насичаються вологою, яка при замерзанні розширюється, руйнуючи штукатурний "пиріг", навіть якщо штукатурки і володіють хорошою еластичністю. Штукатурним системам характерна низька ремонтпригодність. Застосування штукатурних систем має ряд обмежень. В першу чергу, це кліматичні рамки, оскільки дана технологія припускає наявність мокрих процесів, які можуть проводитися тільки в теплу погоду. Роботи по пристрою теплоізоляційних систем слід виконувати при температурах від 5°C до 25-30°C, без попадання прямих сонячних променів, бажано також відсутність вітру. При виготовленні "легкої" системи необхідне проведення підготовчих робіт: очищення, вирівнювання, висушування поверхні, на які буде нанесена система утеплення.

Одним із різновидів системи утеплення на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції є система "вентильований фасад".

Навісний фасад є конструкцією, що складається з матеріалів облицювання (плит або листових матеріалів) і підоблицювальної конструкції, яка, у свою чергу, кріпиться до стіни так, щоб між захисний- декоративним покриттям і стіною із закріпленням на ній теплоізоляційним шаром залишався

повітряний проміжок. Необхідна товщина теплоізоляційного шару в системі вентильованого фасаду визначається шляхом теплотехнічного розрахунку, виходячи з умови, що опір теплопередачі всієї стінної конструкції буде не нижчий за нормативне значення.

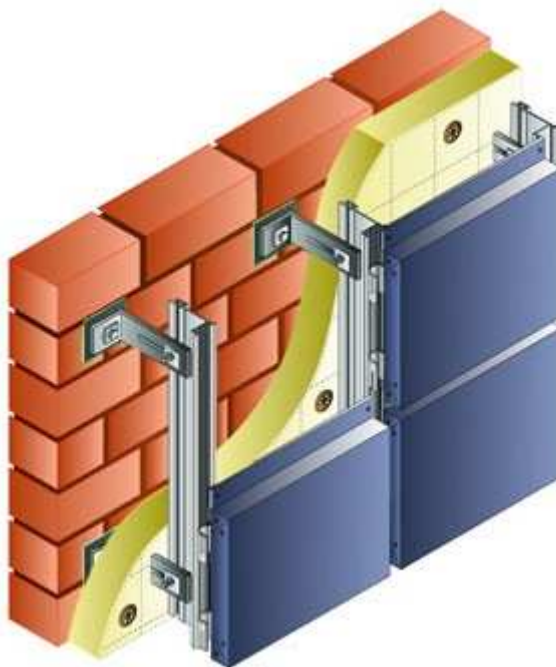


Рисунок 3.9 – Система утеплення "вентильований фасад"

Недоліки "вентильованих фасадів":

- Експлуатаційне зниження теплозахисних властивостей. Більшість використовуваних методів захисту теплоізоляційних матеріалів від попадання вологи не дають 100-процентного ефекту, внаслідок чого значення опору теплопередачі на етапі експлуатації можуть істотно відрізнятися від проектних. Проникнення вологи в теплоізолятор походить з конструкцій, що утеплюються, в результаті дифузії з експлуатованих приміщень, а також під час несприятливого (для фасаду) поєднання вітру і дощу. Накопичення вологи приводить до того, що, за деякими даними, при підвищенні вологості на 1% від об'єму мінеральної вати її теплозахисні властивості знижуються в 2 рази. Проте при виконанні вентильованого фасаду на висотних будівлях у верхній частині вентканалу

потужність повітряного потоку достатньо велика, і досить часто відбувається відрив вітрозахисних плівок, що загрожує втратою вентиляції.

- Акустика. Вентильовані фасади при певній силі вітру починають свистіти і гудіти. Це викликано великою довжиною кронштейнів для кріплення навісних елементів, а також відсутності жорсткості самої вати, що створює сприятливі умови для виникнення вібрацій.

- Вартість. В порівнянні з іншими системами утеплення фасадів вентильовані —далеко не найдешевші, такі, що вимагають значних капітальних вкладень на етапі будівництва.

Переваги "вентильованих фасадів":

- Технологічність. Передмонтажна підготовка стіни — вирівнювання, висушування, очищення не потрібні. Монтаж системи вентильованих фасадів простий, але вимагає кваліфікації і підготовки робочих. Немає необхідності використовувати ліси, монтаж можна вести з люльок. Фасадні облицювальні елементи при необхідності можна розрізати на будмайданчику. Це дозволяє підганяти елементи до потрібних розмірів під час монтажу (віконні, дверні отвори і т. п.). Роботи по монтажу можна проводити у будь-який час року, але при цьому слід враховувати, що вологість теплоізоляційного матеріалу повинна бути не більше 3%, якщо утеплювач насичений вологою більше, то його теплоізоляційні властивості знижуються. В зв'язку з цим доцільність монтажу в осінньо-зимовий період викликає великі сумніви.

- Надійність. В першу чергу слід згадати про такі складові надійності, як довговічність і ремонтпридатність. Довговічність, визначувана умовами експлуатації, може досягати 50-100 років, що забезпечується застосуванням відповідних конструкційних і облицювальних матеріалів. У разі виникнення яких-небудь механічних пошкоджень, що знижують теплотехнічні або естетичні властивості фасаду, пошкоджені елементи можуть бути відремонтовані, при цьому не виникає необхідність оновлення прилеглих ділянок фасаду.

- Великі варіації архітектурно-художньої обробки фасадів, що досягаються використанням різних облицювальних елементів, що мають дуже

широку палітру фактур і кольорів. Також з'являється можливість реалізації сучасних тенденцій в архітектурі і дизайні, що дозволяють додати фасадам необхідну виразність за рахунок використання різних типів конструкцій і форм облицювальних елементів.

Порівнюючи розглянуті системи утеплення огорожуючих конструкцій ми можемо зробити висновок, що на даний час не існує ідеального конструктивного рішення зовнішньої стіни. Кожен вид утеплення має свої переваги та недоліки. Але зваживши усі «за» та «проти» по праву найефективнішим способом утеплення можемо назвати утеплення на зовнішній поверхні огорожуючої конструкції.

Висновки до розділу 3

1. Виконано порівняльний аналіз застосування утеплення огорожуючих конструкцій на основі мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT із системою утеплення "вентильований фасад". З економічної точки зору та із умови достатнього гарантійного терміну експлуатації, використання мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT має суттєву перевагу.

2. Проведено дослідження конструкції зовнішніх стін із утеплюючим шаром в залежності від його розташування із визначенням точки роси. З огляду на теплоізоляційні властивості, розташування утеплюючого шару суттєво не впливає на теплоізоляцію зовнішньої стіни. З огляду на вологісний режим в середині приміщень, то розташування утеплювача на зовнішній поверхні стін забезпечує найкращі умови експлуатації приміщень.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Технологічна карта на влаштування металеві покрівлі

4.1.1 Область застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування металеві покрівлі з покрівельної сталі у вигляді листів розміром 2000х1000 мм, товщиною 0,7 мм при реконструкції будівлі лікарні в м. Тернопіль. Рельєф майданчика будівництва - спокійний. Висота будівлі - 15,36 м.

Технологічною картою передбачена повна заміна покриття покрівлі з використанням вантажопідйомних механізмів.

4.1.2 Підрахунок обсягів робіт

Таблиця 4.1 – Відомість підрахунку обсягів робіт

Найменування робіт	Од. вим.	Кільк	Формули підрахунку
1. Влаштування обрешітки	100 м ² скату	4,48	$S_{ск} = 14 \cdot 32$
2. Подача матеріалів на дах	100 т	1,12	$m = 448 : 2 \cdot 5$
3. Покриття покрівлі металевими листами	10 м ² покриття	44,8	$S_{ск} = 14 \cdot 12$

4.1.3 Технологія та організація виконання робіт

До початку облаштування металеві покрівлі повинні бути виконані організаційно-підготовчі заходи у відповідності з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Закінчено всі монтажні і супутні роботи, оформлені акти на приховані роботи відповідно до ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією».

Підготовчі роботи включають:

- Перевірку дотримання проектних ухилів скатів покрівлі;
- Перевірку правильності пристрою обрешітки;
- Сортування і перевірку якості поставлених металевих листів.

Будь-які дахи складаються з двох основних частин - несучої і огорожувальної (власне покрівлі). При дерев'яній несучій конструкції під покрівлю з листів сталі і відстані між кроквами 0,8 м влаштовується обрешітка з дощок перетином 75 × 50 мм.

Дошки розташовують на відстані 200 мм один від одного.

Обрешітка під покрівлю з листової сталі повинна бути рівною, міцною, жорсткою, без виступів і поглиблень. Між контрольною рейкою завдовжки 1 м і латами допускається просвіт розміром не більше 5 мм.

Від правильного пристрою обрешітки залежить довговічність покрівлі, так як навіть незначний прогин листів на ній послаблює щільність стиків (фальців), що призводить до протікань і руйнування покриття.

Покрівельні монтажні роботи включають такі операції:

- Покриття карнизних звисів;
- Укладку настінних жолобів;
- Пристрій рядового покриття (покриття схилів даху);
- Покриття разжолобків.

Покрівельні металеві листи піднімають на дах за допомогою гусеничного крана КС-4361А в спеціальних контейнерах. Для прийому їх на даху встановлюється інвентарний збірно-розбірний майданчик і легка підставка для складування аркушів (рис. 4.1).

Покриття карниза починається з установки вздовж схилу милиць, призначених для підтримки картин. Милиці прибивають до обрешітки через 700 мм один від одного з виносом (звисом) від краю обрешітки на 130-170 мм.

Всі милиці повинні бути укладені з однаковим звисом, тому спочатку прибивають дві крайні милиці, причому один із цвяхів на кожній милиці забивають не повністю. Між цими цвяхами натягують шнур, по якому визначають положення всіх проміжних милиць.

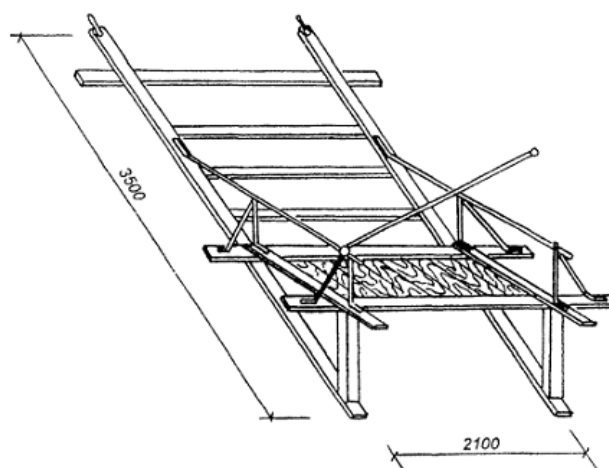


Рисунок 4.1 – Інвентарний збірно-розбірний майданчик

Покриття даху листовою сталлю проводиться із заздалегідь заготовлених аркушів, званих подвійними листами (рис. 4.2).

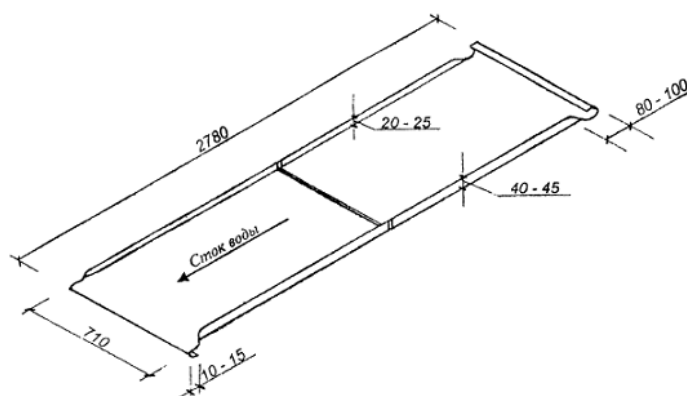


Рисунок 4.2 – Картина подвійна

Покрівельні листи з'єднуються між собою по короткій стороні аркуша лежачими фальцями, а по довгій - стоячими (гребневими). При покритті скатів покрівлі гребневі фальці розташовуються по скату, а лежачі - поперек (паралельно конька покрівлі), що не перешкоджає стоку води зі скатів. З'єднання листів для покриття схилів покрівлі проводиться подвійними фальцями.

В комплекс виконуваних на даху робіт по влаштуванню рядового покриття схилів найбільші трудові витрати припадають на з'єднання картин гребневими фальцями, так як протяжність останніх в два рази більше протяжності лежачих фальців, з яких половина виконується в майстерні при заготівлі листів.

З'єднання покрівельних листів гребнів фальцем проводиться покрівельниками за допомогою молотків (рис. 4.3).

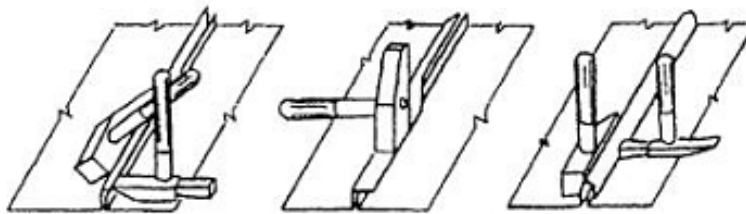


Рисунок 4.3 – З'єднання покрівельних картин гребнів фальцем за допомогою молотків

4.1.4 Вимоги до якості та приймання робіт

В процесі підготовки та виконання покрівельних робіт з листової сталі перевіряють:

- Якість поставлених листів;
- Готовність конструктивних елементів для виконання покрівельних робіт;
- Правильність виконання всіх примикань до виступаючих конструкцій.

Виконане з листової сталі покрівельне покриття повинне відповідати таким вимогам:

- Мати задані ухили;
 - Покриття у всіх з'єднаннях повинно бути щільним та водонепроникним, представляти собою поверхню без опуклостей і западин;
 - Листи покрівельної сталі повинні міцно прикріплюватися і щільно прилягати до обрешітки;
 - При огляді покриття з покрівлі горища не повинно бути видно просвітів;
- Виявлені при огляді покрівлі виробничі дефекти повинні бути виправлені до здачі будівлі в експлуатацію.

Приймання готової покрівлі повинно бути оформлено актом з оцінкою якості робіт.

4.1.5 Техніко-економічні показники технологічної карти

1. Обсяг робіт приймаємо в 100 т, $V = 1,12$ по основному процесу.
2. Тривалість виконання процесу днів за графіком виконання процесу 42,6 год.
3. Витрати праці на весь обсяг $Z_{\text{пр.н}} = 170,24$ люд-год.
4. Витрати праці на одиницю об'єму визначаємо як відношення суми витрат праці до всього обсягу:

$$Z_{\text{пр. на 1}} = \frac{170,24}{1,12} = 152 \text{ люд} - \text{год}/100\text{т.}$$

5. Виготовлення на 1 людину в годину - відношення обсягу робіт до суми витрат праці:

$$B_{\text{н}} = \frac{1,12}{170,24} = 0,0065 \text{ 100т/люд} - \text{год}.$$

4.2 Опис будгенплану

Територія будівельного майданчика огорожується парканом висотою 2,0 м.

Влаштовані тимчасові автомобільні дороги з одностороннім наскрізним проїздом шириною 3,5 м. Радіус заокруглення тимчасових доріг становить 12 м. Тимчасові пішохідні дороги мають ширину 1,5 м.

На будівельному майданчику в зоні дії монтажного крана розташовано 5 відкритих складів і напівзакритий склад-навіс. Закритий склад розташований в реконструйованому будинку.

Прожектори (12 шт.) Встановлені на окремо розташованих стовпах по периметру будівельного майданчика. Кабель живлення світильників розташований на висоті 2.5 м.

За межами небезпечної зони роботи крана і поблизу від існуючих комунікацій влаштоване побутове містечко. В ньому розташовані тимчасові будівлі та споруди, такі як: гардеробна, контора, душова, туалетна кабіна, їдальня,

сторожовий пост, а також передбачені відкриті майданчики для відпочинку і місця куріння.

Для забезпечення будівельного процесу технічною та питною водою прокладений заглиблений в ґрунт тимчасовий водопровід з поліетиленових труб. Водопостачання здійснюється з тимчасового водопроводу, підключеного до існуючої мережі. Всі приміщення побутового містечка обладнуються обігрівачами.

Будівельний майданчик обладнано необхідними знаками безпеки, пожежними щитами.

4.2.1 Техніко-економічні показники будгенплану

1. Площа БГП (твірна габаритних розмірів) – 10201,5 м².
2. Площа забудови (площа об'єкта що реконструюється) – 1737,36 м².
3. Компактність БГП (відношення площі забудови до площі БГП):

$$\frac{10201,5}{1737,6} = 5,1.$$

Висновки до розділу 4

1. Розроблено технологічну карту на влаштування металеві покрівлі двоскатного дерев'яного даху лікарні.
2. Запроектовано будівельний генеральний план та календарний графік на реконструкцію лікарні в м. Хмельницький з надбудовою.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Законодавство України про охорону праці

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Інші нормативні акти мають відповідати не тільки Конституції та іншим законам України, але, насамперед, цьому Законові.

Кодекс законів про працю (КЗпП) України затверджено Законом Української РСР від 10 грудня 1971 р. і введено в дію з 1 червня 1972 р. До нього неодноразово вносилися зміни і доповнення. Правове регулювання охорони праці не обмежується главою XI «Охорона праці». Норми щодо охорони праці містяться

в багатьох статтях інших глав КЗпП України: «Трудовий договір», «Робочий час», «Час відпочинку», «Праця жінок», «Праця молоді», «Професійні спілки», «Нагляд і контроль за додержанням законодавства про працю».

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у 1999 р. було прийнято Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

До основних законодавчих актів про охорону праці слід віднести також «Основи законодавства України про охорону здоров'я», що регулюють суспільні відносини в цій галузі з метою забезпечення гармонічного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності і довголітнього активного життя громадян, усунення чинників, які шкідливо впливають на їхнє здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності, поліпшення спадкоємності. «Основи законодавства України про охорону здоров'я» передбачають встановлення єдиних санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничих та інших процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, устаткування, будинків та таких об'єктів, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людей; вимагають проведення обов'язкових медичних оглядів осіб певних категорій, в тому числі працівників, зайнятих на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці; закладають правові основи медико-соціальної експертизи втрати працездатності.

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» встановлює необхідність гігієнічної регламентації небезпечних та шкідливих факторів фізичної, хімічної та біологічної природи, присутніх в середовищі життєдіяльності людини, та їхньої державної реєстрації, вимоги до

проектування, будівництва, розробки, виготовлення і використання нових засобів виробництва та технологій, гігієнічні вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, повітря у виробничих та інших приміщеннях, вимоги щодо забезпечення радіаційної безпеки тощо. Закон України “Про пожежну безпеку” визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, що повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств, установ та організацій. Забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ та організацій покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться в багатьох інших законодавчих актах України.

5.2. Основні заходи по охороні праці при реконструкції лікарні

Обстеження технічного стану конструкцій будівлі виконували на стадії підготовки техніко-економічних обґрунтувань реконструкції або технічного переоснащення лікарні.

Обстеження стану будівлі, що реконструюється здійснювалось за наявності паспорта технічного стану будівлі (споруди), виконаного відповідно до "Нормативних документів з питань обстеження, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд", технічної документації та інших відомостей про будівлю. За результатами обстеження склали акт.

До початку розбирання встановили, змонтували всі конструкції та пристрої, необхідні для охорони від пилу, атмосферних опадів, падіння шматків матеріалу, що розбирають, іскор при застосуванні вогневих методів і електрозварювання (захисні стінки, шатрові укриття, захисні настили і т.д.), а також підготували

засоби механізації та обладнання для негайного видалення матеріалів від розбирання.

До початку робіт з розбирання даху виконали наступні роботи:

- зняти проводку і антени радіо, телебачення та електропроводки, відключити водо-, тепло-, гозпроводні та інші мережі;
- здійснити необхідні кріплення перекриттів горища.

Розбір елементів даху проводили з горищного перекриття, а при роботі на висоті понад 1,3 м - з переносних риштувань, що спираються на балки дерев'яного перекриття, встановлених на поверхню залізобетонного.

При організації прокладки і перенесення інженерних мереж в умовах реконструкції, адміністрація об'єкту видала будівельній організації:

- виконавчу документацію по переносним інженерним комунікаціям;
- документ про відключення електромереж, газо-, паро-, водопроводів, повітропроводів, а також систем зв'язку, автоматизованого і дистанційного керування і відсутності в них газу, води, пару, шкідливих речовин в відключених трубопроводах, що повинно бути перевірено будівельною організацією;
- дозвіл проводити роботи із зазначенням несучих конструкцій, осей та інших даних, що характеризують їх становище.

При перенесенні, заміні частин комунікацій вони були відключені, а доступ сторонніх осіб до рубильників, вимикачів, засувків і інших пристроїв були закриті.

Технологічні трубопроводи і газопроводи промили, продули повітрям, відсутність газу в газопроводах перевірили газоаналізатором, паропроводи остудили до температури зовнішнього повітря.

Усі працівники, зайняті на реконструкції підприємства, забезпечились спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту згідно НПАОП 0.05-3.05-81.

При виконанні робіт на об'єкті, що реконструюється з частковою зупинкою роботи працівників лікарні, персонал забезпечили засобами індивідуального захисту згідно з нормами, що діють на території України.

Вибір засобів індивідуального захисту відповідає вимогам безпеки для конкретного виду робіт, який проводиться поряд.

Засоби індивідуального і колективного захисту відповідають вимогам державних і галузевих стандартів.

Перед видачею засоби індивідуального захисту перевірялися.

Робітники і службовці пройшли спеціальний інструктаж з правил користування ними.

В залежності від характеру і умов праці протигази, респіратори, каски, шоломи, підшоломники, наколінники, захисні окуляри, запобіжні пояси, діелектричні рукавички, калоші і килимки видавалися працюючим у випадках, не передбачених нормами, за розпорядженням керівника будівельно-монтажної організації.

Контроль, огляд і заміна засобів індивідуального захисту виконувався в терміни та у відповідності до вимог, встановлених діючими нормативними документами.

До виконання робіт з реконструкції допустити осіб які:

- пройшли медичний огляд згідно НПАОП 0.03-4.02-94;
- навчені безпечним методам праці;
- пройшли інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці відповідно до НПАОП 0.00-4.12-99 і мають посвідчення на право виконання даного виду робіт.

5.3 Розрахунок вентиляції

Кількість вентиляційного повітря визначається для кожного приміщення на підставі шкідливих речовин в приміщенні що виділяються, або задається на підставі досліджень.

Якщо характер і кількість шкідливих речовин не піддаються обліку, вентиляційний повітрообмін визначають по кратності.

Необхідний повітрообмін визначають за такими формулами:

$$\text{- при газовиділеннях } L = \frac{G}{b_B - b_H} = \frac{23}{0.7 - 0.5} = 115 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- при вологовиділеннях } L = \frac{D}{(d_B - d_H) \cdot \gamma} = \frac{40}{(76.6 - 26) \cdot 1.2} = 0.66 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- при тепловиділеннях } L = \frac{Q}{C \cdot \gamma \cdot (t_Y - t_H)} = \frac{75}{0.24 \cdot 1.2 \cdot 30.6} = 8.5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$\text{- по кратності } L = VK_p = 106.2 \cdot 1.8 = 191.2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де L - необхідний повітрообмін, $\text{м}^3 / \text{год}$;

G - газовиділення в приміщення, л/год;

b_B - гранично допустимий вміст газу в повітрі, що видаляється, л/м³;

b_H - вміст газу в припливному повітрі, л/м³;

D - вологовиділення в приміщення, г/год;

d_B, d_H - вологовміст припливного повітря і того, що видаляється, г/кг;

γ - питома вага повітря, кг/м³;

Q - виділення в приміщення явного тепла, ккал/год;

C - теплоємність повітря, що дорівнює 0,24 ккал/кг·°C;

t_Y, t_H - температура припливного повітря і того, що видаляється, °C;

V - об'єм приміщення, м³;

K_p - кратність повітрообміну.

На основі проведених розрахунків визначили, що необхідний повітрообмін в приміщеннях лікарні при газовиділеннях повинен становити не менше $115 \text{ м}^3 / \text{год}$, при вологовиділеннях $0.66 \text{ м}^3 / \text{год}$, при тепловиділеннях $8.5 \text{ м}^3 / \text{год}$. Кратність повітрообміну становить $191.2 \text{ м}^3 / \text{год}$.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Евакуація [лат. *evacuatio* - вивільнювати] — організований вивіз людей, майна та обладнання підприємств та установ з місця, що знаходиться під загрозою техногенної катастрофи, стихійного лиха і т.д.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація і розміщення його у зонах, які є безпечними для перебування людей.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження);
- виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі.

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

5.5 Проведення евакуації з лікарні

Проведення організованої евакуації з лікарні та інших приміщень і будівель, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей забезпечується шляхом:

- планування евакуації людей (складання плану евакуації з приміщення);

визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;

- організації оповіщення керівників лікарні і людей про початок евакуації;
- організації управління евакуацією;
- навчання людей діям під час проведення евакуації.

Евакуація людей з лікарні проводиться способом, який передбачає організоване виведення основної частини людей із секторів надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру через усі можливі виходи пішим ходом по заздалегідь розроблених маршрутах.

5.6 Вимоги до лікарні в контексті евакуації

Під час проектування і експлуатації лікарні, наслідки діяльності якої можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля, обов'язково розробляються і здійснюються заходи інженерного захисту з метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

До лікарні має бути забезпечений вільний доступ. Протипожежні розриви між лікарнею та будинками, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм. Їх не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів, устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будинків і споруд, у тому числі інвентарних побутових приміщень, індивідуальних гаражів тощо.

Територія лікарні повинна мати зовнішнє освітлення, яке забезпечує швидке знаходження пожежних драбин, протипожежного обладнання, евакуаційних виходів лікарні.

На території установи на видних місцях повинні бути розміщені плани евакуації, встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння.

У разі перепланування приміщень, зміни їх функціонального призначення, застосування нового технологічного устаткування необхідно дотримуватися протипожежних вимог чинних нормативних документів будівельного та технологічного проектування. Не дозволяється зниження проектних меж вогнестійкості конструкцій та погіршення умов евакуації людей. Стаціонарні зовнішні пожежні сходи, сходи на перепадах висот і огорожі на дахах (покриттях) будівель та споруд повинні утримуватися постійно справними, бути пофарбованими.

У разі необхідності встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґратів, останні повинні розкриватися, розсуватися або зніматися. Під час перебування в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені (зняті).

Під час масового перебування людей в приміщеннях слід дотримуватись таких вимог - при кількості людей понад 50 осіб використовувати приміщення, забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами, що відповідають вимогам будівельних норм, не мають на вікнах глухих ґрат і розташовані не вище другого поверху в будівлях з горючими перекриттями.

5.7 Вимоги до евакуаційних шляхів і виходів

Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватися вільними, нічим не захащуватися і в разі виникнення надзвичайної ситуації забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях лікарні.

Кількість та розміри евакуаційних виходів з будівлі, їхні конструктивні й планувальні рішення, умови освітленості, забезпечення незадимленості, протяжність шляхів евакуації, їх облицювання (оздоблення) повинні відповідати протипожежним вимогам будівельних норм.

У разі розміщення технологічного, експозиційного та іншого обладнання в приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації відповідно до будівельних норм.

У приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівлі (приміщень).

Допускається влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення в разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік, а також у санвузлах, площадках зовнішніх евакуаційних сходів (за винятком дверей, що ведуть у повітряну зону незадимлюваної сходової клітки).

При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні запори, які легко відмикаються.

Сходові марші і площадки повинні мати справні огорожі з поручнями, котрі не повинні зменшувати встановлену будівельними нормами ширину сходових маршів і площадок.

Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи та інші шляхи евакуації мають бути забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в будівлі людей.

Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, повинні постійно освітлюватися електричним світлом (у разі наявності людей).

У даному лікувальному закладі, де можуть перебувати одночасно більше 100 осіб, евакуаційні виходи повинні бути позначені світловими покажчиками з написом "Вихід" білого кольору на зеленому фоні, підключеними до джерела живлення евакуаційного (аварійного) освітлення, або такими, що переключаються на нього автоматично в разі зникнення живлення на їх основних джерелах живлення.

Світлові покажчики "Вихід" повинні постійно бути справними. У приміщеннях (залах) їх слід вмикати на весь час перебування людей.

На випадок відключення електроенергії обслуговуючий персонал будівель, де у вечірній та нічний час можливе масове перебування людей, повинен мати

електричні ліхтарі. Кількість ліхтарів визначається адміністрацією, виходячи з особливостей об'єкта, наявності чергового персоналу, кількості людей у будівлі (але не менше одного ліхтаря на кожного працівника, який чергує на об'єкті у вечірній або нічний час).

Не допускається:

- влаштовувати на шляхах евакуації пороги, виступи, турнікети, розсувні, підйомні двері, такі двері, що обертаються, та інші пристрої, які перешкоджають вільній евакуації людей;

- захарашувати шляхи евакуації (коридори, проходи, сходові марші і площадки, вестибюлі, холи, тамбури тощо) меблями, обладнанням, різними матеріалами, навіть якщо вони не зменшують нормативну ширину;

- забивати, заварювати, замикати на навісні замки, болтові з'єднання та інші запори, що важко відчиняються зсередини, зовнішні евакуаційні двері будівель;

- застосовувати на шляхах евакуації (крім будівель V ступеня вогнестійкості) горючі матеріали для облицювання стін і стель, а також сходів та сходових площадок;

- розташовувати біля виходів, вішалки для одягу, сушарні, пристосовувати їх для торгівлі, а також зберігання, у тому числі тимчасового, будь-якого інвентаря та матеріалу;

- захарашувати меблями, устаткуванням та іншими предметами двері, переходи в суміжні секції та виходи на зовнішні евакуаційні драбини;

- влаштовувати у сходових клітках приміщення будь-якого призначення, у т.ч. кіоски, а також виходи з вантажних ліфтів (підйомників), прокладати промислові газопроводи, трубопроводи з ЛЗР та ГР, повітроводи;

- влаштовувати в загальних коридорах комори і вбудовані шафи, за винятком шаф для інженерних комунікацій; зберігати в шафах (нішах) для інженерних комунікацій горючі матеріали, а також інші сторонні предмети;

- розташовувати в ліфтових холах комори, кіоски, та ін.;

- робити засклення або закладання жалюзі і отворів повітряних зон у незадимлюваних сходових клітках;

- знімати передбачені проектом двері вестибюлів, холів, тамбурів і сходових кліток.

Висновки до розділу 5

1. Розглянуто та проаналізовано комплекс заходів з охорони праці при реконструкції будівлі лікарні. Розраховано систему вентиляції лікарні.
2. Розглянуто питання безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема проаналізовано процес евакуації людей із лікарні в надзвичайних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Запроектовані об'ємно-планувальні рішення реконструкції будівлі лікарні в м. Хмельницький. У відповідності до прийнятих об'ємно-планувальних рішень, підібрано конструкції та матеріали з яких буде проведено процес реконструкції.

2. Розраховані та законструйовані основні несучі елементи дерев'яного даху та збірного залізобетонного перекриття надбудови третього поверху будівлі лікарні.

3. Виконано перевірку несучої здатності основ і стрічкових фундаментів існуючої будівлі лікарні. Проведений розрахунок показав, що надбудова поверху з використанням ніздрюватобетонних блоків, не вимагає посилення фундаментів.

4. Проведено порівняльний аналіз застосування утеплення огорожуючих конструкцій на основі мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT із системою утеплення "вентильований фасад". З економічної точки зору та із умови достатнього гарантійного терміну експлуатації, використання мокрого фасаду та утеплювача CEREZIT має суттєву перевагу.

5. Досліджено конструкції зовнішніх стін із утеплюючим шаром в залежності від його розташування із визначенням точки роси. З огляду на теплоізоляційні властивості, розташування утеплюючого шару суттєво не впливає на теплоізоляцію зовнішньої стіни. З огляду на вологісний режим в середині приміщень, то розташування утеплювача на зовнішній поверхні стін забезпечує найкращі умови експлуатації приміщень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
2. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінбуд України, 2018. – 65 с.
3. ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва". Київ: Держбуд України, 2016. – 33 с.
4. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.
5. Бабич С.М. Бетонні та залізобетонні елементи в умовах малоциклових навантажень / С.М. Бабич, Ю.О. Крусь. - Монографія. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 1999.- 119 с.
6. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2009. – 97с.
7. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2010. – 166с.
8. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. – К.:Мінбуд України, 2006. – 78 с.
9. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною № 1.
10. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва.
11. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – К.: 2009. – 115ст.
12. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.

13. 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.

14. 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.

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. 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.

17. 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.

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

19. Гавриляк А.І., Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель / Львів, 2009.

20. Карапузов Є.К. Утеплення фасадів: підруч./ Є.К, В.Г.Соха – Вища освіта, 2007. – 319с.

21. Підгурський М.І. Проектування металевих конструкцій. Сталевий каркас одноповерхової виробничої будівлі. Теоретичні основи проектування з прикладами розрахунку / М.І. Підгурський, І.М. Підгурський. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.М, 2021. – 236 с.