

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект відпочинкового комплексу в гірській місцевості з
дослідженням енергоефективності

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи МБм-61
спеціальності 192 Будівництво

та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Тимчишин О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Коваль І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Зміст

	Ст.
ВСТУП.....	5
1 РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	6
1.1 Загальні вказівки	6
1.2 Рішення генерального плану	7
1.3 Основні техніко економічні показники	9
1.4 Визначення класу наслідків (відповідальності)	11
1.5 Об'ємно-просторові та планувальні рішення будівлі	13
1.6 Електротехнічні рішення	14
1.7 Опалення	15
2 РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	18
2.1 Розрахунок і конструювання збірної залізобетонної плити з круглими пустотами	18
2.1.1 Конструювання монолітної плити	18
2.1.2 Розрахунок плити за граничним станом другої групи	22
2.1.3 Розрахунок плити за граничним станом першої групи	24
2.2 Розрахунок і конструювання стіни	25
2.2.1 Вихідні дані	25
2.2.2 Визначення зусиль в стіні	25
2.2.3 Розрахунок міцності стіни	26
2.3 Перевірка несучої здатності залізобетонного сходового маршу	27
2.3.1 Вихідні дані	27
2.3.2 Розрахункові розміри сходового маршу	28
2.3.3 Визначення навантаження на марш	29
2.4 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика	30
2.4.1 Загальні дані	30
2.4.2 Фізико-механічні властивості ґрунтів	32
3 РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	36

3.1	Постановка задач дослідження.....	36
3.2	Методика дослідження	38
3.3	Результати дослідження	38
3.4	Висновки за результатами дослідження	51
4	РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	52
4.1	Організація охорони праці	52
4.2	Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць	53
4.3	Експлуатація засобів виконання будівельно-монтажних робіт	55
4.4	Надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру	57
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
	БІБЛІОГРАФІЯ	61

ВСТУП

На сьогоднішньому етапі розвитку відпочинкової галузі в Україні, вагоме місце посідає: туризм на заході України, а саме в Карпатах, значна кількість інвестицій, котрі будуть, в тому числі і закордонних буде надходити на розвиток інфраструктури та забезпечення потреб проживання та комфортного відпочинку.

В кваліфікаційній роботі магістра розглядається проєкт відпочинкового комплексу в селі Поляниця Яремчанської міської ради івано-Франківської області. Характерними особливостями будівництва є забезпечення комфортних умов проживання в холодний період року. Тому в даному випадку основним **завданням** буде дослідження теплоізоляційних характеристик будівлі, а саме:

- визначити поняття енергоефективності будівлі;
- визначити можливі енергоефективні заходи.
- врахування впливу умов навколишнього середовища;
- запропонувати конкретні рішення для забезпечення мінімально необхідного рівня показників;

Розглянувши дані завдання, можна буде визначити оптимальні рішення, для будівництва в гірській місцевості із збереження комфортного відпочинку. Вивчення даних питань дасть змогу, проєктувати та будувати відпочинкові комплекси для перебування та відпочинку людей без ризику, для їх життя і здоров'я.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Дані про район і ділянку будівництва

Ділянка проєктованого відпочинкового комплексу розташована в с. Поляниця Яремчанської міської ради.

Вихідні дані для проєктування.

Клас будівлі – II.

Ступінь вогнестійкості III.

Матеріал стін — залізобетонний каркас з заповненням газобетонними блоками з, утепленням теплоізоляційним матеріалом

Відповідно до п.п. 7.10.2, 7.10.3 ДБН В 1.1-12:2014 [5] для кладки стін дозволяється застосовувати:

бетонні камені, суцільні та пустотілі блоки з бетону (у тому числі з легкого, густиною не менше ніж 1200 кг/м^3) марки IVI50 і вище; розчини класу міцності на стиск не нижче ніж IVI50 на основі цементу з пластифікаторами та/або спеціальними добавками, які підвищують зчеплення розчину з цеглою або каменем.

кам'яна кладка повинна мати значення характеристичної міцності на вигин по неперев'язаних швах (нормальне зчеплення) $> 120 \text{ кПа}$.

Кліматичні умови – III А кліматичний район згідно ДСТУ – НБ В.1.1-27:2010[17].

Характеристика ділянки: – рельєф , з ухилом до півдня ;

– середня відмітка землі - 0,15 м відносно відмітки $\pm 0,000$ головної будівлі (абсолютна відмітка 873 м над рівнем моря).

Розрахункова температура зовнішнього повітря згідно ДБН В.1.2-2:2006[6] – 22°C .

Характеристичне значення снігового навантаження – 1530 Па для 6-го району згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Характеристичне значення вітрового навантаження – 470 Па згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Сейсмічність – до 7 балів. Параметри механічних властивостей ґрунтів згідно інженерно-геологічних досліджень.

Основою для фундаментів прийнято ґрунти ІГЕ- 3

(Карпатський фліш: аргіліти, алевроліти і пісковики Поляницька серія палеогену .

Питома вага - 23 мПа

Розрахунковий опір $R=5$ МПа

Порядковий номер класифікації ґрунтів по табл.. І ДБН 1 а

Категорія ґрунту за сейсмічними властивостями - II

Нормативна глибина промерзання ґрунту становить 80 см.

Клас (рівень) відповідальності об'єкта згідно ДБН В. 1. 2 - 14:2018 [7]– СС 2.

Розрахункова потреба у водопостачанні та водовідведенні– згідно ДБН Б.2.2-12:2019 [3] табл.. 6,0 тис м куб/ рік

Загально річна потреба електроспоживання згідно табл.. 8.5 ДБН Б.2.2-12:2019 - 10 800 квт год/ люд

Категорія відповідальності конструкцій згідно ДБН В.1.2-14:2018

Термін довговічності ДБН В.1.2-14:2018– 100 років.

Ступінь вогнестійкості –III

1.2 Генеральний план

Проектований відпочинковий комплекс розміщується в на земельній ділянці, площею 0, 25 га на діл. Вишні в селі Поляниця Яремчанської міської ради Івано-Франківської області. Він розрахований на постійне проживання сім'ї власників та гостей.

В геоморфологічному відношенні територія робіт приурочена до Привододільно-Горганських середньо-висотних хребтів гірської групи Карпат. Рельєф нав-

колишньої території гірничо-острівний, помірно-висотний. Відмітки поверхні землі знаходяться в межах 800-850 метрах.

Безпосередньо ділянка, розташована на II правобережній терасі р. Прутець, з північного сходу ділянка примикає до тилового шва першої тераси, з південного заходу, межує з підніжжям схилу гори.

Ділянка заболочена, пороша високою деревною рослинністю: деревами і чагарником, із заходу і з півдня дугою проходить під'їзна дорога па верхові ділянки схилу. В основі дороги на ділянку проходить розгрузка ґрунтових вод схилу.

В гідрогеологічному визначенні, досліджена ділянка відноситься до характерного для всього району, а саме до Карпатської гідрогеологічної провінції зі визначеною зоною з надмірним зволоженням.

На ділянці майбутнього будівництва відслідковується зменшення навантаження на ґрунтові схилі води, тобто розвантаження на I правобережну терасу р. Прутець, отримуючи перезволоження ґрунтів ПГЕ-1. Ділянка насичена заслими деревами і чагарником, а також є заболоченою.

Подача і відновлення кількості питної води відбувається завдяки інфільтрації атмосферних опадів і розвантаженню ґрунтових вод схилу.

За рівень ґрунтових вод приймають існуючий рівень поверхні землі. Розвантаження ґрунтових вод зумовлено формою рельєфу і проходять в долину р. Прутець.

Генеральний план ділянки будівництва приведено на рисунку 1.1.

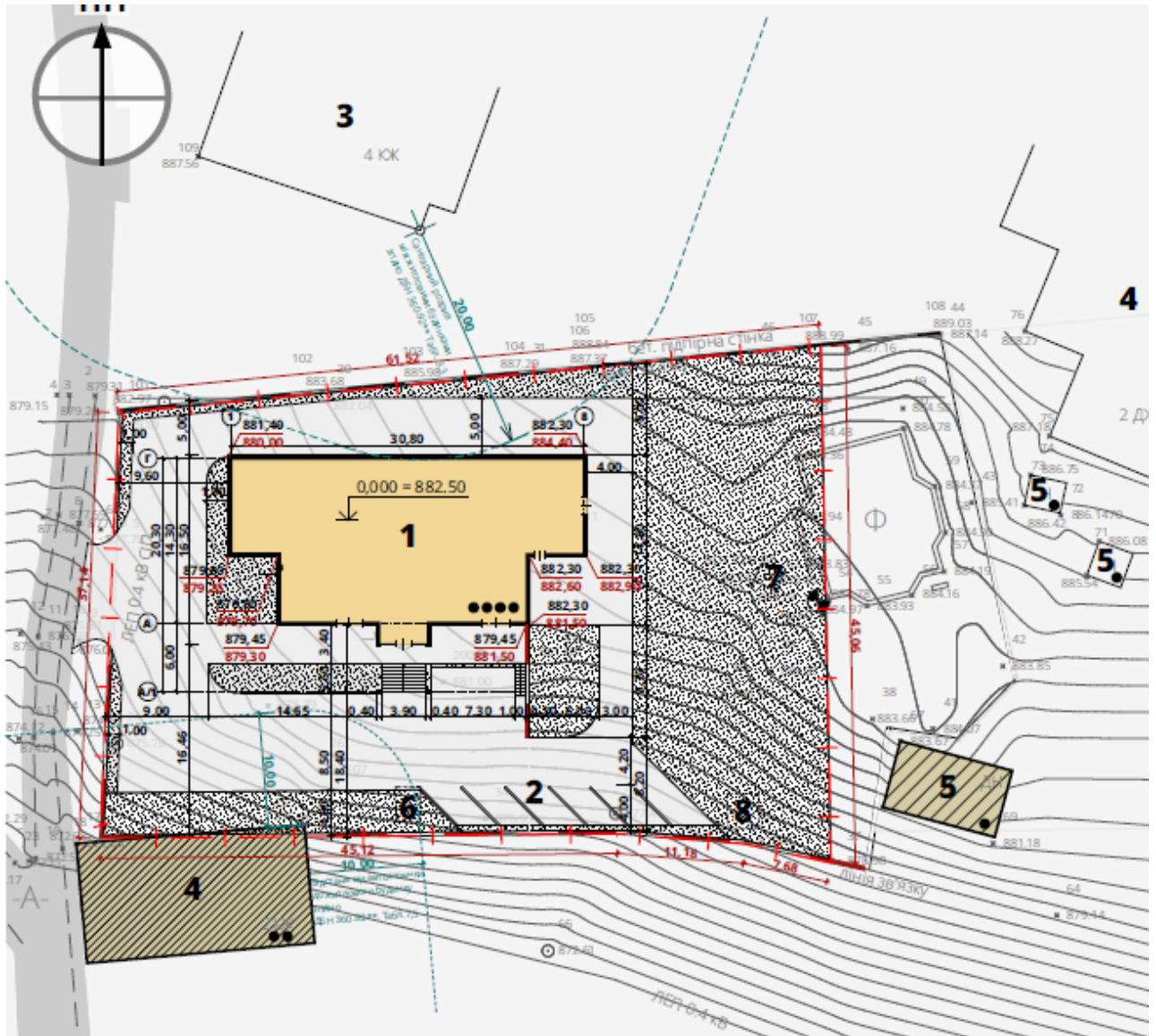


Рисунок 1.1 – Генеральний план

(1 – проєктований відпочинковий комплекс, 2 – автостоянка, 3 – чотирьохповерховий житловий будинок, 4 – двохповерховий житловий будинок, 5 – нежитлова забудова, 6 – локальні очисні споруди, 7 – свердловина, 8 – пожежний резервуар)

1.3 Основні техніко економічні показники

Площа земельної ділянки	0,25 Га
Площа забудови	427 м кв.
Загальна площа приміщень будівлі вище відмітки 0,000 м	1210,35 кв. м.
Площа приміщень в підвалі	330,56 м кв. м кв.
Загальна площа відпочинкового комплексу з підвалом	1540, 91 м кв.
Житлова площа	823,59 кв. м.

Площа літніх приміщень (лоджії - з коефіцієнтом 1,0 , балкони з коефіцієнтом 0,3 42,75 кв. м.

Будівельний об'єм –будівлі всього- 7 260, 83 м куб.

В тому числі:

Будівельний об'єм –будівлі вище відм. 0,000 6039,81 м куб.

Будівельний об'єм нижче від мітки 0,000-..... 1221,02 м кв.

Умовна висота будівлі - 12,05 м.

Кількість житлових кімнат 35

Кількість поверхів 4 + підвал

Тривалість будівництва -..... 24 місяці

На рисунках 1.2 та 1.3 приведена комп'ютерна візуалізація зовнішнього вигляду проєктованого комплексу з північно-західного та південно-західного напрямків відповідно.



Рисунок 1.2 – Комп'ютерна візуалізація зовнішнього вигляду відпочинкового комплексу



б)

Рисунок 1.3 – Комп’ютерна візуалізація зовнішнього вигляду відпочинкового комплексу

1.4 Визначення класу наслідків (відповідальності)

Визначення класу наслідків (відповідальності) відпочинкового комплексу на діл. Вишні в селі Поляниця Яремчанської міської ради Івано-Франківської області. проводиться відповідно до:

ДСТУ 8855:2019, ДБН А.2.3-2012, ДБН В.1.1-12:2014, ДБН В.1.2-14:2018, ДБН В.2.2-15:2019, ДБН В.2.2-40:2018[12], ДБН В.2.2-25:2009[8] та інших нормативних документів, що діють в Україні.

1. Визначаємо розрахункову кількість людей, що постійно перебувають у будівлі більше 8 годин.

Загальна кількість жильців у будинку керуючись з нормами повинні становити на 21 м кв. загальної площі на 1 людину та 10,5 м кв. на 1 сім'ю (згідно п. 5.1 ДСТУ 8855:2019[14]) – $(1210,35 - 10,5) : 21 = 57$ осіб

За кількістю осіб, що постійно перебуватимуть на об’єкті він відноситься до класу наслідків СС2.

2. Тимчасове перебування людей у туристичному комплексі не нормоване і в будь-якому випадку не повинно перевищувати верхнє обмеження 500 людей, що перебуватимуть на об'єкті

За кількістю осіб, що періодично перебуватимуть на об'єкті він належатиме до класу відповідальності СС1.

3. Кількість осіб, що перебувають ззовні об'єкту визначаємо за формулою

$$N_3 = a N_1$$

для сільської місцевості при висоті будівлі до 30 м $a = 1,0$

$$N_3 = 1,0 \times 57 = 57 \text{ осіб}$$

За кількістю осіб, що перебувають в зовні об'єкт відноситься до класу відповідальності СС2

4. Згідно з техніко-економічними показниками загальна площа будинку становитиме 2 033,94 кв. м

Розрахункова вартість будівлі становить:

$$2\,033,94 \times 8\,676 \text{ грн} = 17\,646,463 \text{ тис. грн.}$$

Прогнозовані збитки визначаються за формулою:

$$\Phi = 0,225 \times Z \times P_i$$

$$0,225 \times 17\,646,463 = 3\,970,454 \text{ тис грн}$$

Обсяг можливого збитку у мінімальних зарплатах становитиме:

$$4\,780,176 \times 3,723 = 17\,796,595 \text{ м. з. р. п}$$

Визначена сума не перевищує обсяг припустимого економічного збитку для класу відповідальності СС1.

5. Об'єкт не розташований в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

6. Приймаємо, що відмова об'єкту не впливає на припинення роботи зв'язку транспорту, енергетики

7. Висновок: відповідно до ДСТУ 8855:2019 клас наслідків встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

За таблицею А1 «Можлива небезпека для життєдіяльності для людей, що постійно перебуватимуть на об'єкті та «обсягу можливого економічного збитку» об'єкт - відпочинковий комплекс на ділянці Вишні в селі Поляниця Яремчанської міської ради Івано-Франківської області відноситься до класу насл. (відповідальності) СС2, а відповідно до таблиці А.1.

1.5 Об'ємно-просторові та планувальні рішення будівлі

Даний розділ робочого проекту розроблений на підставі завдання на проектування та діючих на час проведення проектних робіт нормативних документів.

Планувальна структура будинку прийнята відповідно до завдання на проектування та діючих в Україні будівельних норм ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. З Поправкою [9].

Проектом передбачено нове будівництво комплексу на ділянці Вишні в селі Поляниця Яремчанської міської ради Івано-Франківської області.

В підвалі планується розмістити:

тамбур, два холи, коридор два санвузли, чотири комори, пральня, кухня, 4 допоміжних приміщення.

Загальна площа підвалу - 330,56 м кв.

На першому поверсі планується розмістити :

хол, вітальня-їдальня, сім санвузлів, вбудована котельня, дві сходових клітки, 5 житлових кімнат, лоджія, 5 балконів.

На другому поверсі планується розмістити :

сходова клітка, коридор , 10 житлових кімнат, 10 санвузлів, , 9 балконів, одна лоджія, евакуаційні сходи.

На третьому поверсі передбачається розміщення:

сходова клітка, коридор, 10 житлових кімнат, 10 санвузлів, , 9 балконів, одна лоджія, евакуаційні сходи.

На четвертому поверсі планується розмістити:

сходова клітка, коридор , 10 житлових кімнат, 10 санвузлів, 9 балконів, одна лоджія, евакуаційні сходи.

Таке планувальне рішення відповідає завданню на проектування і не суперечить нормативним документам.

1.6 Електротехнічні рішення

Проектом передбачено освітлення, силові мережі, грозозахист будівлі, зовнішні мережі виконуються окремим проектом згідно технічних умов, які видаються Яремчанського РЕМ після отримання Замовником дозволу на виконання будівельних робіт.

Електропостачання будинку - від сільської електромережі згідно техумов Яремчанського РЕМ.

Проектом передбачено освітлення, силові мережі, грозозахист будівлі, ЛЕП 0,4кВ.

Споживач заживлений від РП 0,4 кВ ТП № 221 проводом з самонесучими жилами СІП 4 x 35. По існуючих опорах ПЛ.

Ввідний пристрій – шафа пластикова КДЄ.

Споживач належить до третьої категорії по надійності електропостачання.

Загальна установлена потужність становить 37,44 кВт. При коефіцієнті попиту $K_n = 0,5$ розрахункова потужність становитиме $P_p = 18,72$ кВт, $I_p = 29$ А.

Загальне річне споживання енергії становить

67400 кВт/год ($18,72 \times 10 \times 30 \times 12$).

Освітлення передбачене робоче та евакуаційне.

Розподільчі мережі виконані проводом з подвійною ізоляцією з мідними жилами скритими під штукатуркою.

Силові мережі виконані кабелем ВВГ. Евакоосвітлення виконане кабелем ВВГнг. Система заземлення TN-S коли нульовий робочий і нульовий захисний провідники працюють окремо в усій системі.

Передбачено використання пристрою захисного вимкнення. Всі роботи по монтажу електрообладнання вести згідно існуючих норм та правил.

1.7 Опалення

Проектом передбачено встановлення влаштування системи автономного опалення приміщення відпочинкового комплексу на діл. Вишні в селі Поляниця, Яремчанської міської ради, Івано-Франківської області.

Згідно із проведеними розрахунками, площа опалювального приміщення становитиме 1430,5 м². Теплове навантаження, для забезпечення температури приміщення відпочинкового комплексу +20⁰С- +22⁰С, становить 150 кВт.

Для забезпечення тепловим навантаження приміщення відпочинкового комплексу використовується твердопаливний димохідний котел типу АЛЬТЕП КТ-3Е-ш, 150 кВт.

Відведення отримуваних продуктів згорання від опалювального котла буде здійснено шляхом видалення їх через димовий канал із діаметром Ø320мм, який виведено вище покрівлі будівлі. Запроектованою є вентиляція із приточно-втяжною системою та природнім методом руху. Припливний рух повітря забезпечується приточними жалюзійними отворами, котрі виконані у вхідних дверях паливної. Притічний рух повітря забезпечується трикратним повітрообміном в приміщенні паливної і цілковите спалювання отриманого палива. Об'єм приміщення, що використовується, як паливна становить 50 м.куб. Впродовж години в цьому приміщенні повинно бути проведене трикратне зміння об'єму повітря $50 \text{ м.куб} \times 3 = 150 \text{ м.куб}$. Для паливної швидкість руху повітря повинна бути вищою ніж, 1 м/сек. Враховуючи приведені вище вимоги, враховуємо площу, мінімально необхідну, для забезпечення необхідної швидкості потоку, тому розміри для вентиляційного повітропроводу повинні бути не менше за 170ммх240мм.

Котел типу КТ-3Е-ш призначений для опалення відпочинкового комплексу у автоматичному режимі. Паливо для роботи котла транспортується автоматично

за допомогою шнекового пристрою подачі з паливного бункера, який розташований поруч з котлом. Основним паливом для котла типу КТ-3Е-ш є деревинні палети. Котел опалювальний типу КТ-3Е-ш є низькотемпературним котлом з автоматичною системою подачі палива у камеру спалювання.

Номінальні характеристики теплопродуктивності (потужності) котла становлять:

- 150 кВт, площа поверхні теплообміну в котлі-13м²,
- коефіцієнт корисної дії (паливо: деревинні палети), не менше -91%,
- витрати палива при номінальній потужності-39 кг/год (0,13-0,16 ггкал/год),
- ємність бункера для палива-620дм³,
- ємність води у котлі-542л,
- маса котла без води - 1580кг,
- необхідна тяга спалених газів-45-50Па,
- температура спалених газів на виході з котла-100-180°С,
- рекомендована мінімальна температура води-58°С,
- максимальна температура води-85°С,
- номінальний (максимальний робочий) тиск води-0,2МПа,
- випробувальний тиск води, не більше-0,3МПа,
- споживання електроенергії (230 В, 50 Гц), не більше-430Вт,
- приєднувальні (зовнішні) розміри труби -290×290мм,
- діаметр патрубків прямої і зворотної мережної води 80мм,
- рекомендовані параметри димоходу: площа перерізу-795см², внутрішній діаметр-320мм, висота (мінімально допустима)-9,5м.

Носієм теплової енергії системи опалення приміщення відпочинкового комплексу служить вода. Якість води для підживлення теплової мережі повинна відповідати вимогам.

Для ефективної роботи котла необхідно використовувати паливний матеріал з низькою зольністю та вологістю.

Основним паливом для котла типу КТ-3Е-ш є деревинні палети. Основні

характеристики палет: діаметр - 6...8 мм; довжина - 25...40 мм; насипна щільність не менше 600 кг/м³; вміст дрібної фракції (< 5 мм) - не більше 1%; теплова здатність - не менше 4000 ккал/кг; вміст золи - не більше 5 %; вологість - не більше 10 %; температура плавлення золи - не менше 1150 °С.

В якості альтернативного палива можна застосовувати кам'яне вугілля зі фракцією 5,5-25 мм. Застосування альтернативного палива не гарантує досягнення котлом паспортних значень потужності та ККД. Під час завантаження або додавання палива в бункер треба запобігти потраплянню великих шматків вугілля, кусків дерева, каменів або сторонніх предметів, які можуть заблокувати механізм подачі.

Циркуляція теплової енергії, гарячої води в системі опалення, примусова за рахунок циркуляційних насосів.

Труби для монтажу опалення використали пластикові у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-143:2007[22].

З'єднання при монтажі даної системи опалення передбачено зварюванням, різьбовими та паянням труб та деталей трубопроводів.

Всі роботи виконали згідно ДБН В.2.5-67:2013[13], ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013[24], технічних вимог по встановленню та налагоджуванню котла. Випробування та запуск системи опалення в обов'язковому порядку проводити згідно інструкції по експлуатації, монтажу і режиму роботи АЛЬТЕП КТ-3Е-ш та в присутності представника, сторони-виготовлювача, монтажної-налагоджувальної організації даного опалювального обладнання.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок плити

2.1.1 Розрахунок плити за граничним станом першої групи

Для початку визначаємо внутрішні зусилля

Згідно розрахунків, проліт плити буде:

$$l_0 = 4,050 - 0,016\text{м} = 3,890\text{м}$$

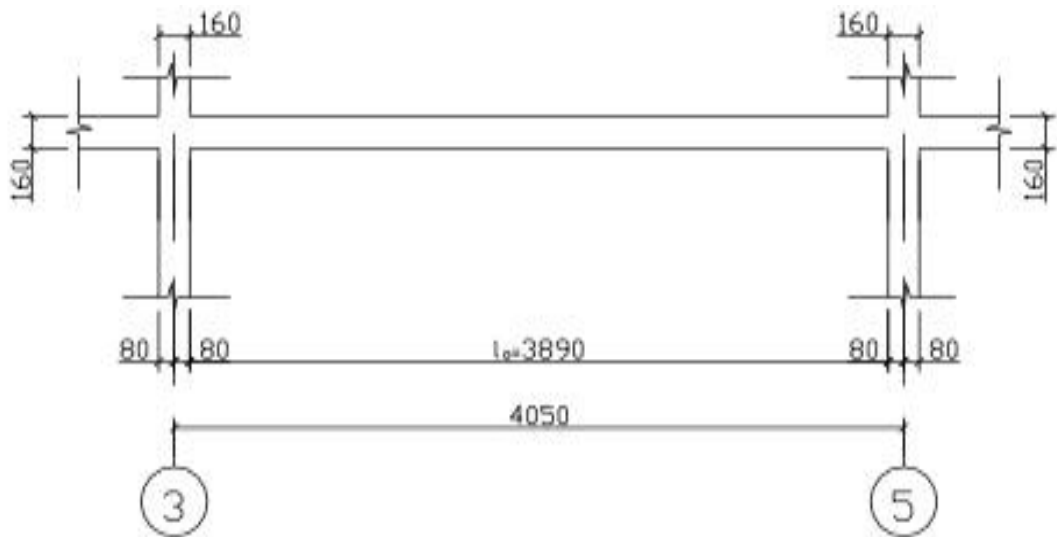


Рисунок 2.1 – Проліт плити

Даний вид плити будемо розраховувати як однопролітну та жорсткозакріплену балку, вона є завантаженою із рівномірно розподіленим навантаженням.

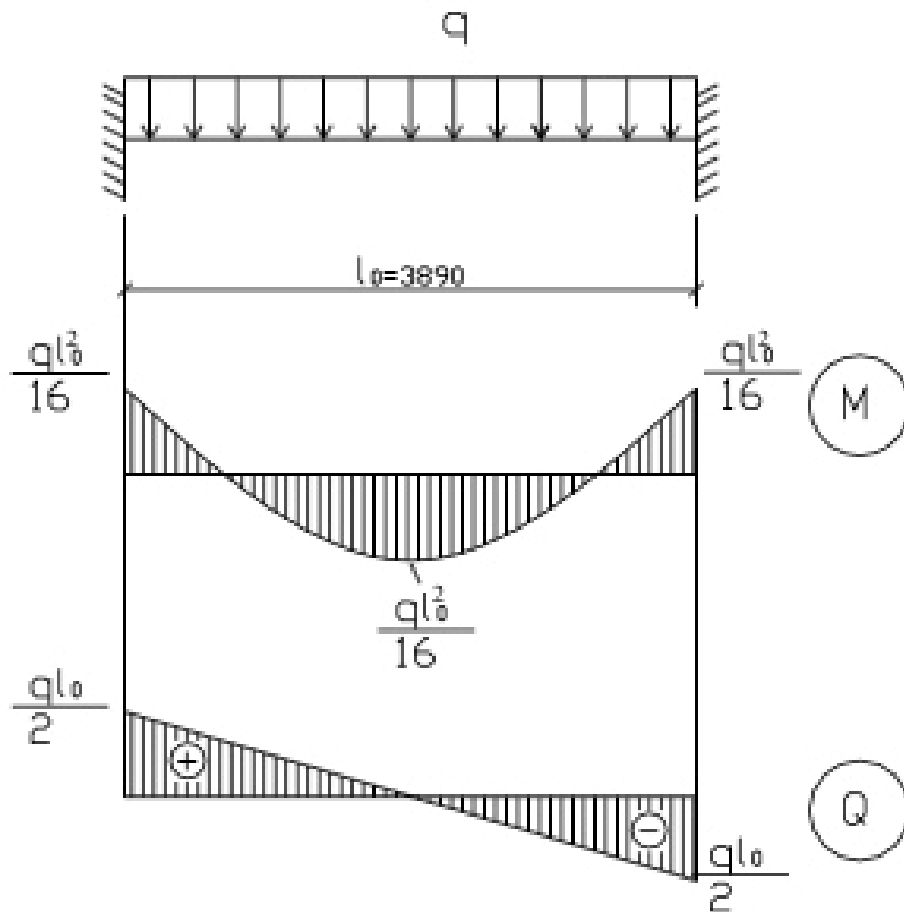


Рисунок 2.2 – Епюра моментів

Розраховане зусилля від повного навантаження плити:

- згиний момент що виникає посередині балки і на опорах:

$$M_{\max} = \frac{(g + V) \times l_0^2}{16} = \frac{7,48 \times 3,89^2}{16} = 7,07 \text{кНм}$$

- визначаємо поперечну силу, що виникає на кінцях:

$$Q_{\max} = \frac{(g + V) \times l_0}{2} = \frac{7,48 \times 3,89}{2} = 14,55 \text{кН}$$

Зусилля від нормального навантаження:

- загальне:

$$M_n = \frac{(g_n + V_n) \times l_0^2}{16} = \frac{6,73 \times 3,89^2}{16} = 6,36 \text{кНм}$$

- незмінне і тривале:

$$M_n = \frac{(g_n + 0,3V_n) \times l_0^2}{16} = \frac{5,4 \times 3,89^2}{16} = 6,09 \text{кНм}$$

Для розрахунку плити виділяємо смугу шириною 100 см. І висотою 16 см.

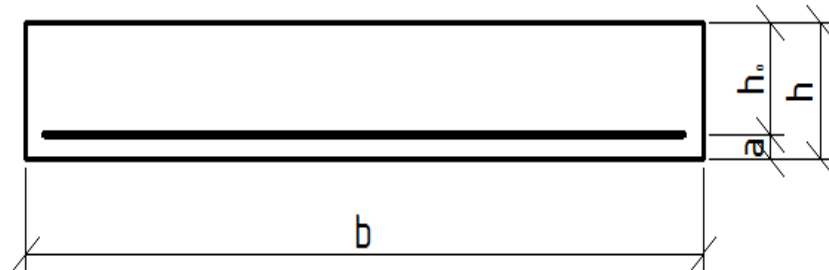


Рисунок 2.3 – Розрахунковий переріз плити

$$h = 16 \text{см} \quad b = 100 \text{см}$$

$$h_0 = h - a = 16 - 3 = 13 \text{см}$$

Проводимо розрахунок для міцності у перерізі. Для двох випадків перерізів: нормальний до поздовжній до осі.

Для проведення розрахунків на міцність беремо у розрахунок поперечний переріз плити, котрий приймаємо з прямокутним перерізом та з розмірами b і h .

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{b_2} R_b b_f h_0^2} = \frac{7,07 \times 10^5}{0,9 \times 14,5 \times 10^2 \times 100 \times 13^2} = 0,032$$

$$\xi = 0,032; \zeta = 0,984$$

Гранична відносна висота стиснутої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC,U}} \times \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \times \gamma_{b_2} \times R_b = 0,85 - 0,008 \times 0,9 \times 14,5 = 0,7456$$

$$\xi_K = \frac{0,746}{1 + \frac{365}{500} \times \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)} = 0,632$$

Оскільки $\xi = 0,032 < \xi = 0,632$, то п переріз для напруженої розтягом

арматури будемо визначати:

$$A_s = \frac{7,07 \times 10^5}{365 \times 10^2 \times 0,984 \times 13} = 1,52 \text{ см}^2$$

Приймаємо 4Ø8(A-III) с $\sum A_s = 2,01 \text{ см}^2$

Проводимо розрахування міцності у перерізах: похилому відносно до поздовжньої осі.

Підрахунок міцності таких перерізів буде виконано відповідно до с

При цьому поперечна сила $Q = 14,55 \text{ кН}$.

Проводимо перевірку для умов міцності на нахиленій полосі та поміж нахиленими тріщинами.

Тоді визначаємо необхідний для поперечного армування коефіцієнт

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{bS}; A_{sw} = 0,53 \text{ см}^2 \text{ (2Ø6AIII)}$$

$$\mu_w = \frac{0,53}{100 \times 60} = 0,00009$$

$$\varphi_{w_1} = 1 + 5 \times 6,67 \times 0,00009 = 1,003 < 1,3$$

Коефіцієнт $\varphi_{b_1} = 1 - \beta \gamma_{b_2} R_b = 1 - 0,01 \times 0,9 \times 14,5 = 0,87$ де $\beta = 0,01$ для бетону

$$Q = 14,5 \text{ кН} < 0,3 \times 1,003 \times 100 \times 0,87 \times 14,5 \times 0,9 \times 13 \times 100 = 349000 \text{ Н} = 349 \text{ кН}$$

Тому, розміри для плити, що має такий поперечний переріз є достатніми.

Перевірка необхідності постановки розрахункової поперечної арматури.

Коефіцієнт $\varphi_{b_3} = 0,6$ (для важкого бетону)

$$(1 + \phi_f + \phi_n) = (1 + 0 + 0) = 1 < 1,5$$

$$Q = 14,55 \text{ кН} < 0,6 \times 1,003 \times 0,9 \times 1,05 \times 100 \times 13 \times 100 = 52650 \text{ Н} = 52,65 \text{ кН}$$

Звідси маємо, що умова виконується, а арматура, що ставиться впоперек відповідає конструктивним вимогам.

2.1.2 Розрахунок плити за граничним станом другої групи

Геометричні характеристики перерізу:

Тоді згідно даних отримуємо, що розміри отриманого прямокутного перетину:

$$b = 100 \text{ см}$$

$$h = 16 \text{ см}$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \times 10^4}{30 \times 10^3} = 6,67$$

Площа приведенного перерізу дорівнює:

$$\begin{aligned} A_{\text{red}} &= A + \alpha \times A_s = bh + \alpha \times A_s = \\ &= 100 \times 16 + 6,67 \times 2,01 = 1613,4 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижній грані:

$$S_{\text{red}} = b \times h \times h/2 + \alpha \times A_s \times a = 100 \times 16 \times 8 + 6,67 \times 2,01 \times 3 = 12840,22 \text{ см}^3$$

Відстань від нижньої межі до центру ваги приведенного перерізу:

$$y_0 = \frac{S_{\text{red}}}{A_{\text{red}}} = \frac{12840,22}{1613,4} = 7,95 \text{ см}$$

Момент інерції приведенного перерізу відносно центра ваги:

$$\begin{aligned} I_{\text{red}} &= I_b + \alpha \times S = \frac{b h^3}{12} + bh(y_0 - 0,5h)^2 + \alpha \times A_s (y_0 - a)^2 = \frac{100 \times 16^3}{12} + 100 \times 16 \times \\ &\times (7,95 - 8 \div 2)^2 + 6,67 \times 2,01 \times (7,95 - 3)^2 = 34465,83 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

Момент опору приведенного перерізу по нижній зоні:

$$W_{\text{red}} = \frac{I_{\text{red}}}{y_0} = \frac{34465,83}{7,95} = 4335,32 \text{ см}^3$$

Момент опору приведенного перерізу по верхній зоні:

$$W_{\text{red}}' = \frac{I_{\text{red}}}{h - y_0} = \frac{34465,83}{16 - 7,95} = 4281,47 \text{ см}^3$$

В подальшому проводимо розрахунок необхідної відстані від центра ваги приведенного перерізу і до точки, яка найбільш віддалена від зони розтягу:

$$r = \varphi \frac{W_{red}}{A_{red}}, \quad \varphi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}}$$

Максимальне значення напруги в стислому бетоні від зовнішнього навантаження і зусилля попереднього напруження:

$$\sigma_B = \frac{707000}{4281,47} = 165,13 \text{ Н/см}^2 = 1,65 \text{ МПа}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{1,65}{18,5} = 1,51 > 1 \text{ приймаємо } \varphi = 1$$

Відстань від центра ваги приведенного перерізу до ядрового точки, найменш

$$r = \frac{4335,32}{1613,4} = 2,69 \text{ см}$$

віддаленої від розтягнутої зони:

$$r_{inf} = \frac{W_{red}'}{A_{red}} = \frac{4281,47}{1613,4} = 2,65 \text{ см}$$

Пружно-пластичний момент опору по розтягнутій зоні,

Для прямокутних перетинів

$$\gamma = \gamma' = 1,75$$

$$W_{pl} = 1,75 \times 4335,32 = 7586,81 \text{ см}^3$$

$$W_{pl}' = 1,75 \times 4281,47 = 7492,57 \text{ см}^3$$

Розрахунок по утворенню тріщин, нормальних до поздовжньої осі.

Розрахунок проводиться з умови:

Нормативний момент від повного навантаження $M = 11,01 \text{ кНм}$

Момент утворення тріщин M_{cr} за способом ядрових моментів:

Так як $M = 6,39 \text{ кНм} < M_{cr} = 1,6 \times 10^3 \times 7586,81 \times 10^{-6} = 12,14 \text{ кНм}$,

Розрахунок прогину плити.

Гранично допустимий прогин для розраховується плити з урахуванням естетичних вимог табл.19 ДБН В.1.2-2:2006.:

$$f_u = \frac{1}{200} = \frac{389}{200} = 1,94 \text{ см}$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ} = \frac{5}{384} \times \frac{5,4 \times 389^4 \times 10^{-2}}{0,8 \times 30 \times 100 \times 34365} = 0,19 \text{ см}$$

$$f_u = 1,94 \text{ М} < f = 0,19 \text{ см}$$

Визначення прогину розраховується лише на дію постійних і тривалих навантажень із коефіцієнтом надійності за навантаженню $\gamma_f = 1$

2.1.3 Конструювання монолітної плити

Вибрана в результаті монолітна плита, що має товщину 160 мм проходить армування з допомогою сіток, які містять зі стержні повздовж плити $\varnothing 6 \text{ АІІІ}$ та мають крок 300 мм, а в поперечному напрямкові- $\varnothing 8 \text{ АІІІ}$ із кроком 250. Схема розміщення сіток у обидвох частинах плити є креслення ЗБК лист 4. Армуючі сітки викладають з нахльостом на 100 мм без проведення процесу зварки, що відповідаю згідно п.п.5.37-5.41 ДБН В.2.6-98:2009.

Нижню частину арматури розміщуємо за фіксуючими точками для утворення захисного шару 30мм.

Для стикування робочої арматури, що має велику довжину, робимо в напустку. Визначаємо довжину припуску:

Визначаємо зону закладення за формулою 186 ДБН В.2.6-98:2009[15].

$$l_{an} = (\omega_{an} R_s / R_b + \Delta \lambda_{an}) * d \geq \lambda_{an} d ,$$

де ω_{an} , $\Delta \lambda_{an}$, λ_{an} , $l_{an} \text{ min}$ визначаємо по таблиці 37 ДБН В.2.6-98:2009

Стики арматури $\varnothing 8$ в нахльост в бетоні:

- в розтягнутій зоні:

$$l_{an} = (0,9 * 390 / 14,5 + 20) * 8 = 350 \text{ мм} > 20 * 8 = 160 \text{ мм},$$

$$l_{an} = 350 \text{ мм} > l_{an} \text{ min} = 250 \text{ мм}, \text{ приймаємо } l_{an} = 350 \text{ мм}.$$

- в стиснутій зоні:

$$l_{an} = (0,65 * 390 / 14,5 + 15) * 8 = 152 \text{ мм} > 15 * 8 = 120 \text{ мм},$$

$$l_{an} = 152 \text{ мм} < l_{an} \text{ min} = 200 \text{ мм}, \text{ приймаємо } l_{an} = 200 \text{ мм}.$$

Всі отвори в перекритті підсилюються встановленням по краям окремих стержнів $\varnothing 16 \text{ АІІІ}$.

2.2 Розрахунок і конструювання стіни

2.2.1 Вихідні дані

Характеристики міцності бетону і арматури :

Бетон: важкий за міцністю на стиск $R_{bn}=R_{b,ser}=18,5\text{МПа}$, $R_{btn}=R_{bt,ser}=1,6\text{МПа}$;
 $R_b=14,5\text{МПа}$, $R_{bt}=1,05\text{МПа}$; коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{b2}=0,9$.

Початковий модуль пружності $E_b=30\times 10^3\text{Мпа}$.

Арматура дротова класу В_p-λ $R_s=410\text{МПа}$, $R_{sw}=490\text{МПа}$, $E_s=20\times 10^4\text{МПа}$

Приймаємо розмір розрахункового перетину стіни 100x16 см.

Таблиця 2.1 – Навантаження на стіну

Вид навантаження	Нормальне навантаження ($\gamma_f = 1$) Н/м ²	Коеф. Надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження ($\gamma_f > 1$) Н/м ²
Конструкція даху	2680	1,3	3480
Плита перекриття $\delta=160$ мм	4000	1,1	4400
Постійне навантаження g_{roof}	6680	-	7880
Тимчасове навантаження	1680	-	2400
- снігове, в т.ч.	840	-	1200
Довготривале S_{lon}			
Повне навантаження ($g_{roof}+S$)	8360		10280

2.2.2 Визначення зусиль в стіні

Вантажна площа стіни: $A = 4,05 \times 1,0 = 4,05 \text{ м}^2$

За умов постійного навантаження, створеного перекриттям одного із поверхів та враховуючи коефіцієнт надійності $\gamma_n = 0,95$

$$0,95 \times 5,88 \times 4,05 = 22,62 \text{кН}$$

Навантаження від власної ваги стіни:

$$0,16 \times 1,0 \times 2,92 \times 2500 \times 0,95 \times 1,1 \times 10^{-2} = 12,25 \text{кН}$$

Постійне навантаження на стіну з одного поверху:

$$22,62 + 12,21 = 34,83 \text{кН}$$

Постійне навантаження від покриття, яка припадає на стіну:

$$0,95 \times 7,88 \times 4,05 = 30,32 \text{кН}$$

Тимчасове навантаження, яке припадає на стіну одного поверху:

$$0,95 \times 1,95 \times 4,05 = 7,5 \text{кН}$$

Тимчасове навантаження, яке припадає на стіну з покриття:

$$0,95 \times 1,4 \times 4,05 = 5,39 \text{кН}$$

Нормальна сила в стіні першого поверху:

$$N = 34,83 \times 12 + 30,32 + 7,5 \times 13 \times 0,57 + 5,39 + 12,21 = 556,28 \text{кН},$$

Тут 12,21кН - власна вага стіни першого поверху.

2.2.3 Розрахунок міцності стіни

У першому наближенні приймаємо:

$$\mu = 0,01$$

$$A_b = 16 \times 100 = 1600 \text{ см}^2$$

$$A_s = 0,01 \times 1600 = 16 \text{ см}^2$$

$$\alpha_s = \frac{410 \times 16}{0,9 \times 14,5 \times 1600} = 0,314$$

Вільна довжина стіни $l_0 = 0,5 \times 3,08 = 1,54 \text{ м}$

$h = 0,16 \text{ м}$ (розмір перетину колони)

$$l_0 / h = 2,205 / 0,16 = 9,63$$

Тимчасове короткочасне діюче навантаження на стіну з одного поверху:

$$0,95 \times 1,56 \times 4,05 = 6,00 \text{кН}$$

Тимчасове короткочасне діюче навантаження на стіну з покриття:

$$0,95 \times 0,42 \times 4,05 = 1,62 \text{кН}$$

Тимчасове короткочасне діюче навантаження на стіну:

$$6,0 \times 13 \times 0,57 + 1,62 = 46,08 \text{кН}$$

Решта навантаження на стіну тривало діюча:

$$N_1 = N - 46,08 = 556,28 - 46,08 = 510,02 \text{ кН}$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{510,02}{556,28} = 0,92$$

$$\varphi_b = 0,905, \varphi_{sb} = 0,905; \varphi = 0,905 + 2(0,905 - 0,905) \times 0,314 = 0,905$$

$$A_s = \frac{\frac{N}{\varphi} - \gamma_{b2} R_b A_b}{R_s} = \frac{\frac{556,28}{0,905} - 0,95 \times 1,45 \times 1600}{41,00} = -41,76 \text{ см}^2$$

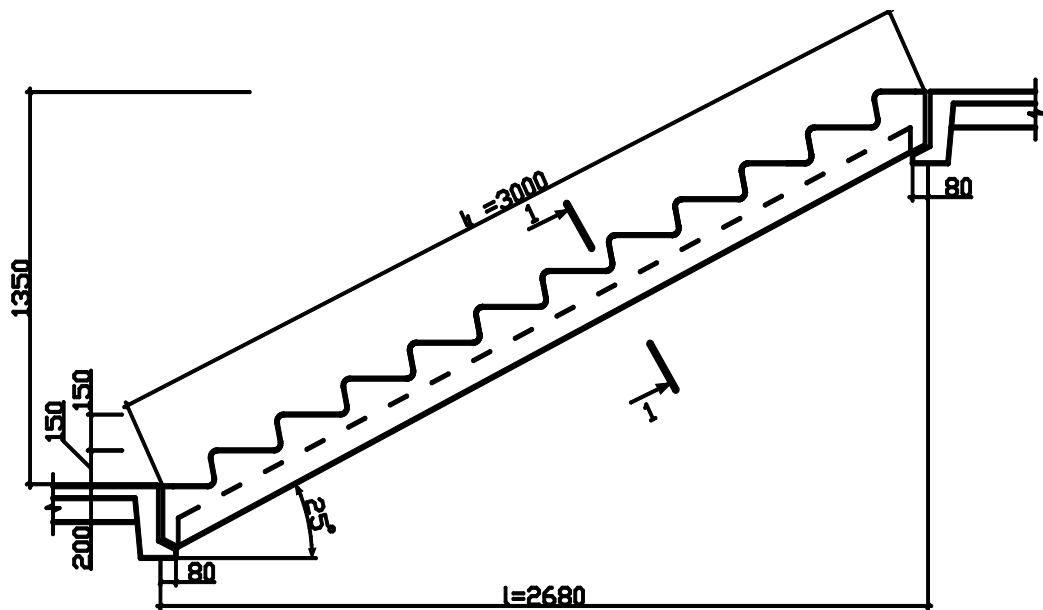
Отже $A_s < 0$, то бетонного перерізу досить для сприйняття сили N .

2.3 Перевірка несучої здатності залізобетонного сходового маршу

2.3.1 Вихідні дані

Для розрахунку були прийняті наступні характеристики сходового маршу:

- висота поверху $H = 3,0$ м;
- ширина маршу $b = 1000$ мм;
- висота ребер $h_p = 150$ мм;
- товщина ребра $b_p = 100$ мм;
- розміри сходинок маршу 300×150 мм;
- ширина проступів фризових ступенів 220 мм.



1-1

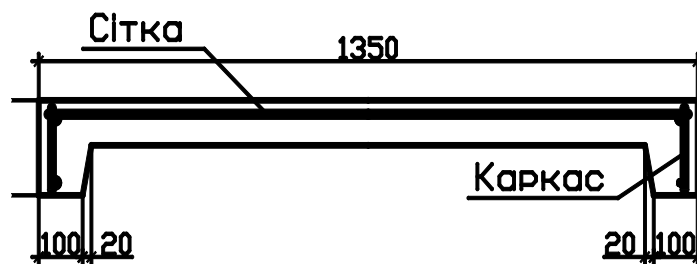


Рис. 2.4 – Геометричні розміри сходового маршу

2.3.2 Розрахункові розміри сходового маршу

Довжина горизонтальної проекції маршу:

$$\ell = 300 \times 10 + 220 \times 2 = 2680 \text{ мм}$$

Висота підйому маршу 1350 мм

$$\operatorname{tg} \alpha = 1650 / 3440 = 0.4796 \quad \alpha = 25^\circ$$

$$\cos \alpha = \cos 25^\circ = 0.906$$

Довжина маршу

$$L_1 = L / \cos \alpha = 2680 / 0.906 = 3000 \text{ мм}$$

Сходовий марш виготовлено з бетону класу В 20, і як робоча застосована арматура А 400 С, а також арматурна сітка – Вр І.

2.3.3 Визначення навантаження на марш

Власна вага типового маршу по каталогу $q^n=3,6 \text{ кН/м}^2$

Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f=1.1$

Тимчасове характеристичне навантаження $p^n=3 \text{ кН/м}^2$.

Коефіцієнт надійності для тимчасового навантаження $\gamma_f=1.2$

Розраховане загальне навантаження, яке працює в розрахунку на 1 погонний метр проекції маршу на горизонталь, за ширини маршу буде рівною 1.2 м:

$$q_1 = (q^n \times \gamma_f + p^n \times \gamma_f) \times b = (3,6 \times 1,1 + 3 \times 1,2) \times 1,35 = 9,4 \text{ кН/м}$$

Повне розрахункове навантаження, що діє перпендикулярно маршу:

$$q = q_1 \times \cos \alpha = 9,4 \times 0,906 = 8,52 \text{ кН/м}$$

Визначення розрахункового прольоту маршу:

$$l_0 = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{3,44}{0,906} = 3,8 \text{ м}$$

Приймається наступна розрахункова схема маршу:

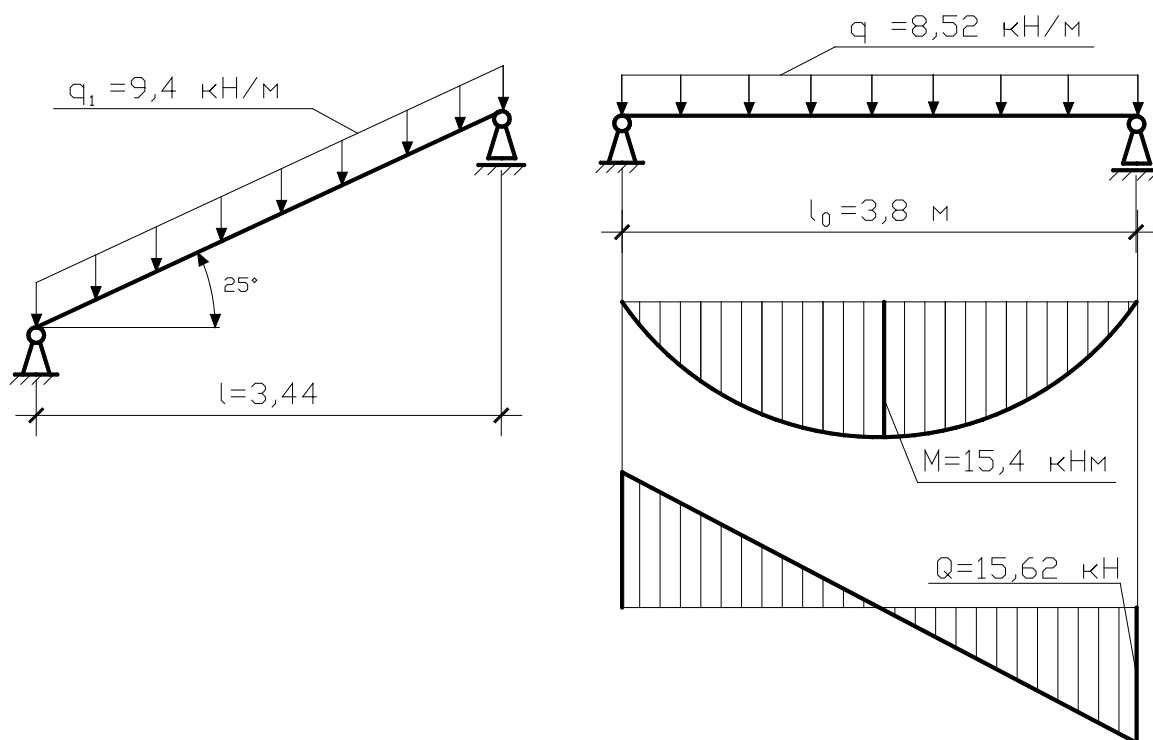


Рис. 2.5 – Розрахункова схема маршу

Визначення максимального розрахункового зусилля:

$$M = \frac{q \times \ell_0^2}{2} = \frac{8,52 \times 3,8^2}{8} = 15,4 \text{ кНм}$$

$$Q = \frac{q \times \ell_0}{2} = \frac{8,52 \times 3,8}{2} = 15,62 \text{ кН}$$

2.4 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

2.4.1 Загальні дані

Досліджувана ділянка на котрій проводяться дослідження розміщена на другій за течією річки правій терасі річки Прутець. Із півночі ділянка підходить до задньої частини шва попередньої тераси. З південного заходу вона має спільну межу з підніжжям схилу гори.

На ділянці виготовлено три свердловини у місцях, котрі легкодоступні для бурильних робіт. Впродовж польових робіт зроблено опис ґрунтів, котрі були

знайдені в процесі буріння. Також вибрано проби глинистих та грубоуламкових зразків, що провести ідентифікацію фізичних властивостей цього ґрунту. Приведено на рис. 2.6, 2.7.

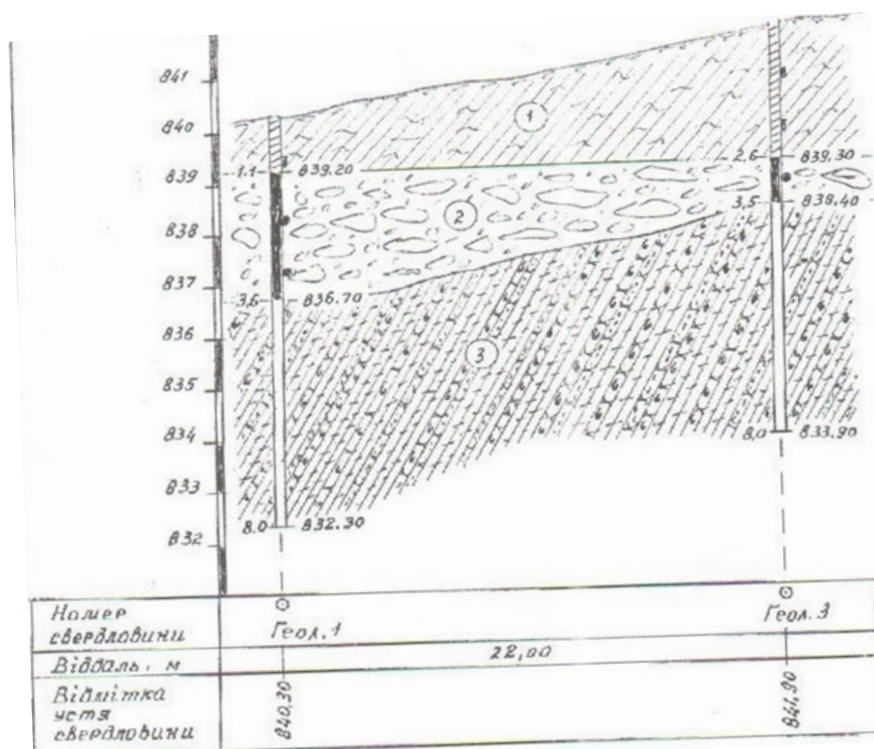


Рисунок 2.6 - Геологічний розріз ділянки по свердловинах 1-3

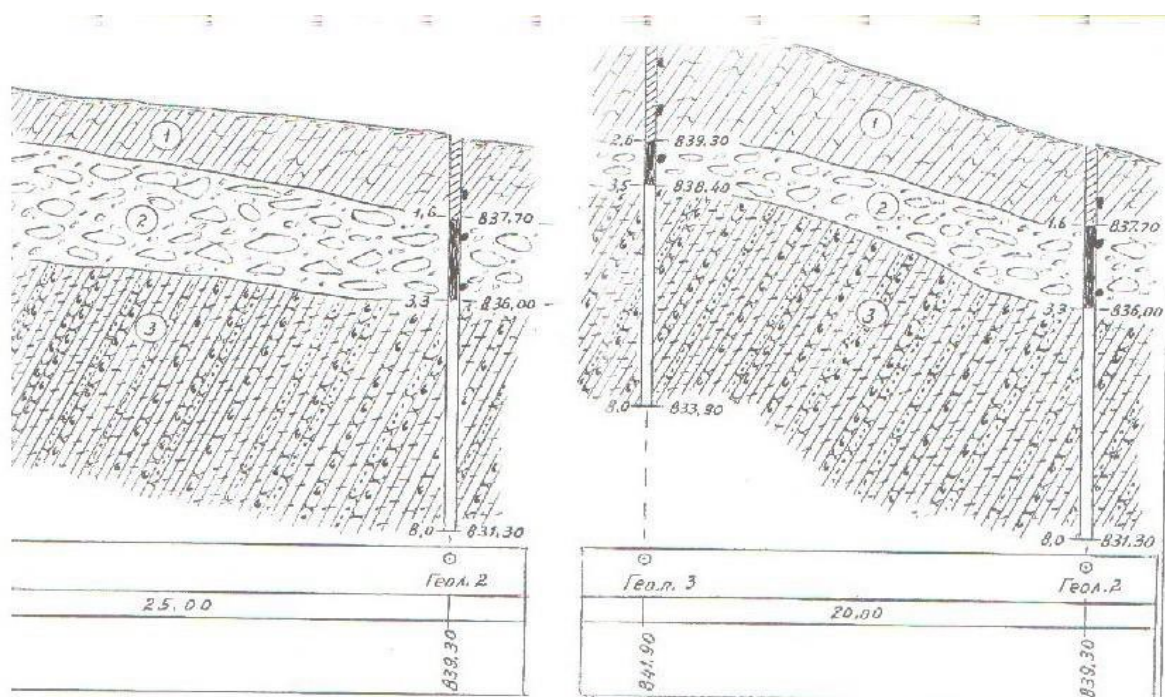


Рисунок 2.7 - Геологічний розріз ділянки по свердловинах 3-2

Згідно результатів польових досліджень, а також даних проведених лабораторних пошукувань ґрунтів, було визначено пошаровий вміст ділянки, який представлений наступними інженерно-геологічними елементами (ІГЕ):

ІГЕ-1 - Аллювіально-болотні відклади другої тераси р. Прутець представлені суглинком муловим, сіро голубим, м'яко пластичної консистенції, з рештками болотної рослинності, з корінням дерев. Товщина шару 1,1-2,6 м.

ІГЕ-2 - Аллювіальний грубоуламковий валунний ґрунт з супісковим заповнювачем до 30 відсотків. Валунни і галька пісковиків середньої міцності. Товщина шару 0,9-2,5 м.

ІГЕ-3 - Корінні породи Карпатського шліфа представлені аргілітами, алевролітами і пісковиками. Аргіліти і алевроліти плитчасті тонкошаруваті товщиною 0,02-0,2 м. і складають до 70 відсотків розрізу. Пісковики середньої міцності товщиною 0,02-0,3 м.

2.4.2 Фізико-механічні властивості ґрунтів

Таблиця 2.2 - Фізико-механічні властивості ґрунтів.

Найменування показників	ІГЕ-1	ІГЕ-2	ІГЕ-3
Питома вага ґрунту, γ кН/м ³	20.5	19.0	17.0
Питома вага твердих частинок ґрунту, γ_s кН/м ³	26.6	25.6	27.0
Природна вологість, W в дол. Ед	0.150	0.260	0.34
Коефіцієнт зминання, m_0 кПа ⁻¹	0.060	0.080	0.065
Коефіцієнт фільтрації, k_f м/с	$2.0 \cdot 10^{-5}$	$2.6 \cdot 10^{-7}$	$3.1 \cdot 10^{-8}$
Кут внутрішнього тертя, φ^H	26	21	11
Розрахункове питоме зчеплення c^H кН/м ²	0.015	0.012	0.012
Вологість на межі текучості W_L в дол од	0.210	0.320	0.460
Вологість на межі розкочування W_p в дол од	0.150	0.210	0.245

Обчислюємо наступні характеристики ґрунтів:

1) число пластичності:

$$J_p^1 = W_L - W_p$$

$$J_p^1 = 0.210 - 0.150 = 0.06 \text{ д. од};$$

$$J_p^2 = 0.320 - 0.210 = 0.11 \text{ д. од};$$

$$J_p^3 = 0.460 - 0.245 = 0.215 \text{ д. од}$$

За величиною J_p уточнюємо найменування ґрунтів

2) коефіцієнт пористості:

$$e = \gamma_s \cdot (1+w) / \gamma - 1$$

$$e_1 = 26.6 \cdot (1+0.150) / 20.5 - 1 = 0.492;$$

$$e_2 = 25.6 \cdot (1+0.260) / 19 - 1 = 0.698;$$

$$e_3 = 27 \cdot (1-0.340) / 17 - 1 = 1.128;$$

3) показник консистенції:

$$J_L = (W - W_p) / (W_L - W_p)$$

$$J_L^1 = (0.150 - 0.150) / 0.06 = 0;$$

$$J_L^2 = (0.260 - 0.210) / 0.11 = 0.45;$$

$$J_L^3 = (0.340 - 0.245) / 0.215 = 0.44;$$

За даними визначимо стан ґрунтів:

1 – шар суглинок муловий,

2 – шар валуни і галька пісковиків середньої міцності,

3 – шар пісковики середньої міцності.

4) ступінь вологості:

$$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

де γ_w - питома вага води, рівна 10 кН/м^3 .

$$S_r^1 = \frac{0,150 \cdot 26,6}{0,492 \cdot 10} = 0,813;$$

$$S_r^2 = \frac{0,260 \cdot 25,6}{0,698 \cdot 10} = 0,95;$$

$$S_r^3 = \frac{0,340 \cdot 27}{1,128 \cdot 10} = 0,814;$$

Всі три шари насичені водою

5) модуль деформації ґрунту

$$E_0 = \beta / m_v;$$

де β - коефіцієнт, що означає розширення ґрунту, який знаходиться за формулою:

$$\beta = \frac{1-2\mu_0}{1-\mu_0};$$

$$\beta_1 = \frac{1-2 \cdot 0,3^2}{1-0,3} = 0,743;$$

$$\beta_2 = \frac{1-2 \cdot 0,35^2}{1-0,35} = 0,623;$$

$$\beta_3 = \frac{1-2 \cdot 0,42^2}{1-0,42} = 0,392;$$

де μ_0 - коефіцієнт відносної поперечної деформації;

m_v – коефіцієнт відносного стиску, визначається за формулою:

$$m_v = \frac{m_0}{1+e};$$

$$m_v^1 = \frac{0,06}{1+0,492} = 0,04 \text{ МПа}^{-1} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ кПа}^{-1};$$

$$m_v^2 = \frac{0,08}{1+0,698} = 0,0471 \text{ МПа}^{-1} = 4,71 \cdot 10^{-5} \text{ кПа}^{-1};$$

$$m_v^3 = \frac{0,065}{1+1,128} = 0,031 \text{ МПа}^{-1} = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ кПа}^{-1};$$

тоді:

$$E_1 = \frac{0,743}{0,04} = 18,575 \text{ МПа} = 1,86 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2;$$

$$E_2 = \frac{0,623}{0,0471} = 13,23 \text{ МПа} = 1,32 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2;$$

$$E_3 = \frac{0,392}{0,031} = 12,645 \text{ МПа} = 1,265 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2;$$

б) показник просідання:

$$n = \frac{e_l - e}{1+e};$$

де e_l - коефіцієнт пористості, що охарактеризовує границю текучості;

$$e_l = W_L \cdot \frac{\gamma_s}{\gamma_w};$$

$$e_l^1 = 0,21 \cdot \frac{26,6}{10} = 0,56;$$

$$e_l^2 = 0,32 \cdot \frac{25,6}{10} = 0,82;$$

$$e_l^3 = 0,46 \cdot \frac{27}{10} = 1,242;$$

$$n_1 = \frac{0,56 - 0,492}{1 + 0,492} = 0,046;$$

$$n_2 = \frac{0,82 - 0,698}{1 + 0,698} = 0,072;$$

$$n_3 = \frac{1,242 - 1,128}{1 + 1,128} = 0,055;$$

7) Визначаємо умовний розрахунковий тиск R_0 :

$$R_0 = \frac{e_2 - e_1}{e_2 - e_1} [(1 - J_L) \cdot R_{0(1,0)} + J_L \cdot R_{0(1,1)}]$$

$$+ \frac{e - e_1}{e_2 - e_1} [(1 + J_L) \cdot R_{0(20)} + J_L \cdot R_{0(21)}]$$

$$R_0^1 = 300 \text{ кН/м}^2;$$

$$R_0^2 = 216,6 \text{ кН/м}^2;$$

$$R_0^3 = 181,7 \text{ кН/м}^2;$$

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

3.1 Постановка задач дослідження

Загальновідомим є те, що українська економіка є однією з найбільш енергоємних у світі, а зважаючи на вичерпність світових запасів викопного палива, очевидним наслідком є існуюча тенденція до перманентного росту цін на енергоносії, тому логічним буде й підвищення попиту на досконалі енергозберігаючі рішення в усіх галузях економіки, а зокрема, в будівельній.

З метою визначення та впровадження найбільш ефективних та раціональних підходів з енергоефективності виникає необхідність використанні необхідних нових матеріалів та знань відповідних спеціалістів. Акцентуючи увагу на енергоефективності, не варто забувати, що мова йде не лише про «енергозбереження», тобто економію енергії у повсякденному житті. На відмінну від енергозбереження, котре перш за все є зменшенням енергоспоживання, енергоефективність – раціональне витрачання енергії. Перш за все необхідним є розумне та умисне застосування енергетичних ресурсів, доступних кожному, задля їх дбайливого збереження у навколишньому середовищі та для наших нащадків.

Енергозбереження не є можливим без змін в поведінці людей, наприклад, вимкнення електричних приладів замість переведення їх у режим очікування. Ефективне використання енергії в будівлі, веде до її економії і, як наслідок, захисту навколишнього середовища через, зменшення споживання енергоресурсів і викидів небезпечних парникових газів. Енергоефективність та одночасне використання альтернативних джерел енергії – є двома головними стратегічними рішеннями багатьох країн задля зменшення викидів парникових газів у атмосферу. Згідно із рішеннями ООН, саме енергоефективні заходи можуть вплинути на процес сповільнення змін клімату швидше та дієвіше ніж переведення промисловості на «зелені» технології, оскільки не потребують настільки великих витрат, тому і для коректування теперішньої екологічної ситуації вона має важливе значення.

Для зменшення енергетичних втрат в будівлі через огороджувальні конструкції застосовують теплову ізоляцію, а саме утеплювачі на основі волокна, полістиролу, поліізоціанурату, мінеральних матеріалів.

Для зменшення енергетичних втрат в будівлі через вентиляцію проводять рекуперацію, котра є доцільною при низькому рівні інфільтрації або використовують теплообмінники.

З метою зменшення енергетичних втрат в будівлі через інфільтрацію, вплив якої є особливо відчутним у старих будівлях, роблять герметизацію вузлів з'єднань огороджувальних конструкцій.

В даному розділі проведемо дослідження втрат тепла через огороджувальні конструкції.

Енергетична ефективність будівлі – це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення(охолодження та осушення), освітлення, вентиляцію та зволоження, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов. Тому шляхом використання різних будівельних та конструктивних систем і конструктивних схем можна регулювати енергетичну ефективність майбутньої будівлі. Для отримання будівлі із високим рівнем енергоефективності, зазвичай застосовують фасадну теплоізоляцію одного із трьох видів: з опорядженням штукатуркою або дрібноштучними виробами, з опорядженням індустриальними елементами, з опорядженням прозорими елементами.

Для зменшення енергетичних втрат в будівлі через огороджувальні конструкції застосовують теплову ізоляцію, а саме утеплювачі на основі волокна, полістиролу, поліізоціанурату, мінеральних матеріалів.

Згідно із [14] додаток А визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції $R_{q \min}$ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків ($R_{q \min}$)

Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, для I температурної зони
Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,0
Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,0
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,0
Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,0
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,9
Зенітні ліхтарі	0,8
Зовнішні двері	0,7

В даному розділі проведемо дослідження втрат тепла через огорожувальні конструкції.

3.2 Методика дослідження

Методика для розрахунків, що встановлює механізм визначення енергетичної ефективності будівель затверджена наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 року № 169.

3.3 Результати дослідження

З метою забезпечення необхідних теплотехнічних характеристик будівлі, проведемо розрахунок, згідно представлених початкових даних, які характерні саме для цього будинку:

Довжина будівлі становить – 30,8 м;

Ширина будівлі становить – 20,65 м;

Висота будівлі становить – 16,5 м;

Проте, оскільки відпочинковий комплекс немає форму паралелепіпеда, то для початку розрахунків необхідно навести вихідні площі складових елементів із однаковими характеристиками:

Вікно 1 – $2,1 \cdot 1,1$ – 1 шт, що становить $2,31 \text{ м}^2$;

Вікна 2 – $2,5 \cdot 1,1$ – 4 шт, що становить 11 м^2 ;

Вікно 3 – $1,5 \cdot 1,1$ – 1 шт, що становить $1,65 \text{ м}^2$;

Вікна 4 – $2,5 \cdot 1,5$ – 3 шт, що становить $11,25 \text{ м}^2$;

Вікна 5 – $2,5 \cdot 0,8$ – 3 шт, що становить 6 м^2 ;

Вікна 6 – $2,0 \cdot 0,8$ – 5 шт, що становить 8 м^2 ;

Вікна 7 – $2,5 \cdot 2,5$ – 3 шт, що становить $18,75 \text{ м}^2$;

Вікно – $2,5 \cdot 2,1$ – 1 шт, що становить $5,25 \text{ м}^2$;

Вікно 9 у МЗК – $4,0 \cdot 12,95$ – 1 шт, що становить $51,8 \text{ м}^2$;

Вікна 10 – $4,0 \cdot 2,5$ – 5 шт, що становить 50 м^2 ;

Віконно-дверний блок у МЗК – $2,75 \cdot 4,0$ – 5 шт, що становить 55 м^2 ;

Віконно-дверний блок – $2,5 \cdot 2,5$ – 39 шт, що становить $243,75 \text{ м}^2$;

Сума площ вікон та віконно-дверних блоків – $114,21 + 243,75 = 357,96 \text{ м}^2$;

Сума площ вікон та віконно-дверних блоків у МЗК – $51,8 + 55 = 106,8 \text{ м}^2$;

Периметр вікон:

Перемичка – 152,1 м. пог.

Підвіконня – 152,1 м. пог.

Рядове – 359,1 м. пог.

Площі зовнішніх стін:

$$(15+25,9) \cdot 13,2 \cdot 2 = 357,96 - 106,8 = 615 \text{ м}^2;$$

Площі перекрить по ґрунту (горищних перекрить).

$$25,9 - 0,6 = 25,3 \text{ м}$$

$$15 - 0,6 = 14,4 \text{ м}$$

$$25,3 \cdot 14,4 = 364,32 \text{ м}^2.$$

Спочатку розрахуємо значення опору теплопередачі газобетонних блоків з товщиною теплоізоляційного матеріалу – 100 мм:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{1}{a_3} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_B} = \frac{1}{23} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,3}{0,17} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,1}{0,033} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{8,7} = 5,02 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі газобетонних блоків, $R_{\min} = 4,0 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$;

a_3 – коефіцієнт тепловіддачі, стандартизований;

0,03 – товщина вапняно-піщаної штукатурки, м;

0,93 – коефіцієнт теплопровідності вапняно-піщаної штукатурки, Вт/м·К;

0,3 – товщина газобетонних блоків, м;

0,01 – товщина клеючого шару, м;

0,81 – коефіцієнт теплопровідності газобетонних блоків, Вт/м·К;

0,033 – коефіцієнт теплопровідності теплоізолюючого шару, Вт/м·К;

0,02 – товщина штукатурно-армуючого шару, м;

a_B – коефіцієнт теплосприйняття, стандартизований.

На перший погляд опір теплопередачі газобетонних блоків є достатнім, але з метою уточнення отриманих даних проводимо розрахунок коефіцієнту теплопередачі точкових теплових містків.

Далі розрахуємо приведений опір теплопередачі, теплової потужності та енерговитрат впродовж опалювального сезону.

Зробимо розрахунок коефіцієнту теплопередачі лінійних теплових містків:

$$K_{\Sigma kL} = \sum_{j=1}^J k_j L_j = 152,1 \cdot 0,063 + 152,1 \cdot 0,032 + 359,1 \cdot 0,032 = 25,941 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}$$

$K_{\Sigma kL}$ – коефіцієнт теплопередачі лінійних теплових містків;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/м·К;

L_j – довжина теплового містка, м;

В подальшому розраховуємо коефіцієнт, що враховує теплопередачу в точкових теплових містках, припускаємо, що на 1 м² необхідно 9 кріплень із металевим осердям:

$$K_{\Sigma \Psi N} = \sum_{k=1}^K \Psi_k N_k = 0,005 \cdot 9 \cdot 615 = 27,68 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{К}} \right)$$

$K_{\Sigma \Psi N}$ – коефіцієнт для теплопередачі у точкових теплових містках;

N_k – кількість містків тепла;

Ψ_k – коефіцієнт теплопередачі в точці, Вт/К.

Далі проводимо перевірку із забезпечення мінімального необхідного опору теплопередачі:

$$R_{\Sigma} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k N_k} = \frac{615}{\frac{615}{5,02} + 25,941 + 27,68} = 3,49 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

R_{Σ} – приведений опір теплопередачі;

A_{Σ} – повна площа поверхні, м²;

A_i – площа елемента поверхні, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі елемента, $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$;

Ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/К;

N_k – кількість точкових містків тепла, шт.

Знаючи, що визначений приведений опір теплопередачі газобетонних блоків з товщиною теплоізоляції 100 мм, становить 3,49 $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$, можна підтвердити, що його значення є недостатнім для забезпечення необхідного значення теплоізоляції. Проведемо розрахунок опору теплопередачі із товщиною ізолюючого шару 150 мм і перевіримо його нове значення.

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{1}{a_3} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_B} = \frac{1}{23} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,3}{0,17} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,15}{0,033} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{8,7} = 6,53 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі газобетонних блоків, $R_{\min} = 4,0 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$;

a_3 – коефіцієнт тепловіддачі, стандартизований;

0,03 – товщина вапняно-піщаної штукатурки, м;

0,93 – коефіцієнт теплопровідності вапняно-піщаної штукатурки, Вт/м·К;

0,3 – товщина газобетонних блоків, м;

0,01 – товщина клеючого шару, м;

0,81 – коефіцієнт теплопровідності цегляної стіни, клеючого та штукатурно-армуючого шарів, Вт/м·К;

0,033 – коефіцієнт теплопровідності теплоізолюючого шару, Вт/м·К;

0,02 – товщина штукатурно-армуючого шару, м;

α_v – коефіцієнт теплосприйняття, стандартизований.

Знову розраховуємо приведений опір теплопередачі цегляної стіни, тепер із теплоізоляцією товщиною 120 мм.

$$R_{\Sigma} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k N_k} = \frac{615}{\frac{615}{6,53} + 25,941 + 27,68} = 4,16 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

І цього цілком достатньо для забезпечення необхідного значення опору теплопередачі. Але при розрахунку приведенного опору теплопередачі, можливим є також використати теплову ізоляцію металевого стрижня дюбеля при монтажі (рис. 3.1)

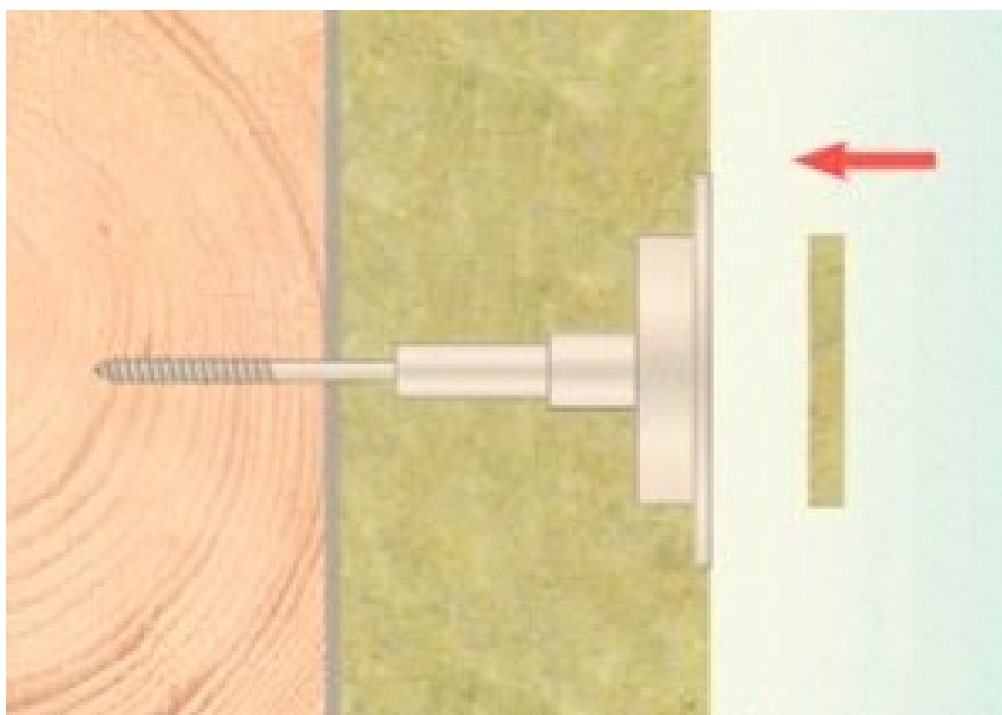


Рисунок 3.1 – Теплова ізоляція металевого стрижня дюбеля при монтажі

Знайдемо приведенний опір теплопередачі газобетонних блоків з теплоізоляцією товщиною 100 мм, з врахуванням теплоізолюваних металевих стрижнів.

$$R_{\Sigma} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k N_k} = \frac{615}{\frac{615}{5,02} + 25,941} = 4,14 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Отже, у другому варіанті при використанні утеплення тієї ж товщини та ізоляції стержнів, отримуємо таку ж теплоізоляцію стіни як і при використанні ізоляційного матеріалу із товщиною, котра на 50% перевищує попередній варіант.

Тепер зробимо розрахунок теплової потужності при використанні теплової ізоляції металевих стрижнів дюбеля при монтажі:

$$q_{\text{ц}} = A_{\text{ц}} \cdot U_{\text{ц}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 615 \cdot 0,2 \cdot (20 - -0,2) = 2,484 \text{ (кВт)}$$

$q_{\text{ц}}$ – теплова потужність;

$A_{\text{ц}}$ – площа стіни;

$U_{\text{ц}}$ – коефіцієнт опору теплопередачі;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура.

Далі проводимо розрахунок енерговитрат газобетонних блоків з теплоізоляцією при використанні теплової ізоляції металевих стрижнів дюбеля при монтажі:

$$Q_{\text{ц}} = A_{\text{ц}} \cdot U_{\text{ц}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 615 \cdot 0,2 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 12,224 \text{ (тис кВт} \cdot \text{год)};$$

$Q_{\text{ц}}$ – витрата енергії через газобетонні блоки з теплоізоляцією та теплової ізоляції металевих стрижнів дюбеля;

$A_{\text{ц}}$ – площа газобетонних блоків;

$U_{\text{ц}}$ – коефіцієнт опору теплопередачі газобетонних блоків з теплоізоляцією та теплової ізоляції металевих стрижнів дюбеля;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура;

n – кількість днів опалюваного сезону;

Для проведення порівняння енерговитрат світлопрозорих конструкцій, залежно від обраної профільної системи, необхідно навести характеристики склопакетів, котрі представлені в таб. 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики склопакетів

Профільна система	Кількість камер, шт	Опір теплопередачі, $m^2 \cdot K / W$	Коефіцієнт опору теплопередачі, $W / m^2 \cdot K$
Склопакет LWS 3 4-10-4-10-4	2	0,98	1,02
Склопакет Cealan S 8000 4i-18-4-18-4i	2	1,07	0,93

Робимо розрахунок світлопрозорих конструкцій з використанням склопакету LWS 3 для перелічених вище вікон та віконно-дверних блоків:

Вікно 1

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1,89 + 0,42}{1,89 \cdot 1,08 + 0,42 \cdot 0,94 + 4,62 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Вікно 2

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{9,08 + 1,93}{9,08 \cdot 1,08 + 1,93 \cdot 0,94 + 22 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Вікно 3

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1,34 + 0,31}{1,34 \cdot 1,08 + 0,31 \cdot 0,94 + 3,3 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Вікно 4

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{9,28 + 1,97}{9,28 \cdot 1,08 + 1,97 \cdot 0,94 + 22,5 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Вікно 5

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{4,9 + 1,1}{4,9 \cdot 1,08 + 1,1 \cdot 0,94 + 12 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Вікно 6

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{6,48 + 1,52}{6,48 \cdot 1,08 + 1,52 \cdot 0,94 + 16 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Вікно 7

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{15,75 + 3}{15,75 \cdot 1,08 + 3 \cdot 0,94 + 37,5 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Вікно 8

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{4,41 + 0,84}{4,41 \cdot 1,08 + 0,84 \cdot 0,94 + 10,5 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Вікно 9

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{44,03 + 7,77}{44,03 \cdot 1,08 + 7,77 \cdot 0,94 + 103,6 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Вікно 10

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{42,25 + 7,75}{42,25 \cdot 1,08 + 7,75 \cdot 0,94 + 100 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Віконно-дверний блок 1

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{46,48 + 8,53}{46,48 \cdot 1,08 + 8,53 \cdot 0,94 + 110 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Віконно-дверний блок 2

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{204,75 + 39}{204,75 \cdot 1,08 + 39 \cdot 0,94 + 487,5 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі світлопрозорої конструкції, $R_{\min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$U_{\Sigma i}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

A_f — площа, яку займає профільна система у площині конструкції, м^2 ;

A_g — площа, яку займають видимі частини склопакетів, м^2 ;

I_g — периметр видимої частини склопакету, м ;

U_f — коефіцієнт теплопередачі профільної системи, включаючи армування і фурнітуру, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

U_g — коефіцієнт теплопередачі склопакету у центральній точці, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

Ψ_g — розрахунковий лінійний коефіцієнт теплопровідності, що враховує вплив скла, дистанційної рамки і рами на теплотехнічні властивості вікна, Вт/К.

Робимо розрахунок світлопрозорих конструкцій з використанням склопакету Gealan S 8000 для вікна 2,22м·1,5м:

Вікно 1

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1,85 + 0,46}{1,85 \cdot 1,08 + 0,46 \cdot 0,94 + 4,67 \cdot 0,08} = 0,82 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 2

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{8,75 + 2,26}{8,75 \cdot 0,99 + 2,26 \cdot 0,87 + 22,44 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 3

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1,34 + 0,31}{1,34 \cdot 0,99 + 0,31 \cdot 0,87 + 3,33 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 4

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{8,89 + 2,36}{8,89 \cdot 0,99 + 2,36 \cdot 0,87 + 22,95 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 5

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{4,92 + 1,08}{4,92 \cdot 0,99 + 1,08 \cdot 0,87 + 12,24 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 6

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{6,56 + 1,44}{6,56 \cdot 0,99 + 1,44 \cdot 0,87 + 16,48 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 7

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{14,44 + 4,31}{14,44 \cdot 0,99 + 4,31 \cdot 0,87 + 38,25 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 8

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{4,04 + 1,21}{4,04 \cdot 0,99 + 1,21 \cdot 0,87 + 10,71 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{M^2 \cdot K}{BT} \right)$$

Вікно 9

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{39,37 + 12,43}{39,37 \cdot 0,99 + 12,43 \cdot 0,87 + 105,67 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Вікно 10

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{38 + 12}{38 \cdot 0,99 + 12 \cdot 0,87 + 103 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Віконно-дверний блок 1

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{43,45 + 11,55}{43,45 \cdot 0,99 + 11,55 \cdot 0,87 + 113,3 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

Віконно-дверний блок 2

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{195 + 48,75}{195 \cdot 0,99 + 48,75 \cdot 0,87 + 497,25 \cdot 0,06} = 0,92 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі світлопрозорої конструкції, $R_{\min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$U_{\Sigma i}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

A_f — площа, яку займає профільна система у площині конструкції, м^2 ;

A_g — площа, яку займають видимі частини склопакетів, м^2 ;

I_g — периметр видимої частини склопакету, м ;

U_f — коефіцієнт теплопередачі профільної системи, включаючи армування і фурнітуру, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

U_g — коефіцієнт теплопередачі склопакету у центральній точці, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$;

Ψ_g — розрахунковий лінійний коефіцієнт теплопровідності, що враховує вплив скла, дистанційної рамки і рами на теплотехнічні властивості вікна, $\text{Вт}/\text{К}$.

В подальшому проведемо розрахунок теплової потужності світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету LWS 3 для всіх типів вікон та віконно-дверних блоків:

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 2,31 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,057 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 11 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,271 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 1,65 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,041 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 11,25 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,277 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 6 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,148 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 8 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,197 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 18,75 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,462 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 5,25 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 0,129 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 51,8 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 1,277 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 50 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 1,232 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 55 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 1,355 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 243,75 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) = 6,007 \text{ (кВт)}$$

$q_{\text{СК}}$ – теплова потужність світлопрозорих конструкцій;

$A_{\text{СК}}$ – площа світлопрозорих конструкцій;

$U_{\text{СК}}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура.

Рахуємо теплову потужність світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету Gealan S 8000 для всіх типів вікон та віконно-дверних блоків:

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 2,31 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,051 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 11 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,242 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 1,65 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,036 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 11,25 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,248 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 6 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,132 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 8 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,176 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 18,75 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,413 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 5,25 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 0,116 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 51,8 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 1,141 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 50 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 1,101 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 55 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 1,211 \text{ (кВт)}$$

$$q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) = 243,75 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) = 5,367 \text{ (кВт)}$$

І тепер нарешті проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій LWS 3 для всіх типів вікон та віконно-дверних блоків:

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 2,31 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,28 \text{ (тис. кВт·год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 11 \cdot 1,22 \cdot (20 - 0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 1,334 \text{ (тис. кВт·год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 1,65 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,2 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 11,25 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 1,364 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 6 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,727 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 8 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,97 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 18,75 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 2,273 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 5,25 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,637 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 51,8 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 6,281 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 50 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 6,062 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 55 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 6,669 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 243,75 \cdot 1,22 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 29,554 \text{ (тис.}$$

кВт·год)

$Q_{\text{СК}}$ – витрата енергії через світлопрозорі конструкції;

$A_{\text{СК}}$ – площа світлопрозорих конструкцій;

$U_{\text{СК}}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура;

n – кількість днів опалюваного сезону.

Проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій Gealan S 8000 для всіх типів вікон та віконно-дверних блоків:

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 2,31 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,25 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 11 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 1,192 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 1,65 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,179 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 11,25 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 1,219 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 6 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,65 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 8 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,867 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 18,75 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 2,031 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 5,25 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 0,569 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 51,8 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 5,611 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{СК}} = A_{\text{СК}} \cdot U_{\text{СК}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 50 \cdot 1,09 \cdot (20 - -0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 5,416 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{ск}} = A_{\text{ск}} \cdot U_{\text{ск}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 55 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 5,958 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

$$Q_{\text{ск}} = A_{\text{ск}} \cdot U_{\text{ск}} \cdot (t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \cdot 24 \cdot n = 243,75 \cdot 1,09 \cdot (20 - 0,2) \cdot 24 \cdot 205 = 26,405 \text{ (тис. кВт}\cdot\text{год)}$$

Робимо порівняння отриманих результатів і дані заносимо у табл. 3.3, 3.4.

Таблиця 3.3 – Порівняння результатів розрахунків вікон у житлових приміщеннях та в МЗК

Отримані дані	Житлові приміщення		МЗК	
	LWS	Gealan S	LWS	Gealan S
	3	8000	3	8000
Опір теплопередачі, ($R_{q \min}=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	0,82	0,92	0,82	0,92
Сума теплової потужності огорожувальної конструкції, кВт	2,814	2,515	1,277	1,141
Сума витрат теплової енергії впродовж опалюваного сезону, тис. кВт·год	13,847	12,373	6,281	5,611

Таблиця 3.4 – Порівняння результатів розрахунків віконно-дверних блоків у житлових приміщеннях та в МЗК

Отримані дані	Житлові приміщення		МЗК	
	LWS	Gealan S	LWS	Gealan S
	3	8000	3	8000
Опір теплопередачі, ($R_{q \min}=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	0,82	0,92	0,82	0,92
Сума теплової потужності огорожувальної конструкції, кВт	6,007	5,367	1,355	1,211
Сума витрат теплової енергії впродовж опалюваного сезону, тис. кВт·год	29,554	26,405	6,669	5,958

3.4 Висновки за результатами дослідження

Аналізуючи отримані результати проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Забезпечення необхідних показників мінімальних значень опору теплопередачі, при розрахунках зовнішньої огорожуючої конструкції – стіни, можливо здійснити двома способами. Перший із них, це збільшення товщини теплоізолюючого матеріалу, що суттєво збільшить його вартість. Та другий – проводити теплоізоляцію із використанням ізоляційного матеріалу, що має коефіцієнт теплопровідності не нижче $0,033 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ і відповідно його товщиною не менше 10 см, а також паралельно забезпечити теплову ізоляцію металевого стрижня дюбелів, що використовувалися при монтажі.

2. За умов використання в світлопрозорих конструкціях склопакетів, котрі гарантують вищий опір теплопередачі конструкції, ніж у двокамерних склопакетів, можна отримати до 15 % зменшення витрати теплової енергії впродовж опалюваного сезону. У числовому вираженні це значення становитиме близько 3 тис. кВт·год.

3. Для віконно-дверних блоків більш енергоефективним буде використання сучасних склопакетів в якості вхідних дверей та балконних дверей замість двохкамерних, витрата теплової енергії впродовж опалюваного сезону зменшується на 15%.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організація охорони праці

З метою уникнення надзвичайних ситуацій, підрядна організація, яка здійснює будівельні роботи повинна забезпечити всі умови, для забезпечення безпечних умов праці для робітників.

Безпека на будівельному майданчику (проведення первинних та цільових інструктажів по техніці безпеки) охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

До прикладу, на будівельному майданчику бригадир зобов'язаний забезпечити високу трудову дисципліну серед членів бригади і вимагати від робітників виконання правил внутрішнього розпорядку та правил безпеки праці. Адже, відповідальність за порушення правил з охорони праці на виробництві, в першу чергу, несуть посадові особи, тобто ті особи на яких покладено виконання обов'язків з охорони праці. Завдання керівників і самих виконавців полягає в тому, щоб усунути умови, які сприятимуть появі нещасних випадків, або максимально їх зменшити. Однак ці попереджувальні заходи не можливо своєчасно реалізувати, коли заздалегідь вони технічно і організаційно не підготовлені. Організація цієї підготовки можлива, коли у проектній документації буде передбачений перелік комплексу небезпек, які існують, характер цих небезпек, тяжкість нещасних випадків та заходи попередження нещасних випадків.

Питання щодо забезпечення здорових і безпечних умов праці вирішується також при проектуванні будівельного генерального плану. Детальні питання безпеки праці розробляються в технологічних картах на всі будівельно-монтажні роботи: земляні, цегляні, залізобетонні, монтажні, електромонтажні, санітарно-технічні, оздоблювальні, навантажувально-розвантажувальні, транспортні. Всі рішення щодо виконання робіт, які передбачають безпечність і повністю виключають елемент ризику при виконанні робочої операції відображаються в складових частинах технологічної карти.

Правильна організація будівельного майданчика і створення безпечних умов роботи є першочерговим етапом здійснення будівництва будь-якого об'єкту і однією з передумов зниження виробничого травматизму і професійних захворювань працюючих.

4.2 Організація будівельних майданчиків, робочих ділянок і робочих місць

Важливо забезпечити будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ДБН А.3.2-2-2009. Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

-огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів;

-огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановити схему руху автотранспорту. Транспортні засоби та пішоходи повинні потрапляти на об'єкт будівництва і покидати його через різні проходи і проїзди, що призначені для транспортних засобів і пішоходів. Для доступу в основні робочі зони тимчасові автомобільні шляхи повинні бути обладнані пішохідними переходами з відповідними знаками.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5:2016, бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год - на поворотах.

Для зміни на період будівництва існуючої схеми дорожнього руху на під'їзних шляхах до будівельного майданчика або для вжиття спеціальних заходів із забезпечення безпеки руху у складі ПОБ розробляється схема дорожнього руху, яка узгоджується з Державтоінспекцією МВС України, місцевими органами влади та організацією, що обслуговує ці шляхи.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018, ДСТУ А.3.2-15:2011, для запобігання засліплювальній дії освітлювальних приладів на працюючих. Обладнання систем освітлення не повинно створювати ризик ураження електрострумом.

Виконання робіт у місцях, рівень освітленості яких не відповідає вимогам ДСТУ А.3.2-15:2011, не допускається.

У разі виконання робіт у закритих приміщеннях, на висоті, під землею у ПВР повинні бути зазначені шляхи евакуації людей у безпечні зони у випадку небезпечних або аварійних ситуацій.

Всі замкнені простори, в яких виконуються будь-які роботи, повинні бути обладнані вентиляцією та освітленням.

Для піднімання та опускання працівників на робочі місця під час зведення будівель і споруд висотою або глибиною 25 м і більше необхідно використовувати пасажирські або вантажопасажирські підйомники (ліфти).

У разі розташування робочих місць згідно з ПВР на перекриттях навантаження на перекриття від розміщених матеріалів, устаткування, оснащення і людей не повинні перевищувати розрахункові навантаження, передбачені проектом, з урахуванням фактичного технічного стану несучих будівельних конструкцій.

Під час виконання робіт на висоті знизу під місцем виконання робіт необхідно визначити та огородити небезпечні зони. У разі суміщення робіт по одній вертикалі всі робочі місця повинні бути обладнані захисними пристроями (настилами, сітками, козирками), встановленими на відстані не більше ніж 6,0 м по вертикалі від розміщеного нижче робочого місця.

Технологічні, ліфтові та інші отвори в перекриттях та покриттях для запобігання доступу до них працюючих необхідно закрити суцільними настилами або огородити вздовж периметра згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011[21].

Робочі місця, на яких застосовується устаткування, пуск якого здійснюється ззовні, повинні бути обладнані сигналізацією, що попереджує про пуск цього обладнання; за необхідності треба забезпечити двосторонній зв'язок з оператором.

4.3 Експлуатація засобів виконання будівельно-монтажних робіт

Під час експлуатації будівельних машин, засобів механізації, пристроїв, оснащення, ручних машин, інструменту (далі - будівельних машин) повинні бути передбачені заходи та засоби із запобігання впливу на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів ДСТУ 2273-2006:

- підвищений рівень шуму, вібрації, загазованості, запиленості робочої зони машиніста;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Забороняється експлуатація засобів механізації без передбачених їх конструкцією огорож, блокування, систем сигналізації та інших засобів колективного захисту працюючих.

Вантажопідіймальні крани, підлягають реєстрації в органах державного гірничого нагляду та промислової безпеки відповідно до заяви роботодавця, у власності або в оренді якого перебувають ці крани.

Зона монтажу (демонтажу) будівельної машини повинна бути огорожена або позначена знаками безпеки і попереджувальними написами.

Для забезпечення безпечного виконання робіт вантажопідіймальними кранами необхідно розробити проекти виконання робіт кранами, технологічні карти щодо складування вантажів, навантаження і розвантаження рухомого складу, з якими повинні бути ознайомлені (за власноручним підписом)

працівники, відповідальні за безпечне виконання робіт кранами, машиністи кранів, стропальники.

До початку виконання робіт із застосуванням вантажопідіймальних машин керівник робіт повинен згідно з ПВР визначити місце їх устанавлення, робочу зону машини та межі небезпечних зон, що можуть виникнути під час експлуатації. При цьому повинна забезпечуватись оглядовість робочої зони з робочого місця машиніста. У разі обмеженості поля зору машиніста повинен бути призначений сигнальний; між сигнальником і машиністом повинен бути забезпечений надійний двосторонній зв'язок (телефонний, радіозв'язок). Використання проміжних сигнальників для передачі сигналів машиністу не допускається.

Межі потенційно небезпечних зон під час експлуатації вантажопідіймальних кранів визначаються відстанню від осі повороту крана, яка складається з робочого вильоту вантажного гака крана, плюс половина горизонтальної проекції вантажу, плюс величина відльоту вантажу у випадку падіння (визначається згідно з додатком Е.1), до місця можливого падіння вантажу.

Під час проектування роботи крана необхідно передбачити заходи для запобігання доторканню стріли крана або башти до ліній електропередачі, інших кранів або будівель і споруд.

Небезпечні зони повинні бути окреслені (визначені) на будівельних генеральних планах ПВР.

Межа постійної небезпечної зони крана дорівнює радіусу поворотної платформи машини плюс один метр.

Межі небезпечних зон не повинні виходити за межі будівельних майданчиків або робочих ділянок.

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог:

- перед кожною вдачею інструменту в роботу повинна бути перевірена його комплектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуху, кабелю (рукава);

- перед початком роботи повинна бути перевірена справність вимикача та машини на холостому ході;
- під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини необхідно вимкнути та від'єднати від електричної мережі;
- ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, перевищує 10 кг, повинні мати пристрій для підвішування;
- під час роботи з ручними машинами на висоті необхідно використовувати засоби підмащування (помости);
- нагляд за експлуатацією ручних машин необхідно доручати спеціально призначеній для цього особі.

Під час роботи з пневматичними машинами необхідно:

- забезпечити працівників рукавицями, взуттям на віброізолювальній основі та засобами захисту від виробничого шуму;
- не допускати роботу машини на холостому ході (крім випадків апробації);
- не рідше одного разу на 10 днів ручні пневматичні машини та інструмент необхідно піддавати технічному огляду;
- у разі виявлення несправностей терміново припинити роботу та здати машину в ремонт.

4.4 Надзвичайні ситуації техногенного та природнього характеру

Оскільки об'єкт будівництва «Відпочинковий комплекс» розташований в с. Поляниця, що відноситься до туристичної зони Карпат, то організації, підприємства, заводи легкої та важкої промисловості в даному регіоні відсутні. Умови, для виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру виключені.

Серед надзвичайних ситуацій природного походження в даному регіоні України найчастіше трапляються:

- геологічні небезпечні явища (зсуви, обвали та осипи, просадки земної поверхні);
- метеорологічні небезпечні явища (зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь);
- гідрологічні небезпечні явища (повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод та ін.);
- природні пожежі лісових масивів;

Стихійні явища часто виникають в комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища, переважно, визначаються трьома основними групами процесів - ендегенними, екзогенними та гідрометеорологічними.

Стихійні лиха, що мають місце в даному регіоні, можна поділити на прості, що включають один елемент (наприклад, сильний вітер, зсув або землетрус) та складні, що включають декілька процесів однієї групи або кількох груп, наприклад, негативних атмосферних та геодинамічних екзогенних процесів, ендегенних, екзогенних та гідрометеорологічних процесів.

В Україні щорічно спостерігається до 150 випадків стихійних метеорологічних явищ. Частіше за все повторюються сильні дощі, снігопади, ожеледі, тумани. Рідше бувають пилові бурі, крижані обмерзання.

Для Українських Карпат найбільш характерні сильні зливи, що викликають селеві та зливові потоки, град, сильні вітри, тумани, заметілі, сильні снігопади.

На території Закарпатської, Івано-Франківської та Львівської областей снігопади бувають щорічно протягом січня – лютого. В Карпатах в окремих випадках випадає більше 100 мм.

Для своєчасного реагування на будівництві необхідна схема оповіщення. В разі виникнення надзвичайних ситуацій, необхідно проінформувати керівників підрядних організації, для організації безпечного перебування працівників на об'єкті будівництва, або забезпечити евакуацію до безпечної зони.

Заборонити процес будівництва на зимовий період з метою уникнення впливу природніх факторів на безпеку працівників, які задіяні в процесі будівництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра було детально розглянуто будівництво відпочинкового комплексу в селі Поляниця Яремчанської міської ради Івано-Франківської області. В роботі основним завданням було розробка проєкту відпочинкового комплексу з дослідженням його енергоефективності.

Провівши аналіз можливих енергоефективних заходів, було запропоновано варіанти забезпечення необхідних показників енергоефективності. Після проведених розрахунків та обрання найефективніших заходів, було запропоновано оптимальні рішення, для в гірській місцевості. Для забезпечення нормативного коефіцієнту опору теплопередачі в стінових конструкціях запропоновано використання тоншого шару утеплювача з одночасною теплоізоляцією металевих стержнів кріплення теплоізоляційного матеріалу. Для отримання необхідних показників світлопрозорих конструкцій запропоновано використання склопакету із нанесеною на ньому теплозберігаючим покриттям.

Вивчення даного питання дає змогу, проєктувати будівель і споруд, в умовах зростаючої потреби в економії енергоресурсів із незмінними вимогами до комфортності проживання та для безпечного перебування і відпочинку людей з без ризику, для життя і здоров'я.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014, – К: Мінрегіон України, 2014, – 44 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – К: Мінрегіон України, 2012, – 122 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К: Мінрегіон України, 2019, – 185 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1-7:2016. – К: Мінрегіон України, 2017, – 39 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівництво в сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12-2014. – К: Мінрегіон України, 2014, – 118 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1: ДБН В.1.2-2:2006. – К: Мінбуд України, 2006, – 75 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: ДБН В.1.2-14:2018. – К: Мінрегіон України, 2018, – 36 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009. – К: Мінрегіон України, 2009, – 82 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. З Поправкою: ДБН В.2.2-15:2019. – К: Мінрегіон України, 2019, – 42 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Будинки і споруди. Підприємства харчування (Заклади ресторанного господарства): ДБН В.2.2-25:2009. – К: Мінрегіон України, 2010, – 85 с. – (Державні будівельні норми України).

11. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення: ДБН В.2.2-40:2018.– К: Мінрегіон України, 2018, – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
12. Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5-56-2014. – К: Мінрегіон України, 2015, – 134 с. – (Державні будівельні норми України).
13. Опалення, Вентиляція, та Кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – К: Мінрегіон України, 2013, – 240 с. – (Державні будівельні норми України).
14. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. – К: Мінрегіон України, 2022, – 27 с. – (Державні будівельні норми України).
15. Бетонні та залізобетонні конструкції: ДБН В.2.6-98-2009. – К: Мінрегіон України, 2011, – 71 с. – (Державні будівельні норми України).
16. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності): ДСТУ 8855:2019. – К: ДП «УкрНДНЦ», 2019, – 17 с. – (Національні стандарти України).
17. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – К.: Мінрегіон України, 2011, – 123 с. – (Національні стандарти України).
18. Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 2273:2006. – К: Мінрегіон України, 2006, – 44 с. – (Національні стандарти України).
19. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків: ДСТУ Б А.3.2-15:2011, – К: Мінрегіон України, 2012, – 144 с. – (Національні стандарти України).
20. Основні вимоги до проектної та робочої документації, Мінрегіонбуд України: ДСТУ Б А.2.4-4, – К: Мінрегіон України, 2009, – 57 с. – (Національні стандарти України).
21. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень: ДСТУ Б А.2.4-7:2009, – К: Мінрегіон України, 2009, – 74 с. – (Національні стандарти України).
22. Труби зі структурованого поліетилену для мереж холодного, гарячого водопостачання й опалення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-143:2007 (EN ISO

15875-2:2003, MOD), – К: Мінрегіон України, 2006, – 33 с. – (Національні стандарти України).

23. Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. ТУ: ДСТУ Б В.2.8-43:2011, – К: Мінрегіон України, 2012, – 9 с. – (Національні стандарти України).

24. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем: ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013, – К: Мінрегіон України, 2013, – 29 с. – (Національні стандарти України).

25. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”// Ковальчук Я.О., Крамар Г.М., Мещерякова О.М., Тернопіль, 2020. – 56 с.