

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМ. О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА,
ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему : **ПРИВАТНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК В М. УЖГОРОД**

Виконав: студент 4 курсу, групи ПЦБ23-1у
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»
Бужинська Ольга Ігорівна

Керівник



Набока А.В

Рецензент



Пустовойтова О.М.

Харків

2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра будівельних конструкцій
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань – 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність – 192 – Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри БК



к.т.н.. доц. Спіранде К.В.

«01» червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Бужинська Ольга Ігорівна

1. Тема проекту: Приватний житловий будинок в м. Ужгород

Керівник проекту : к.т.н.,доц. Набока Анатолій Віталійович, затверджені наказом вищого навчального закладу від « 26 » травня 2026 р. № 447-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 15 ” червня 2026 року.

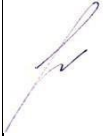
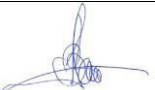
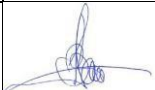
3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив'язкою до місцевості, геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій, проектне завдання, архітектурно-планувальне рішення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина підземної та надземної частин будівлі, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на будівельному майданчику

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

архітектурно-будівельна частина: фрагмент генерального плану, фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000; розрахунково-конструктивна частина: робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, ригелі, елементи покриття та перекриття, колони); розділ технології будівельного виробництва: технологічна карта

6. Консультанти розділів проекту

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В		
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина	2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта	Александрович В.А.		
	2.2 Розрахунок надземної частини об'єкта	Набока А.В		
Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва		Ватуля Г.Л.		
Розділ 4 Охорона праці		Косенко Н.О.		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М.		

7. Дата видачі завдання: 01 червня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту		Строк виконання етапів	Примітка
Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина		01.06.26 – 4.03.26	виконано
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина	2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта	5.06.26 – 6.06.26	виконано
	2.2 Розрахунок надземної частини об'єкта	8.06.26 – 12.06.26	виконано
Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва		12.06.26 – 13.06.26	виконано
Розділ 4 Охорона праці		15.06.26 – 15.06.26	виконано

Студент



Бужинська О. І.

Керівник проекту



Набока А.В

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1. Природно-кліматичні умови району будівництва.....	6
1.2. Архітектурно-планувальні рішення	8
1.3. Конструктивне рішення	10
1.3.1. Стіни.....	10
1.3.2. Перегородки.....	11
1.3.3. Перекриття.....	12
1.3.4. Утеплення та облицювання зовнішніх стін	12
1.3.5. Вікна та двері.....	12
1.3.6. Підлоги.....	13
1.4. Інженерне обладнання.....	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	4
2.1. Розрахунок підземної частини об'єкта.....	4
2.1.1. Фізико-механічні характеристики ґрунтів	5
2.1.2. Проектування ґрунтової подушки	8
2.1.3. Коефіцієнти надійності	8
2.2. Розрахунок надземної частини об'єкта	9
2.2.1. Навантаження на покрівлю та перекриття будівлі.....	9
2.2.2. Розрахунок снігового навантаження.....	10
2.2.3. Розрахунок вітрових навантажень	11
2.2.4. Вихідні параметри і конструктивні рішення.....	12
2.2.5. Розрахунок залізобетонної колони.	13
2.2.6. Розрахунок монолітної плити перекриття.....	17
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	20
3.1. Організація робіт	20
3.2. Земляні роботи	21
3.3. Арматурні та бетонні роботи	24
3.4. Зведення стін з газобетону	28

3.5. Зведення мансардного поверху та влаштування покрівлі	30
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	33
4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування	35
4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.	36
4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	38
4.5. Висновки.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	43

РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Природно-кліматичні умови району будівництва

Проектowana житлова будівля загальною площею 397,21м² розташовується у межах м. Ужгород Закарпатської області. Географічне положення та природні особливості даного регіону стали визначальними факторами при розробці об'ємно-планувальних рішень та виборі конструктивних елементів. Відповідно до класифікації за ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливи» та ДСТУ-Н Б В.1.1.-27: 2010 «Будівельна кліматологія», територія забудови відноситься до III (підрайон Б) кліматичного району України. [1,2] При розрахунку теплотехнічних показників зовнішніх стін та потужності опалювальних систем враховувалася розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, яка для даної місцевості становить -18°C

Вітрове навантаження – 400 Па

Снігове навантаження – 1400 Па

Товщина стінки ожеледі – 11 мм

Вітрове навантаження при ожеледі – 150 Па

Напрямок вітрів – південно-східний, східний

Найбільша кількість опадів у липні – 83 мм

Нормативне розрахункове промерзання ґрунту – 0,8-0,9 см

Специфікою району будівництва є його висока сейсмічна активність. Згідно з положеннями ДБН В.1.1-12:2014 (карта ЗСР-2004-А), сейсмічна інтенсивність для майданчика в м. Ужгород становить 7 балів.[3] Саме цей фактор зумовив вибір монолітного залізобетонного каркаса як основної конструктивної системи, що здатна забезпечити необхідну просторову жорсткість та експлуатаційну надійність будівлі при можливих сейсмічних коливаннях.

Згідно з діючою нормативною базою України (ДБН А.2.2-3:2014, ДБН В.1.2-14:2018), даний об'єкт будівництва віднесено до класу наслідків СС1, [5,10] оскільки це приватний житловий будинок з невеликою кількістю мешканців,

що передбачає найнижчий рівень ризику та відповідальності за нормами будівництва.

Нижче наведено візуальне представлення екстер'єру розробленого проєкту.



Рис.1.1 – Візуалізація 1



Рис.1.2 – Візуалізація 2

1.2. Архітектурно-планувальні рішення

Будинок спроектований так, щоб чітко розділити простір на робочу та житлову зони. Вся будівля площею 397,21м² розділена на три рівні, кожен з яких має своє призначення. Основою проєкту став підземний поверх, де розміщено гараж для автомобілів та технічні приміщення. Це дозволило звільнити перший поверх для просторої вітальні та кухні. Особливістю цього рівня є велика засклена веранда, яка візуально розширює приміщення та забезпечує максимальне природне освітлення, створюючи плавний перехід між інтер'єром та прибудинковою територією. Другий поверх — це житлова мансарда, побудована з бруса. Плани поверхів наведені нижче.

Висота цокольного поверху – 2,800 м

Висота першого поверху – 3,000 м

Розміри будівлі в плані:

Між поздовжніми осями А-Ж – 10 100 мм

Між поперечними осями 1-8 – 24 000 мм

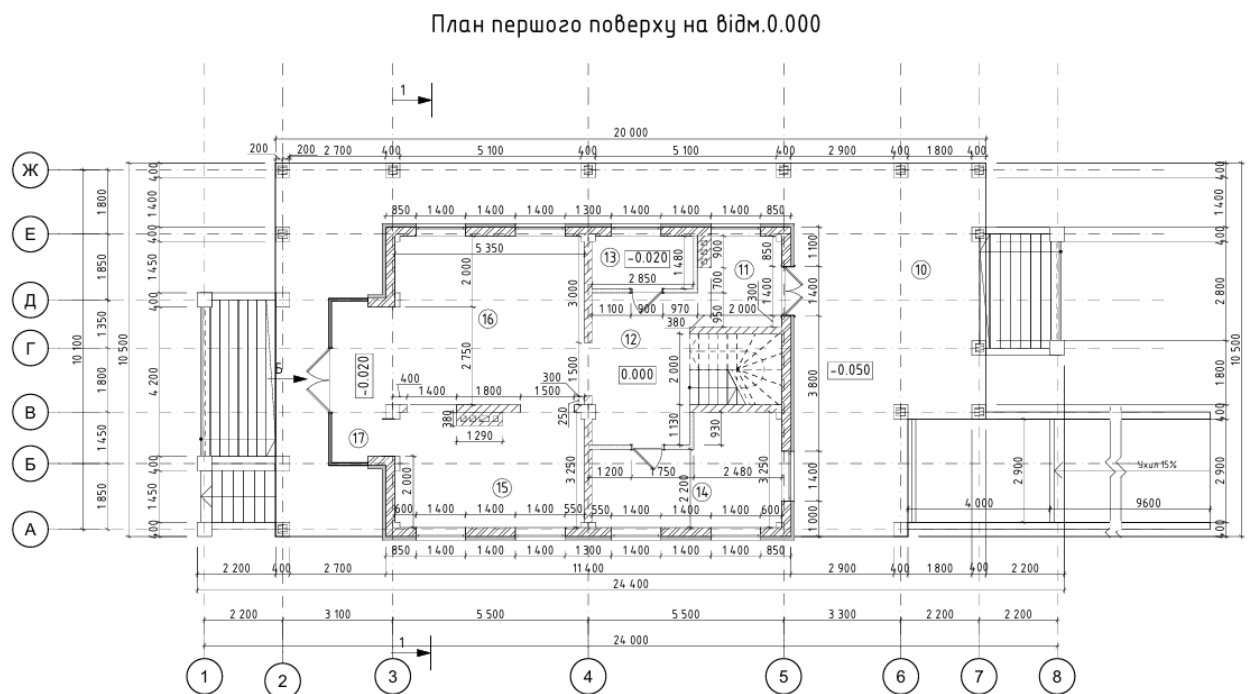


Рис.1.3 – План першого поверху

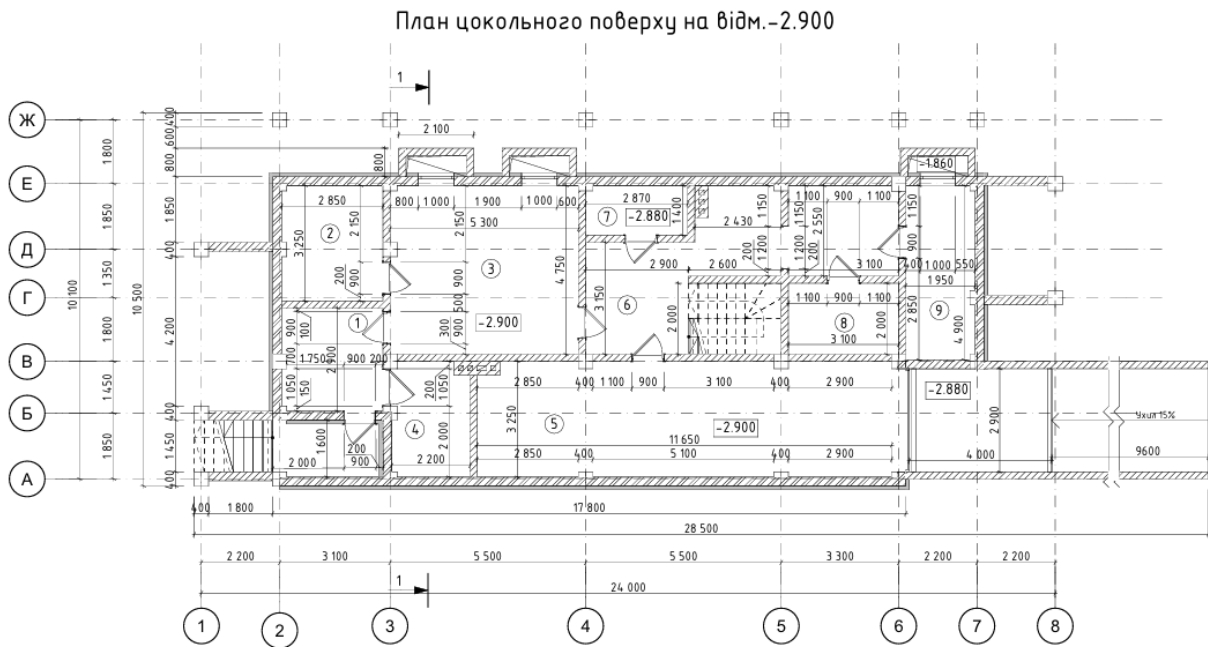


Рис 1.4 – План підземного поверху

Таблиця 1.1 - Експлікація приміщень 1-го поверху

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²
10	Тераса	93,36
11	Тамбур	5,66
12	Хол	12,15
13	Сан.вузол	4,19
14	Спальна кімната	14,2
15	Кухня-їдальня	16,27
16	Вітальня	25,38
17	Веранда	7,0
	Загальна площа	178,21

Таблиця 1.2 – Експлікація приміщень підземного поверху

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²
1	Тамбур	8,53

2	Комора	8,96
3	Тренажерна зала	25,31
4	Котельня	6,71
5	Гараж	38,1
6	Коридор	22,47
7	Сан.вузол	3,98
8	Комора	6,58
9	Домашній кінотеатр	10,0
	Загальна площа	130,64

1.3. Конструктивне рішення

Будинок каркасно-монолітний. Оскільки будівництво ведеться в районі з сейсмічністю 7 балів, особливу увагу приділено забезпеченню просторової жорсткості та стійкості будинку. Монолітні залізобетонні колони перерізом 200х200мм утворюють надійний вертикальний каркас. [3,20]

1.3.1. Стіни

Зовнішні стіни підземного рівня виконані з монолітного залізобетону товщиною 250мм. Колони також запроєктовані монолітними з перерізом 200х200мм. Вибір монолітного залізобетону для підземної частини зумовлений необхідністю сприйняття бічного тиску ґрунту та забезпечення абсолютної водонепроникності стін гаража. [20,22]

Для зведення зовнішніх стін першого поверху прийнято газобетонні блоки товщиною 250 мм. [24,25] Цей матеріал має низьку власну вагу, що зменшує навантаження на фундамент, та високі теплоізоляційні показники.

Був проведений теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін першого поверху:

Район будівництва – м.Ужгород

Конструкція зовнішніх стін:

Газоблок 0,25 м – $\rho = 530 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,12$

Вт/(м·К)

Мінеральна вата 0,1 м – $\rho = 75 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0,062 \text{ Вт/(м·К)}$

Декоративна штукатурка по сітці 0,01 м – $\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0,75 \text{ Вт/(м·К)}$

Ужгород належить до II температурної зони.

$R_{0\text{тр}} = 3,5$ – мінімально допустиме значення термічного опору згідно з ДБН

В.2.6-31:2021. у II температурній зоні.[9]

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + R_k + \frac{1}{a_H}, \text{ м}^2 \text{ К/Вт}; \quad R_k = \frac{\delta_k}{\lambda_k}$$

Де a_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни

a_H - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{a_H} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,12} + \frac{0,1}{0,062} + \frac{0,01}{0,75} + \frac{1}{23} = 3,9 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Стіна проходить за нормами бо виконується умова $R_0 = 3,9 > R_{0\text{тр}} = 3,5$

Стіни мансардного рівня запроєктовані з профільованого дерев'яного бруса перерізом 240х240 мм. Для забезпечення нормативного опору теплопередачі конструкції передбачено додаткове утеплення мінераловатними плитами. [9,26]

Теплотехнічний розрахунок стін мансарди:

Мінеральна вата 0,1 м – $\rho = 75 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0,062 \text{ Вт/(м·К)}$

Брус 240х240мм - $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ $\lambda = 0,15 \text{ Вт/(м·К)}$

$$R_0 = \frac{1}{a_B} + R_1 + R_2 + \frac{1}{a_H} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,062} + \frac{0,24}{0,15} + \frac{1}{23} = 3,7 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Стіна проходить за нормами бо виконується умова $R_0 = 3,7 > R_{0\text{тр}} = 3,5$

1.3.2. Перегородки

Міжкімнатні перегородки запроєктовані з гіпсокартонних систем на металевому каркасі з внутрішнім звукоізоляційним шаром із мінеральної вати. У приміщеннях із підвищеною вологістю (санвузли, кухні) передбачено використання вологостійкого гіпсокартону (ГКЛВ). Товщина перегородок 120мм

1.3.3. Перекриття

Міжповерхові перекриття виконані у вигляді монолітних залізобетонних плит. Вони міцно зв'язують колони та рівномірно розподіляють навантаження на каркас. Товщина перекриття 200мм. У місцях з'єднання плити перекриття з вертикальними колонами передбачено додаткове армування, що розраховується на міцність проти продавлювання. [14,20,21]

1.3.4. Утеплення та облицювання зовнішніх стін

Утеплення стін підземного поверху та цокольної частини передбачено плитами з екструдованого пінополістиролу товщиною 100 мм. [17] Цей матеріал має нульове водопоглинання і високу міцність на стиск, що захищає конструкцію від промерзання та механічних пошкоджень ґрунтом.

Цокольна частина (до відмітки 0.000) облицьована колотою фасадною цеглою.

Зовнішні стіни першого поверху покриваються шаром високоякісної декоративної штукатурки по армуючій сітці з подальшим фарбуванням фасадними гідрофобними фарбами.

Дерев'яний брус мансардного поверху покривають антисептиком та лазур'ю. [15,26]

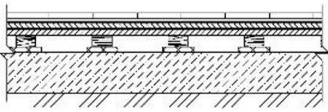
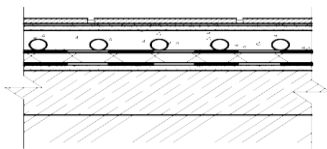
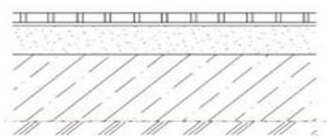
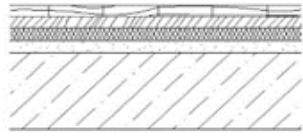
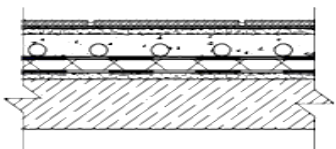
1.3.5. Вікна та двері

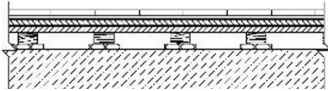
Для забезпечення нормативного природного освітлення в будинку встановлені металопластикові двокамерні вікна. Особлива увага приділена заскленій веранді першого поверху: тут застосовується розсувна панорамна система з гартованого безпечного скла з підвищеним опором теплопередачі, що дозволяє витримувати вітрові навантаження та забезпечує міцність конструкції.

Вхідні двері запроектовані металеві, протиударні, внутрішні – дерев'яні глухі та зі склінням. Вхідні двері та в санвузлах виконані з порогом в 20 мм. На в'їзді в гараж встановлені автоматичні ворота.

1.3.6. Підлоги

Таблиця 1.3 – Експлікація підлоги [16,17]

Номер приміщення	Шари підлоги	Схема підлоги	Площа підлоги, м ²
1,2,4,6,8	- Паркетні щити – 20мм - Паркетний клей – 6 мм - Грунтовка під клей - Вологостійка фанера – 20мм - Пароізоляція - Пінополістирол екструдований – 50мм - Гідроізоляція - Фундаментна плита		77,92
7,9	- Керамічна плитка – 10мм - Клей – 5мм - Вирівнююча стяжка – 10мм - Бетолайт бетон – 60мм - Труби водяної теплої підлоги - Гідроізоляція - Утеплювач – 50мм - Гідроізоляція - Стяжка - 20мм - Фундаментна плита		13,98
5	- Наливна підлога - Вирівнююча стяжка – 30мм - Гідроізоляція - Фундаментна плита		38,1
3	- Лінолеум – 5 мм - Клей - Вирівнююча стяжка – 20 мм - Утеплювач – 50 мм - Гідроізоляція - Фундаментна плита		25,31
13,17,15	- Керамічна плитка – 10мм - Клей – 5мм - Вирівнююча стяжка – 10мм - Бетолайт бетон – 60мм - Труби водяної теплої підлоги - Гідроізоляція - Утеплювач – 50мм - Гідроізоляція		27,46

	9. Стяжка - 20мм 10. Монолітне перекриття		
11,12,14,16	1. Паркетні щити – 20мм 2. Паркетний клей – 6 мм 3. Грунтовка під клей 4. Вологостійка фанера – 20мм 5. Пароізоляція 6. Пінополістирол екструдований – 50мм 7. Гідроізоляція 8. Монолітна плита перекриття		57,39

1.4. Інженерне обладнання

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»[7] та ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»[8], забезпечення будинку холодною водою та водовідведення здійснюється шляхом підключення до міських інженерних мереж.

Автономне гаряче водопостачання передбачено від електричного котла, який розміщено в котельні на підземному поверсі.

Опалення будинку запроєктовано комбінованим використанням радіаторів та теплої підлоги.

Електропостачання в будинку – централізоване.

Протипожежні заходи:

В проєкті передбачені рішення спрямовані на запобігання виникнення пожежі та її розповсюдження. Оскільки гараж - це приміщення з підвищеною пожежною небезпекою монолітна залізобетонна плита перекриття має клас вогнестійкості REI 90.

Усі дерев'яні елементи мансардного поверху просочуються антипіренами (вогнезахисними речовинами). Також проводку на мансардному поверсі

прокладають у негорючих ПВХ-трубах, щоб унеможливити займання від короткого замикання.

У житлових кімнатах та технічних приміщеннях підземного поверху встановлена димова сигналізація.

Сходи, які зв'язують всі три поверхи виконані з монолітного залізобетону та розташовані біля вхідних дверей на першому поверсі. Двері мають ширину 1 400 мм та висоту 2 000 мм, відкриваються назовні, по ходу руху.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок підземної частини об'єкта

Проектування основ та фундаментів житлового будинку в місті Ужгород виконано на основі комплексного аналізу фізико-механічних характеристик ґрунтового масиву будівельного майданчика. Усі вихідні дані про шари основи отримані в результаті інженерно-геологічних вишукувань, проведених у чіткій відповідності до вимог ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва».[12] Щоб гарантувати міцність підземних конструкцій та захистити будівлю від небезпечних просідань і тріщин, необхідно детально врахувати особливості залягання кожного шару ґрунту. Класифікація ґрунтів за стандартом ДСТУ ISO 14688-1:2021 «Геотехнічні дослідження та випробування. Ідентифікація та класифікація ґрунтів.»[13] здійснювалася на основі їхнього зернового складу (розміру частинок) та показників пластичності. Такий підхід забезпечив точну оцінку поведінки суглинків та пісків майданчика під майбутнім робочим навантаженням. Враховуючи географічне розташування об'єкта в межах Закарпатського регіону, який характеризується підвищеною сейсмічною активністю до 7–8 балів, усі конструктивні рішення підземного циклу адаптовані до вимог ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України».[3]

На основі аналізу матеріалів інженерно-вишукувальних робіт та побудованого геологічного розрізу, у межах взаємодії проєктованого будинку з ґрунтовим масивом виділено чотири базові інженерно-геологічні елементи (ІГЕ). Нижче наведено їхній детальний опис:

ІГЕ-1 Рослинно-ґрунтовий шар. Представлений гумусованим ґрунтом із численними залишками кореневої системи рослин. Товща залягання пласта зосереджена у верхньому рівні майданчика. Через низьку щільність, значну стисливість та неоднорідну структуру, цей шар не має необхідної несучої здатності. У зв'язку з цим, ІГЕ-1 повністю виключається з розрахунку як основа

фундаменту і підлягає обов'язковому видаленню з плями забудови на початковому етапі земляних робіт.

ІГЕ-2 Суглинок. Залягає безпосередньо під ґрунтовим шаром. Для цього типу ґрунту в умовах Закарпаття характерна висока чутливість до сезонного зволоження, що призводить до зниження його міцнісних показників та виникнення ризику нерівномірних деформацій. Оскільки природні характеристики суглинка не задовольняють вимогам щодо сприйняття проєктних навантажень від житлового будинку, проєктом передбачено його локальне вирізування та заміну штучною основою.

ІГЕ-3 Пісок гравіюватий. Залягає нижче шару суглинка та характеризується сприятливими будівельними властивостями. Цей ґрунт малостисливий, має високі значення кута внутрішнього тертя та модуля деформації. Завдяки своїй високій несучій здатності та стабільності структури, ІГЕ-3 слугує надійним природним ложем (опорою) для влаштування штучної ґрунтової подушки.

ІГЕ-4 Пісок крупний. Потужний підстеляючий пласт, розташований у нижній частині розрізу. Ґрунт має щільну структуру, не схильний до значних деформацій під навантаженням і забезпечує довготривалу просторову стабільність усього геологічного масиву під фундаментами споруди.

2.1.1. Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Оскільки техногенний рослинно-ґрунтовий шар (ІГЕ-1) повністю зрізається та не бере участі у сприйнятті навантажень від будівлі, його фізико-механічні параметри для розрахунку тримальної здатності не визначалися.

Таблиця 2.1 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів ІГЕ-2

Вологість природна, $w, \%$	23,84
Вологість на межі пластичності, $w_p, \%$	15,14
Вологість на межі текучості, $w_L, \%$	29,31
Число пластичності, $I_p, \%$	14,17
Показник текучості, I_L	0,61
Питома вага ґрунту, $\gamma, \text{кН/м}^3$	18,77

Питома вага частинок, γ_s , кН/м ³	27,32
Питома вага сухого ґрунту γ_d , кН/м ³	15,16
Коефіцієнт пористості, e	0,80
Пористість n, %	44,51
Ступінь вологості, S_r	0,81
Питома вага ґрунту зваженого у воді, γ_{sb} , кН/м ³	9,62
Кут внутрішнього тертя, ϕ , градуси	17
Питоме зчеплення, C , кПа	18
Модуль деформації в природному стані, E, МПа	10
Умовний розрахунковий опір, R_0 , кПа	184

Таблиця 2.2 – Розрахункові значення для ІГЕ-2

	За деформаціями	За несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м ³	18.58	18.21
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м ³	19.42	19.03
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м ³	9.52	9.33
Кут внутрішнього тертя в заданн. стані, град	16	15
Питоме зчеплення ґрунту в заданн. стані, МПа	0.016	0.015

Таблиця 2.3 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів ІГЕ-3

	ІГЕ-3
Вологість природна, w, %	18,3
Вологість на межі пластичності, w_p , %	-
Вологість на межі текучості, w_L , %	-
Число пластичності, I_p , %	-
Показник текучості, I_L	-
Питома вага ґрунту, γ , кН/м ³	19,6
Питома вага частинок, γ_s , кН/м ³	26,58
Питома вага сухого ґрунту γ_d , кН/м ³	16,57
Коефіцієнт пористості, e	0,6
Пористість n, %	37,66
Ступінь вологості, S_r	0,81
Питома вага ґрунту зваженого у воді, γ_{sb} , кН/м ³	10,36
Кут внутрішнього тертя, ϕ , градуси	39
Питоме зчеплення, C , кПа	0,5
Модуль деформації в природному стані, E, МПа	35
Умовний розрахунковий опір, R_0 , кПа	500

Таблиця 2.4 – Розрахункові значення для ІГЕ-3

	За деформаціями	За несучою здатністю
--	-----------------	----------------------

Питома вага ґрунту, кН/м^3	19.40	19.01
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м^3	20.14	19.73
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м^3	10.26	10.05
Кут внутрішнього тертя в заданн. стані, град	38	36
Питоме зчеплення ґрунту в заданн. стані, МПа	0.0004	0.0004

Таблиця 2.5 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів ІГЕ-4

	ІГЕ-4
Вологість природна, $w, \%$	18,1
Вологість на межі пластичності, $w_p, \%$	-
Вологість на межі текучості, $w_L, \%$	-
Число пластичності, $I_p, \%$	-
Показник текучості, I_L	-
Питома вага ґрунту, $\gamma, \text{кН/м}^3$	19,62
Питома вага частинок, $\gamma_s, \text{кН/м}^3$	26,59
Питома вага сухого ґрунту $\gamma_d, \text{кН/м}^3$	16,61
Коефіцієнт пористості, e	0,6
Пористість $n, \%$	37,53
Ступінь вологості, S_r	0,80
Питома вага ґрунту зваженого у воді, $\gamma_{sb}, \text{кН/м}^3$	10,37
Кут внутрішнього тертя, ϕ , градуси	39
Питоме зчеплення, $C_{II}, \text{кПа}$	0,5
Модуль деформації в природному стані, $E, \text{МПа}$	35
Умовний розрахунковий опір, $R_0, \text{кПа}$	500

Таблиця 2.6 – Розрахункові значення для ІГЕ-4

	За деформаціями	За несучою здатністю
Питома вага ґрунту, кН/м^3	19.42	19.23
Питома вага водонасиченого ґрунту, кН/м^3	20.16	19.75
Питома вага зваженого у воді ґрунту, кН/м^3	10.27	10.06
Кут внутрішнього тертя в заданн. стані, град	38	36
Питоме зчеплення ґрунту в заданн. стані, МПа	0.0004	0.0004

Глибина закладання підшови фундаментної плити прийнята на відмітці - 3.400 з урахуванням архітектурно-планувальних рішень підвального поверху будинку та необхідності пропуску підземних інженерних комунікацій. Цей рівень заглиблення надійно захищає конструкцію від сил морозяного пучіння, оскільки нормативна глибина промерзання ґрунтів в Ужгороді становить 0,8-0,9м.

2.1.2. Проектування ґрунтової подушки

Впровадження у проєкт штучної ґрунтової подушки завтовшки 900мм обумовлене необхідністю повної заміни слабкого та стисливого шару суглинку (ІГЕ-2) безпосередньо під подошвою фундаменту.

Для влаштування подушки прийнято піщано-гравійну суміш. В якості основи прийнято гранітний щебінь фракції 20 - 40 мм. Для заповнення пустот між каменями та створення єдиного жорсткого масиву застосовується пісок крупний або середньої крупності. Суміш не повинна містити понад 3–5% пилюватих або глинистих часток, а також жодних рослинних чи органічних домішок. Ущільнення виконується важкими віброплитами до досягнення коефіцієнта ущільнення сухого ґрунту $k_d \geq 0,95$. Модуль деформації: 40 МПа; Кут внутрішнього тертя: 40°.

2.1.3. Коефіцієнти надійності

Згідно з вимогами ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»[5], для забезпечення необхідної міцності, стійкості та експлуатаційної придатності несучих конструкцій, розрахунок необхідно виконувати з урахуванням коефіцієнтів надійності за відповідальністю будівель і споруд (γ_n).

Величина коефіцієнта безпосередньо залежить від класу наслідків об'єкта будівництва. Для житлового будинку з підземним гаражем та мансардним поверхом відповідно до характеристик можливих збитків та нормативних критеріїв встановлено клас наслідків відповідальності – СС1(незначні наслідки).[10]

Значення γ_n для першої групи граничних станів усталених ситуацій – 0,975.

Таблиця 2.7 - Коефіцієнти надійності

Клас наслідків (відповідальності)	Категорія відповідальності конструкції	Значення γ_n , які використовуються в розрахункових ситуаціях				
		усталених		перехідних		аварійних
		перша група граничних станів	друга група граничних станів	перша група граничних станів	друга група граничних станів	перша група граничних станів
СС1	A	1,000		0,950		
	Б	0,975	0,950	0,925	0,925	0,950
	B	0,950		0,900		
Примітка 1. Якщо у нормах проектування певних типів будівель або споруд не наведено конкретних рекомендацій щодо розподілу конструкцій за категоріями відповідальності відповідно до класів наслідків (відповідальності), слід їх відносити до категорії Б. Примітка 2. Для об'єктів нового будівництва, що споруджуються в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини національного та місцевого значення, які за всіма характеристиками можливих наслідків їх відмови відносяться до класу наслідків (відповідальності) СС1, коефіцієнт надійності γ_n, що передбачений для вищих класів наслідків, не застосовується.						

2.2. Розрахунок надземної частини об'єкта

2.2.1. Навантаження на покрівлю та перекриття будівлі

Таблиця 2.8 – Навантаження на 1м² монолітного перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності, γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійне навантаження			
Паркетні щити t = 20 мм $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$	0,14	1,2	0,168
Паркетний клей t = 6 мм $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$	0,09	1,3	0,117
Вологостійка фанера t = 20 мм $\rho = 650 \text{ кг/м}^3$	0,13	1,2	0,156
Пінополістирол екструдований t = 50 мм $\rho = 35 \text{ кг/м}^3$	0,02	1,3	0,026
Гідроізоляція t = 1 мм $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$	0,014	1,3	0,018
Монолітна з/б плита перекриття(С20/25) t = 200 мм	5	1,1	5,5

$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$			
Разом			$g = 5,985$
Тимчасове навантаження	1,5	1,3	$V = 1,95$
Всього			$q = 7,935$

Таблиця 2.9 – Навантаження на покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності, γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м^2
Постійне навантаження			
Металочерепиця Monterrey $t = 5 \text{ мм}$	0,05	1,3	0,065
Обрешітка 100x25 $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	0,043	1,1	0,047
Контробрешітка 50x50мм $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	0,015	1,1	0,017
Крокви дерев'яні 150x50мм, $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	0,15	1,1	0,165
Теплоізоляція (мінвата) $t = 200 \text{ мм}$, $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$	0,30	1,3	0,390
Гіпсокартон(внутр. підшиття мансарди) $t = 12,5 \text{ мм}$, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$	0,10	1,3	0,130
Разом			$g = 0,814$
Тимчасове навантаження		1,14	$V = 0,96$
Всього			$q = 1,77$

2.2.2. Розрахунок снігового навантаження

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" (Розділ 8), [1] основним змінним навантаженням для проєктованого покриття є снігове навантаження.

Розрахункове снігове навантаження на горизонтальну проєкційну площу покриття обчислюється за формулою:

$$S_m = \gamma_n \cdot \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 0,975 \cdot 1,14 \cdot 1,4 \cdot 0,6 = 0,94 \text{ кН/м}^2$$

γ_{fm} - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаженням, який визначається за табл. 8.1 ДБН В.1.2-2:2006.

S_0 - характеристичне значення снігового навантаження, яке визначається за мал.8.1 ДБН В.1.2-2:2006. [1]

C - коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,6$$

Де μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, який визначається за додатком Ж ДБН В.1.2-2:2006. [1]

C_e - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі і визначається за п.8.9 ДБН В.1.2-2:2006. [1]

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти, який визначають за п.8.10 ДБН В.1.2-2:2006. [1]



Рис 2.1. - Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву [1]

2.2.3. Розрахунок вітрових навантажень

Розрахункове граничне значення вітрового тиску (навантаження) обчислюється за такою формулою:

$$W_m = \gamma_n \cdot \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C = 0,975 \cdot 1,14 \cdot 400 \cdot 1,84 = 0,82 \text{ кН/м}^2$$

γ_{fm} - коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження визначається за табл. 9.1. ДБН В.1.2-2:2006. [1]

W_0 - характеристичне значення вітрового тиску визначають за мал. 9.1. ДБН В.1.2-2:2006. (I район) [1]

C - коефіцієнт, визначаю за формулою:

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d = 0,8 \cdot 2,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,84$$

C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт визначають за додатком I

$$C_{aer (акт)} = +0,8; C_{aer (пас)} = -0,6;$$

C_h - коефіцієнт висоти споруди, що визначається за мал.9.2. ДБН В.1.2-2:2006. [1]

Тип місцевості – II (сільська місцевість з невеликими спорудами)

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти (п.9.10 ДБН В.1.2-2:2006.)

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу (п.9.11 ДБН В.1.2-2:2006.)

C_{dir} - коефіцієнт напрямку (п.9.12 ДБН В.1.2-2:2006.)

C_d - коефіцієнт динамічності (мал.9.5 ДБН В.1.2-2:2006.)

2.2.4. Вихідні параметри і конструктивні рішення

Проектований об'єкт - це приватний житловий будинок загальною площею 397,21 м², який розташовується у місті Ужгород Закарпатської області. Будівля розділена на три рівні: підземний поверх (гараж та технічні приміщення), перший поверх (житлова та робоча зони) та мансардний поверх.

Просторові габарити об'єкта становлять:

Розміри між поздовжніми осями А-Ж — 10,10 м

Розміри між поперечними осями 1-8 — 24,00 м

Висота цокольного (підземного) поверху — 2,80 м.

Висота першого поверху — 3,00 м

За умовну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

Майданчик будівництва характеризується підвищеною сейсмічною активністю, інтенсивність якої для м. Ужгород становить 7 балів. За рівнем потенційної небезпеки та масштабами можливих збитків будівлю віднесено до класу наслідків СС1 (незначні наслідки). [10]

Для збору навантажень на тримальні конструкції прийнято такі характеристичні значення кліматичних впливів:

Нормативне снігове навантаження S_0 - 1400 Па

Нормативний вітровий тиск W_0 - 400 Па

Для забезпечення необхідної просторової жорсткості та стійкості будинку в сейсмічних умовах прийнято каркасно-монолітну схему.

Глибина закладання підшви монолітного фундаменту знаходиться на відмітці -3,400 м.

Основу каркаса складають монолітні залізобетонні колони перерізом 200x200 мм.

Стіни підземного поверху виконані з монолітного залізобетону товщиною 250 мм для сприйняття тиску ґрунту. Зовнішні стіни першого поверху зводяться з газобетонних блоків товщиною 250 мм, утеплених мінеральною ватою товщиною 100 мм. [9,24,25] Житлова мансарда виконується з профільованого дерев'яного бруса перерізом 240x240 мм.

Міжповерхове перекриття запроєктовано у вигляді монолітної залізобетонної плити товщиною 200 мм.

2.2.5. Розрахунок залізобетонної колони.

Вихідні дані:

Переріз колони - 200x200мм

Площа поперечного перерізу – 0,04м²

Висота колони першого поверху – 3,0м

Розрахунковий опір бетону на стиск – $f_{cd} = 14,5\text{МПа}$

Розрахунковий опір бетону на розтяг – $f_{ctd} = 1,0 \text{ МПа}$

Розрахункове вертикальне зусилля визначаємо за формулою:

$$N_{ed} = A \cdot (q_{\text{покp}} + q_{\text{перекp}}) + N_{\text{кол}} = 22,83 (1,77 + 7,935) + 3,3 = 224,87 \text{ кН}$$

Де A – вантажна площа центральної колони

$$A = \left(\frac{l_{\text{лп}} + l_{\text{пп}}}{2} \right) \cdot \left(\frac{B_{\text{вп}} + B_{\text{пп}}}{2} \right) = \left(\frac{5,5 + 5,5}{2} \right) \cdot \left(\frac{5 + 3,3}{2} \right) = 22,83 \text{ м}^2$$

$q_{\text{покp}}$ – навантаження від покриття

$q_{\text{перекp}}$ – навантаження від перекриття

$N_{\text{кол}}$ – власна вага самої залізобетонної колони

$$N_{\text{кол}} = V_{\text{кол}} \cdot \rho \cdot \gamma_c = 0,12 \cdot 25 \cdot 1,1 = 3,3 \text{ кН}$$

Де $V_{\text{кол}}$ – об'єм колони

ρ – об'ємна вага залізобетону 25 кН/м^3

γ_c – коефіцієнт надійності за навантаженням який беруть за табл 5.1. ДБН

В.1.2-2:2006[1]

Визначаємо розрахункову довжину за формулою:

$$l_{\text{eff}} = 0,7H = 0,7 \cdot 300 = 210 \text{ см}$$

Підбір поздовжньої робочої арматури та перевірка міцності перерізу

Розрахуємо гнучкість колони:

$$\lambda = \frac{l_{\text{eff}}}{i} \leq 120$$

Де l_{eff} – розрахункова довжина колони

120 – гранично допустима гнучкість за табл.13.9 ДБН В.2.6-198:2014

«Сталеві конструкції. Норми проектування»[19]

i – радіус інерції, розраховують за формулою:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{bh^3}{12bh}} \Rightarrow i = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{20^2}{12}} = 5,77 \text{ см}$$

де $b \times h$ – переріз колони = $0,2 \times 0,2 \text{ м}$

$$\lambda = \frac{210}{5,77} = 36,4$$

Отримане значення гнучкості $\lambda = 36,4$ є значно меншим за гранично допустиму нормами гнучкість $\lambda = 120$, що свідчить про високу стійкість колони до поздовжнього згину.

Необхідна мінімальна площа арматури:

$$A_{s,min} = \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 224870}{365} = 61,61 \text{ мм}^2 = 0,62 \text{ см}^2$$

Де f_{yd} – розрахунковий опір арматури для арматури А 400С = 365 МПа

З сортаменту приймаємо 6 стрижнів $\varnothing 22$ А400С ($A_s = 11,40 \text{ см}^2$) по 3 стрижні з кожного боку перерізу.

Визначаємо міцність перерізу при дії поздовжнього зусилля за формулою:

$$N_{Rd} = F_{cd} + F_{sd} = b \cdot h \cdot f_{cd} + (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} = 200 \cdot 200 \cdot 14,5 + 2280 \cdot 365 = 1412200 \text{ Н} = 1412,200 \text{ кН}$$

де $b \cdot h$ – переріз колони = $0,2 \times 0,2 \text{ м}$

$A_{s1} = A_{s2}$ – площа поперечного перерізу стрижнів = $11,40 \text{ см}^2$

f_{cd} - розрахунковий опір бетону на стиск

Перевірка умови міцності:

$$N_{Ed} = 224,87 < N_{Rd} = 1412,20$$

Умова міцності виконується з великим конструктивним запасом. Переріз колони $200 \times 200 \text{ мм}$ та прийняте армування повністю забезпечують надійність конструкції під дією проєктних навантажень.

Визначаємо довжину анкерування

Базова довжина анкерування $l_{b,rqd}$ обчислюється за формулою:

$$l_{b,rqd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{365}{1,55} = 567,83 \text{ мм}$$

де σ_{sd} – розрахункове напруження в арматурному стержні = 365 МПа

f_{bd} - граничне напруження зчеплення арматури періодичного профілю з бетоном. Визначають за формулою:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 1,55 \text{ Н/мм}^2$$

де f_{ctd} – розрахунковий опір бетону при розтягу = 1.0 МПа

η_1 - коефіцієнт, що враховує умови зчеплення під час бетонування

вертикальних елементів = 0,7

η_2 - коефіцієнт, що враховує вплив діаметру арматури:

При $\varnothing \leq 32$ $\eta_2 = 1,0$

Розрахункова довжина анкерування ненапружених стержнів обчислюють за формулою:

$$l_{bd} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

де a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – коефіцієнти впливу з табл 8.2. EN 1992-1-1[21]

a_1 – коефіцієнт враховує форму стержня, для прямих стержней приймають 1

a_2 – коефіцієнт враховує товщину захисного шару бетону, приймаю 1

a_3 – коефіцієнт враховує вплив поперечної арматури, приймаю 1

a_4 – коефіцієнт враховує зварні поперечні стержні, приймаю 0,7

a_5 – коефіцієнт враховує ступінь обтиснення бетону поперечним тиском,

приймаю 1

$l_{b,rqd}$ - базова довжина анкерування

$$l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 567,83 = 397,48 \text{ мм}$$

Перевіряємо умову мінімально допустимої довжини анкерування для стиснутих елементів:

$$l_{b,min} = \max\{0,6l_{b,rqd}; 10\varphi; 100 \text{ мм}\}$$

$$l_{b,min} = 340,7 \text{ мм}$$

$$l_{bd} = 397,48 \text{ мм} > l_{b,min} = 340,7 \text{ мм}$$

Умова забезпечення міцності анкерування ненапружених стержнів виконується. Приймаємо конструктивно довжину анкерування стержнів рівною 400 мм.

Influencing factor	Type of anchorage	Reinforcement bar	
		In tension	In compression
Shape of bars	Straight	$\alpha_1 = 1,0$	$\alpha_1 = 1,0$
	Other than straight (see Figure 8.1 (b), (c) and (d))	$\alpha_1 = 0,7$ if $c_d > 3\phi$ otherwise $\alpha_1 = 1,0$ (see Figure 8.3 for values of c_d)	$\alpha_1 = 1,0$
Concrete cover	Straight	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - \phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_2 = 1,0$
	Other than straight (see Figure 8.1 (b), (c) and (d))	$\alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - 3\phi) / \phi$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$ (see Figure 8.3 for values of c_d)	$\alpha_2 = 1,0$
Confinement by transverse reinforcement not welded to main reinforcement	All types	$\alpha_3 = 1 - K\lambda$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	$\alpha_3 = 1,0$
Confinement by welded transverse reinforcement*	All types, position and size as specified in Figure 8.1 (e)	$\alpha_4 = 0,7$	$\alpha_4 = 0,7$
Confinement by transverse pressure	All types	$\alpha_5 = 1 - 0,04p$ $\geq 0,7$ $\leq 1,0$	-

Рис.2.2 - Table 8.2: Values of α_1 , α_2 , α_3 , α_4 and α_5 coefficients. EN 1992-1-1 [21]

2.2.6. Розрахунок монолітної плити перекриття

Товщина плити – 200мм

Максимальний крок осей – 5,5м

Клас бетону 20/25 ($f_{cd} = 14,5$ МПа)

Клас арматури A400C ($f_{yd} = 365$ МПа)

Повне навантаження на плиту – $q = 7,935$ кН/м²

Робоча висота перерізу плити визначається за формулою:

$$h_0 = h - a = 200 - 30 = 170 \text{ мм}$$

де a – захисний шар бетону

Визначаємо максимальний згинаючий момент у прольоті за формулою:

$$M_{Ed,f} = \frac{q \cdot l^2}{16} = \frac{7,935 \cdot 5,5^2}{16} = 15,0 \text{ кНм}$$

Максимальний згинальний момент на опорі:

$$M_{Ed,s} = -\frac{q \cdot l^2}{12} = -\frac{7,935 \cdot 5,5^2}{12} = -20,0 \text{ кНм}$$

Підбір площі перерізу арматури

Розрахунок нижньої арматури:

Коефіцієнт відносного згинального моменту визначають за формулою:

$$a_m = \frac{M_{Ed,f}}{b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}} = \frac{1500}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,45} = 0,0358$$

де $M_{Ed,f}$ - максимальний згинаючий момент у прольоті

b – ширина прямокутного перерізу плити

h_0 – робоча висота перерізу

f_{cd} – розрахунковий опір бетону при стиску

Коефіцієнт плеча внутрішньої пари сил знаходять за формулою:

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0358}}{2} = 0,981$$

Визначаю необхідну площу арматури плити за формулою:

$$A_s = \frac{M_{Ed,f}}{\zeta \cdot h_0 \cdot f_{yd}} = \frac{1500}{0,981 \cdot 17 \cdot 36,5} = 2,32 \text{ см}^2$$

Де ζ - коефіцієнт плеча внутрішньої пари сил

f_{yd} – розрахунковий опір арматури

h_0 – робоча висота перерізу

Розрахунок верхньої арматури:

Коефіцієнт відносного згинального моменту визначають за формулою:

$$a_m = \frac{M_{Ed,s}}{b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2000}{100 \cdot 17^2 \cdot 1,45} = 0,0477$$

де $M_{Ed,s}$ - максимальний згинаючий момент на опорі.

Коефіцієнт плеча внутрішньої пари сил знаходимо за формулою:

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0477}}{2} = 0,975$$

Визначаю необхідну площу арматури плити за формулою:

$$A_s = \frac{M_{Ed,s}}{\zeta \cdot h_0 \cdot f_{yd}} = \frac{2000}{0,975 \cdot 17 \cdot 36,5} = 2,46 \text{ см}^2$$

Для верхнього та нижнього армування плити прийнято сітку зі стержнів $\varnothing 18$ А400С ($A_s = 2,545 \text{ см}^2$) із кроком 250 мм, стержні верхньої та нижньої сіток розташовуються у шаховому порядку (зі зміщенням на пів кроку), що забезпечує рівномірний розподіл напружень по всій площі плити.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Даний розділ розроблено як технологічну карту на виконання основних будівельно-монтажних робіт під час спорудження індивідуального житлового будинку в м. Ужгород Закарпатської області. Технологічні рішення розроблено для потокового виконання робіт із максимальним суміщенням суміжних процесів без порушення вимог охорони праці.[18,36] Для бетонування монолітних конструкцій приймається механізована подача бетонної суміші автобетононасосом, що відповідає практиці сучасного монолітного будівництва.

3.1. Організація робіт

Перед початком робіт на майданчику обов'язково уточнюють межі ділянки та розмічають осі будівлі. Також облаштовують тимчасові під'їзди, склади, побутові та підводять світло й воду. В'їзд техніки організують з боку існуючої дороги, а маршрути самоскидів та бетонозмішувачів прокладають в обхід небезпечних зон роботи крана. [36]

Роботи виконуються у такій послідовності:

1. Підготовка території, геодезична розбивка осей та вертикальне планування майданчика.
2. Розроблення котловану до проєктної відмітки з вивезенням ґрунту автосамоскидами.
3. Видалення рослинного шару та слабкого суглинкового ґрунту в межах плями забудови.
4. Улаштування дренажу, тимчасового водовідведення та підготовки дна котловану.
5. Улаштування піщано-гравійної подушки товщиною 900 мм з пошаровим ущільненням.
6. Улаштування бетонної підготовки, гідроізоляції і фундаментної плити.

7. Монтаж арматурних каркасів і опалубки стін підземного поверху та колон.
8. Бетонування підземних стін, колон, сходів та перекриття над підземним поверхом.
9. Зведення газобетонних зовнішніх стін першого поверху та перегородок.
10. Улаштування монолітного перекриття над першим поверхом.
11. Монтаж дерев'яних конструкцій мансардного рівня, кроквяної системи та покрівлі.
12. Виконання утеплення, фасадних та внутрішніх робіт.

3.2. Земляні роботи

Перед початком розроблення котловану з ділянки знімається рослинний шар ґрунту. Ґрунт, що не придатний для зворотного засипання, вивозиться автосамоскидами.

Розрахуємо загальний обсяг ґрунту:

Об'єм котловану:

$$V_k = \frac{h_k}{6} [(2 \cdot A + a)B + (2 \cdot a + A)b] =$$

$$\frac{4,4}{6} [(2 \cdot 32 + 27,4)21,1 + (2 \cdot 27,4 + 34)14,5] = 2358,5 \text{ м}^3$$

Де h_k – глибина котловану

A та B – довжина та ширина котловану у верхній частині

a та b – довжина та ширина котловану по дну

$$a = a_{\phi} + 2 \cdot l_3 = 26 + 2 \cdot 0,7 = 27,4 \text{ м}$$

$$b = b_{\phi} + 2 \cdot l_3 = 13,1 + 2 \cdot 0,7 = 14,5 \text{ м}$$

де a_{ϕ} і b_{ϕ} – довжина і ширина зовнішнього контуру по гранях фундаменту.

l_3 – технологічний зазор для виконання робіт із зведення підземної частини будинку (0,7м)

$$A = a + 2 \cdot m \cdot h_k = 27,4 + 2 \cdot 0,75 \cdot 4,4 = 34 \text{ м}$$

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h_k = 14,5 + 2 \cdot 0,75 \cdot 4,4 = 21,1 \text{ м}$$

Де m – коефіцієнт закладання укосу котловану з табл. 10.2. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" [30]

Вид ґрунту	Крутість укосу (відношення висоти укосу до його основи), град., при глибині виїмки, м, не більше		
	1,5	3,0	5,0
Насипний незлежаний	1:0,67 (56)	1:1 (45)	1:1,25 (38)
Піщаний	1:0,5 (63)	1:1 (45)	1:1 (45)
Супіщаний	1:0,25 (76)	1:0,67 (56)	1:0,85 (48)
Суглинистий	1:0 (90)	1:0,5 (63)	1:0,75 (53)
Глина	1:0(90)	1:0,25 (76)	1:0,5 (63)
Лесовий	1:0 (90)	1:0,5 (63)	1:0,5 (63)

Рис. 3.1. - Крутість укосу виїмки залежно від глибини виїмки та виду ґрунту за ДБН А.3.2-2-2009. [30]

Обсяг ґрунту у в'їзній траншеї розраховується за формулою:

$$V_{\text{в.тр.}} = \frac{h_k^2}{6} \left(3d + 2mh_k \frac{m' - m}{m'} \right) (m' - m) =$$

$$\frac{4,4^2}{6} \left(3 \cdot 3 + 2 \cdot 0,75 \cdot 4,4 \frac{10 - 0,75}{10} \right) (10 - 0,75) = 450,83 \text{ м}^3$$

Де m' - коефіцієнт закладання укосу дна в'їзної траншеї - 10

d – ширина в'їзної траншеї в нижній частині за однобічного руху – 3м.

Загальний об'єм ґрунту визначають за формулою:

$$V_{\text{заг}} = V_k + V_{\text{в.тр.}} = 2358,5 + 450,83 = 2809,33 \text{ м}^3$$

Для розроблення котловану об'ємом 2809,3 м³ прийнято гусеничний екскаватор CAT 320 GC з місткістю ковша 1,0 м³. Транспортування розробленого ґрунту здійснюється двома автосамоскидами MAN TGS 33.400 6×4 ВВ вантажопідйомністю 20 т. Прийнятий комплект машин забезпечує безперервне виконання земляних робіт та відповідає обсягу розробки ґрунту і глибині котловану 4,4 м.

Табл.3.1 – Характеристики CAT 320 GC.[23]

Максимальна глибина копання	6,22м
Об'єм ковша	1 м ³

Максимальна висота завантаження	6,37м
Максимальна швидкість	5,7 км/год

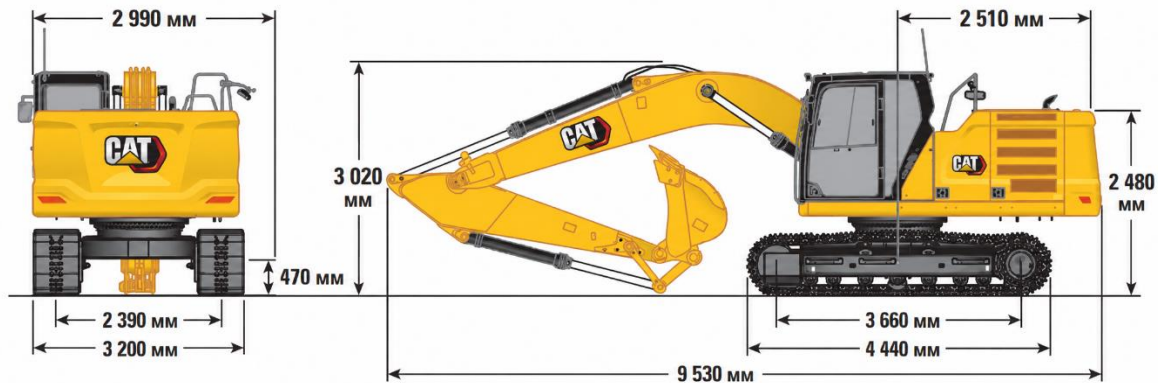


Рис. 3.2 – Габаритні розміри CAT 320 GC. [23]

Табл.3.2 – Характеристики автосамоскиду MAN TGS 33.400 6×4 BB [40]

Вантажопідйомність	20 т
Об'єм кузова	16 м ³
Потужність двигуна	294 кВт
Максимальна швидкість	до 90 км/год

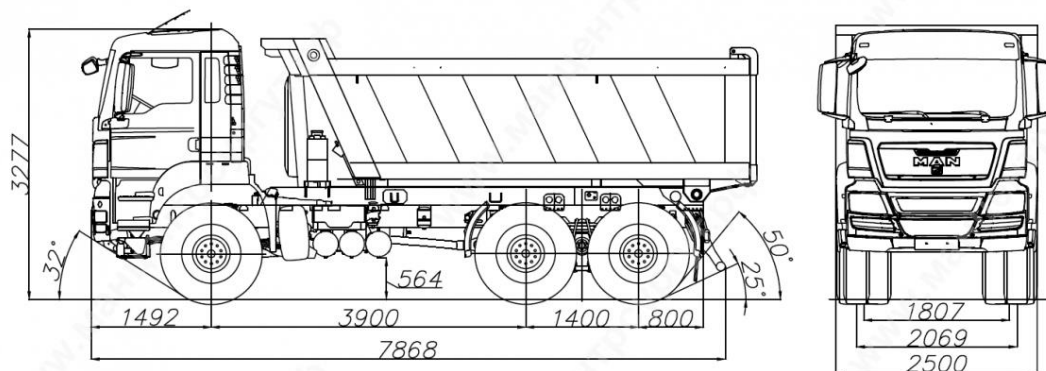


Рис. 3.3 – Габаритні розміри MAN TGS 33.400 6×4 BB. [40]

Після розроблення дна котловану виконується влаштування штучної ґрунтової подушки. Суміш розподіляється бульдозером, вирівнюється і ущільнюється пошарово. Для контролю геометрії котловану застосовується нівелір і рулетка, а також виконавча схема дна котловану.

3.3. Арматурні та бетонні роботи

Арматура доставляється на майданчик у пачках, складається на дерев'яних підкладках і захищається від забруднення ґрунтом. Складання каркасів і сіток здійснюється згідно з робочими кресленнями з використанням в'язального дроту.

Опалубка фундаментної плити, стін, колон і перекриттів виконується з інвентарних щитів. Перед бетонуванням перевіряються розміри, вертикальність, герметичність стиків, наявність розкосів, стяжок, фіксаторів захисного шару. Для перекриття застосовується горизонтальна опалубка на телескопічних стійках, розташованих з кроком 1х1 метр, що забезпечує сприйняття ваги бетонної суміші, арматури, робітників і технологічного обладнання.

Для вантажно-розвантажувальних робіт та подавання арматури, елементів опалубки, газобетонних блоків і дерев'яних балок покрівлі прийнято кран-маніпулятор Palfinger PK 26002 EH [41] з максимальним гідравлічним вильотом стріли 17,1 м. Його технічні характеристики забезпечують подавання матеріалів на висоту будівлі 8,4 м та переміщення вантажів у межах будівельного майданчика.

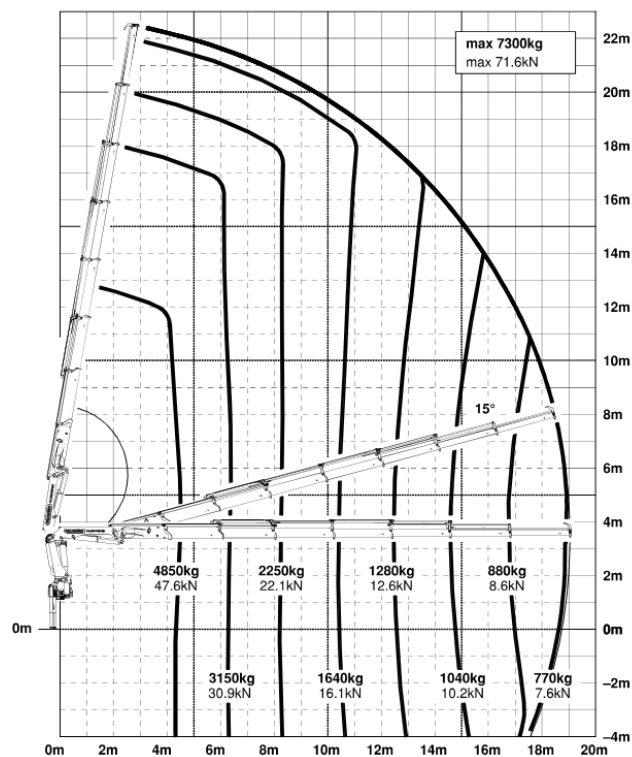


Рис.3.4 - Діаграма вантажопідйомності Palfinger PK 26002 EH [41]

Основними параметрами підбору крана є розрахункова вантажопідйомність, висота підйому гака та необхідний виліт стріли.

Визначають монтажну масу найважчої конструкції за формулою:

$$Q_m = m_E + m_{стр} = 1,5 + 0,02 = 1,52 \text{ т}$$

де m_E – маса елемента, який піднімає кран, т;

$m_{стр}$ – маса стропуючого засобу, т.

Кран підіймає такі елементи: пучок арматури – 1,5т, пакет бруса 240х240 – 1,2т.

Отже, для монтажних робіт необхідна вантажопідйомність крана на робочому вильоті не менше 1,52 т.

Монтажну висоту вертикального переміщення елементів визначають за формулою:

$$H_M = h_O + h_3 + h_E + h_{стр} = 8,4 + 0,5 + 0,48 + 1,5 = 10,88 \text{ м}$$

де h_O – висота від рівня стоянки крана до відмітки встановлення або подавання вантажу, м;

h_3 – необхідний мінімальний проміжок для наведення елемента (0,5), м;

h_E – висота (довжина) елемента в монтажному положенні, м; (0,48 для комплекту бруса)

$h_{стр}$ – довжина стропуючого засобу, що знаходиться над конструкцією, яка монтується, м.

Необхідний виліт стріли визначається з урахуванням відстані від осі стоянки крана до найбільш віддаленої точки подавання матеріалів. При встановленні крана вздовж довгої сторони будівлі розрахунок виконують за такою формулою:

$$L_M = \frac{a_{\phi}}{2} + l_3 + 1 + \frac{B_K}{2} = \frac{26}{2} + 1 + 1 + \frac{3}{2} = 15,5 \text{ м}$$

Де a_{ϕ} – довжина зовнішнього контуру по гранях фундаменту, м;

l_3 – технологічний зазор, м;

1 - безпечна відстань між будинком і ходовою частиною монтажного крану, м;

B_k - ширина ходової частини монтажного крану, м.

Для вантажно-розвантажувальних робіт прийнято кран-маніпулятор Palfinger PK 26002 EH. [41] З урахуванням зменшення вантажопідйомності крана при збільшенні вильоту стріли важкі вантажі, зокрема арматурні стрижні, подаються пакетами масою до 1,0 т. Пакети дерев'яного бруса мають меншу масу і можуть подаватися у робочу зону на більший виліт стріли. Така організація робіт дозволяє не застосовувати надмірно потужний автокран для індивідуального житлового будинку.

Укладання бетонної суміші проводиться шарами завтовшки 300-500 мм із обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Вібратор занурюють вертикально з перекриттям зон дії попереднього занурення; тривалість вібрування визначають за припиненням осідання суміші та появою цементного молочка на поверхні. Не допускається торкання булавою робочої арматури та опалубки, щоб не змістити каркас і не погіршити зчеплення бетону з арматурою.

Безперервність бетонування є однією з основних умов отримання якісної монолітної конструкції. [20] У зв'язку з цим подавання бетонної суміші на будівельний майданчик необхідно організувати таким чином, щоб проміжки між надходженням окремих партій бетону не перевищували часу, протягом якого суміш зберігає потрібну рухливість. Для цього виконують підбір автобетонозмішувачів за місткістю та кількістю, враховуючи загальний обсяг бетонування, відстань від бетонного заводу до об'єкта і тривалість одного рейсу.

Необхідна кількість автобетонозмішувачів розраховується за формулою:

$$n = \frac{(t_1 + t_2) \cdot Q}{60 \cdot W + 1} = \frac{(10 + 80) \cdot 20}{60 \cdot 7,84 + 1} = 4,83 = 5$$

де t_1 – час завантаження і розвантаження автобетонозмішувача (приймаю 10 хв.), хв.;

t_2 – час перебування автобетонозмішувача в дорозі за маршрутом: бетонний завод – бетононасос – бетонний завод (приймаю 80 хв), хв.;

Q – експлуатаційна продуктивність бетононасоса;

W – корисна місткість барабана автобетонозмішувача

$$W = \frac{V_m}{\rho} = \frac{18820}{2400} = 7,84 \text{ м}^3$$

Де V_m – обсяг барабану, м^3

ρ - густина бетону, кг/м^3

За розрахунком для забезпечення безперервної роботи бетононасоса необхідно 5 автобетонозмішувачів, однак з урахуванням виконання бетонування окремими захватками на об'єкті приймається 2–3 автобетонозмішувачі, які працюють по чергово.

Табл. 3. 3 - Технічні характеристики автобетонозмішувача

Марка	Шасі	Обсяг барабану, м^3	Максимальна маса суміші, що транспортують, кг	Висота розвантаження, м	Габаритні розміри, мм - довжина - ширина - висота
АБС-9ДА	МАЗ 551605	9	18820	3,75	8555 2500 3750

Табл .3.4 - Технічні характеристики бетононасосу

Тип насосу	Макс. Обсяг подавання, $\text{м}^3/\text{год}$	Макс. тиск, бар	Макс. дальність подавання по вертикалі/ горизонталі, м
Putzmeister M 28	90	71	23,8 / 27,6

Догляд за бетоном починається одразу після завершення укладання.

Поверхні плит захищають від передчасного висихання поліетиленовою плівкою або вологими матами. У теплий період року бетон підтримується у вологому стані, а при зниженні температури передбачаються заходи протиморозного захисту.

Розпалублення виконується після досягнення бетоном міцності не менше 70 % від проєктної.

3.4. Зведення стін з газобетону

Зовнішні стіни першого поверху будинку передбачено виконувати з газобетонних блоків товщиною 250 мм. Газобетон належить до легких ніздрюватих бетонів, тому його застосування дає змогу зменшити навантаження на фундамент і монолітний каркас будівлі, а також підвищити теплозахисні властивості зовнішніх огорожувальних конструкцій. Зведення стін виконується після завершення бетонування перекриття підземного поверху, набору бетоном необхідної міцності та перевірки геометрії несучих конструкцій. [24,25]

Перед початком мурування поверхню основи очищають від пилу, залишків розчину, будівельного сміття та напливів бетону. За допомогою нівеліра або лазерного рівня перевіряють горизонтальність основи, після чого виконують розмічання осей і контурів стін відповідно до робочих креслень. Особливу увагу приділяють першому ряду блоків, оскільки від точності його встановлення залежить рівність усієї кладки. Перший ряд укладають на вирівнювальний цементно-піщаний розчин, який дає можливість компенсувати незначні нерівності основи. Подальші ряди виконують на тонкошаровій клейовій суміші для газобетону.

Мурування починають з кутових блоків. Їх встановлюють за проєктними відмітками, вирівнюють за рівнем і шнуром-причалкою, після чого заповнюють проміжні ділянки стіни. Кожен блок перед укладанням очищають від пилу, а клейову суміш наносять рівномірним шаром на горизонтальну і, за потреби, вертикальну поверхню блока. Товщина шва при використанні тонкошарової суміші приймається мінімальною, що зменшує утворення «містків холоду» і покращує теплотехнічну однорідність стіни.

Перевірку горизонтальності рядів і вертикальності стін виконують після укладання кожного ряду за допомогою будівельного рівня, правила та виска. Допустимі відхилення не повинні перевищувати значень, установлених для кам'яних і армокам'яних конструкцій. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015, т.18. [18] Для стін з блоків правильної форми граничні відхилення приймаються такими: відхилення товщини стіни - 15 мм; відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі на один поверх - 10 мм; Блоки, які потребують підрізання, розкроюють ручною пилкою для газобетону або електропилою. Після різання поверхню блока очищають і вирівнюють теркою, щоб забезпечити щільне прилягання наступних елементів.

Для забезпечення міцності кладки вертикальні шви суміжних рядів зміщують відносно один одного. Перев'язка блоків виконується таким чином, щоб уникнути збігу вертикальних швів у сусідніх рядах. У місцях примикання газобетонних стін до монолітних залізобетонних колон передбачають гнучкі зв'язки або анкери, які закладають у шви кладки. Таке рішення забезпечує сумісну роботу заповнення з каркасом будівлі та зменшує ризик появи тріщин у місцях контакту різних матеріалів.

Над віконними та дверними прорізами влаштовують перемички відповідно до проєктних рішень. Опорна довжина перемичок над віконними та дверними прорізами приймається не менше 100 мм з кожного боку прорізу згідно ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції». [24] Перемички бажано спирати на цілий газобетонний блок, а не на короткий підрізаний елемент. У місцях значних зосереджених навантажень або при великих прорізах довжину спирання необхідно уточнювати розрахунком. Блоки біля прорізів підрізають таким чином, щоб вертикальні шви не збігалися з краями прорізів, оскільки такі ділянки є найбільш чутливими до утворення тріщин. За необхідності в зонах підвіконь, над прорізами та в місцях концентрації напружень передбачають армування кладки сталевими стрижнями або спеціальною арматурою для газобетонних блоків.

Складування газобетонних блоків на майданчику здійснюють на рівній основі, на піддонах, із захистом від надмірного зволоження. Не допускається розміщення піддонів у зоні можливого підтоплення або безпосередньо на ґрунті без підкладок. Клейові суміші та сухі будівельні матеріали зберігають у закритому сухому приміщенні або під навісом. Під час виконання робіт у жарку, вітряну або дощову погоду необхідно контролювати стан поверхні блоків і не допускати погіршення зчеплення клейового шару з основою.

Після завершення мурування виконують контроль якості робіт. Перевіряють відповідність товщини стін проєкту, рівність поверхні, вертикальність кутів, правильність перев'язки блоків, якість заповнення швів та стан ділянок біля прорізів. Виявлені нерівності усувають шліфуванням або локальним вирівнюванням поверхні. До подальших робіт з утеплення та оздоблення фасаду переходять після завершення основного циклу мурування і перевірки якості виконаних стін.

3.5. Зведення мансардного поверху та влаштування покрівлі

Зведення мансардного поверху виконують після завершення робіт з улаштування монолітного залізобетонного перекриття. Житлова мансарда проєктом передбачена з профільованого дерев'яного бруса перерізом 240х240 мм. Перед монтажем дерев'яні елементи оглядають, перевіряють їх геометрію. Брус повинен зберігатися на підкладках, без прямого контакту з ґрунтом або мокрими поверхнями. Пакети деревини необхідно захищати від атмосферних опадів, але при цьому забезпечувати можливість провітрювання, оскільки тривале зволоження деревини може спричинити деформації та зниження міцності.[15,26]

Бруси укладають послідовними вінцями з перевіркою положення кожного ряду за рівнем. Між вінцями передбачають ущільнювальний матеріал, який забезпечує щільне прилягання елементів і зменшує продування стиків. Кутові з'єднання та місця примикання брусів виконують відповідно до прийнятої

конструктивної схеми, забезпечуючи стійкість і просторову жорсткість мансардного поверху.

Для підвищення довговічності всі дерев'яні елементи до монтажу обробляють антисептичними складами, а також вогнезахисними речовинами. Після завершення зведення стін зовнішню поверхню бруса покривають захисною лазур'ю або іншим атмосферостійким покриттям, що зменшує водопоглинання деревини та захищає її від ультрафіолетового впливу.

Подача бруса до місця монтажу виконується краном-маніпулятором. Брус перерізом 240х240 мм подають пакетами по 4 - 6 шт. Під час підйому пакетів бруса застосовують текстильні стропи, а елементи в пакеті додатково фіксують монтажними стрічками.

Після завершення зведення стін мансарди переходять до монтажу несучої системи покрівлі. Монтаж покрівлі починають з установлення опорних елементів і прогонів, далі встановлюють кроквяні ноги. Крокви тимчасово закріплюють, після чого виконують остаточне з'єднання за допомогою металевих кріпильних елементів.

Після встановлення кроквяної системи виконують улаштування шарів покрівельного покриття. З внутрішнього боку передбачають пароізоляційний шар. Між кроквами укладають теплоізоляцію з мінеральної вати. Зовні теплоізоляцію захищають гідроізоляційною або вітрозахисною мембраною. Для забезпечення вентиляції підпокрівельного простору поверх мембрани вздовж крокв монтують контробрешітку. Після цього влаштовують обрешітку, крок якої приймають відповідно до типу металочерепиці. [27]

Монтаж металочерепиці виконують після завершення підготовки основи. Листи подають на покрівлю механізовано або вручну залежно від їх довжини та маси. Укладання починають від карнизної частини. Кріплення листів виконують покрівельними саморізами з ущільнювальними шайбами.

Після завершення монтажу покрівельного покриття встановлюють водостічні жолоби та труби. Завершальним етапом є перевірка якості виконаних робіт.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Безпечна діяльність на будівельних майданчиках України на сьогоднішній день базується на комплексному дотриманні положень чинного законодавства, державних стандартів та галузевих нормативів. У сфері будівництва основні вимоги з охорони праці та промислової безпеки визначаються ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». [30] Ці загальні правові вимоги мають безпосереднє практичне застосування під час проєктування та майбутнього зведення такого архітектурного об'єкта, як житловий будинок із каркасною системою на основі колон, який також включає підземний гараж та мансардний поверх. Основне і першочергове завдання для цієї системи це створення таких умов на робочому місці, які б сприяли збереженню здоров'я робітників, максимально виключали вплив небезпечних для здоров'я чинників та ефективно попереджали виробничі травми чи професійні хвороби.

Ключовим інструментом, за допомогою якого держава регулює галузь виробничої безпеки, виступає Закон України «Про охорону праці». [34] Цей документ детально описує всі організаційні засади та юридичні процедури, що дозволяють на практиці гарантувати захист робітників безпосередньо під час виконання трудових завдань. Відповідно до Статті 8 цього закону, на роботах із шкідливими і потенційно небезпечними умовами праці, працівникам безкоштовно видають спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту. [34] У контексті будівництва зазначеного житлового будинку це правило є критичним для забезпечення безпеки арматурників при зведенні колон, ізолювальників під час робіт у замкнутому просторі підземного гаража, а також покрівельників на етапі влаштування кроквяної системи мансарди.

Окрім права на безпечне робоче середовище, Конституція України також гарантує кожному громадянину належний соціальний та медичний захист. [32]

Стаття 46 гарантує підтримку громадянам у разі повної або часткової втрати ними працездатності, що є дуже важливим для робітників, задіяних в галузях з підвищеним рівнем небезпеки. Стаття 49 забезпечує стабільний доступ до медичної допомоги, це суттєво мінімізує наслідки можливих інцидентів на виробництві. [32]

Законодавче поле також включає закони, що охоплюють специфічні напрямки безпеки. До них належать Закон «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування», який фактично закладає фінансові гарантії для виплати грошових компенсацій у разі будь-якого ушкодження здоров’я під час виробництва. [35]

Окрему групу складають нормативи щодо екологічної безпеки та пожежного захисту. Стаття 66 Конституції України чітко зобов’язує кожного, хто своїми діями заподіяв шкоду природі чи об’єкту культурної спадщини, відшкодувати збитки.[32] У сфері охорони праці це трансформується у вимогу до сучасних будівельних організацій застосовувати екологічно безпечні технології та приділяти особливу увагу дотриманню норм при проведенні масштабних земляних робіт, що є надзвичайно актуальним під час розробки глибокого котловану під майбутній підземний гараж житлового будинку.

Враховуючи надзвичайно складні обставини, в яких опинилось українське суспільство, правове поле охорони праці зазнало деяких вимушених змін. Закон «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» передбачає можливість тимчасово обмежити окремі конституційні права населення.[29] Але навіть якщо працівника залучать до виконання трудової повинності (обмежуючи свободу вибору за статтею 43), держава чи роботодавець все одно зобов’язані провести відповідний інструктаж. Також під час воєнного стану роботодавець може звільнити працівника з тимчасовою непрацездатністю в перший робочий день після одужання. [29] Ці обмеження необхідні, щоб забезпечити функціонування бізнесу у складних воєнних умовах. Однак базові стандарти

фізичної безпеки на кожному робочому місці залишаються обов'язковими, бо це критично важливо для збереження життя трудового потенціалу всієї країни.

4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування

Під час будівництва житлового будинку з підземним гаражем та мансардою виникає багато небезпечних і шкідливих факторів. Це пов'язано з тим, що на майданчику одночасно проводяться абсолютно різні роботи такі як риття глибокого котловану під гараж чи монтаж дерев'яного даху на великій висоті. Оцінка цих умов потрібна для того, щоб вчасно помітити загрози для будівельників і не допустити травм чи хвороб. Всі ці фактори можна поділити на кілька основних групи: фізичні, хімічні, психофізіологічні та біологічні.

Найбільшою групою небезпек на будівельному майданчику є фізичні фактори, серед яких на першому місці стоїть робота на значній висоті. [33] Вона стає критичною, коли робітники збирають дерев'яний дах мансарди або виставляють опалубку для високих залізобетонних колон, адже людям доводиться ходити по верхніх ярусах, де легко втратити рівновагу і впасти. Разом із цим по всьому майданчику постійно рухаються машини та важкі механізми. На етапі розробки котловану під підземний гараж активно працюють екскаватори та самоскиди, а під час заливки каркаса будівлі задіяні автокрани й бетононасоси, які через обмежений простір змушені переміщатися дуже близько до людей, створюючи ризик наїзду або травмування вантажем. [30]

Специфічні умови виникають на першому етапі будівництва під час розробки глибокого котловану та зведення конструкцій підземного гаража. Тут існує постійний ризик зсуву або завалу ґрунту, якщо укис котловану чи тимчасові розпірні системи закріплені неправильно. [30] Оскільки котлован має значну глибину, з'являється небезпека падіння людей або будівельних матеріалів з його краю безпосередньо на голови тих, хто працює внизу. Крім того, під час бетонування фундаментної плити гаража з неї обов'язково роблять вертикальні

випуски арматури для майбутніх колон. Ці гострі металеві стержні стирчать по всій площі підвалу, створюючи серйозну небезпеку травмуватися під час пересування робітників.

Також значний дискомфорт та шкоду здоров'ю на робочих місцях завдають постійний шум і вібрація. Вони з'являються, коли бетонники ущільнюють суміш для колон та плити за допомогою глибинних вібраторів, або коли теслярі ріжуть бруси для даху дисковими пилами. Оцінку такого впливу необхідно виконувати з урахуванням санітарних норм виробничого шуму та виробничої вібрації. [38]

Крім суто механічних небезпек, на будівельників впливають хімічні та психофізіологічні чинники. Наприклад, коли починають будувати стіни житлових поверхів із газоблоків, у повітрі з'являється багато дрібного пилу від їх підрізання та шліфування, яким важко дихати без захисту. Шкідливі випари та гази виділяються при обробці дерев'яних елементів мансарди сумішами проти гниття і вогню, під час нанесення гарячої бітумної гідроізоляції в гаражі, а також через накопичення вихлопних газів від будівельної техніки в глибокому котловані. До того ж будівництво вимагає великих фізичних зусиль та викликає нервову напругу. Робітники сильно втомлюються, коли вручну тягають важкі блоки, щити опалубки та балки кроквяної системи, а постійний страх висоти на рівні мансарди викликають сильний психологічний стрес.

Усі ці виявлені фактори вимагають обов'язкового впровадження технічних засобів безпеки, використання захисного екіпірування та суворого дотримання правил охорони праці для повного виключення виробничого травматизму. [30]

4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.

Для оцінки ризиків на конкретному робочому місці розглянемо професію муляра-каменяра, який виконує основні роботи зі зведення стін та перегородок. Технологічна послідовність будівництва об'єкта передбачає, що весь об'єм підземного гаража та його перекриття виконуються повністю у монолітному

залізобетоні, тому каменяр не залучається до робіт на етапі розробки котловану та заливки фундаментів, а виходить на будівельний майданчик уже після зведення підземного поверху. Весь основний фронт робіт цього фахівця розгортається безпосередньо з відмітки перекриття першого поверху, де починається укладання зовнішніх стін із газобетонних блоків.

Коли висота споруджуваної кладки з газоблоків досягає рівня 1,2 метра від робочої поверхні, подальше зведення стіни стає неможливим без організації піднесеного робочого місця. На цьому етапі виникає суттєвий ризик падіння робітника з висоти тимчасових підмостей або інвентарних риштувань всередині будівлі.[33] Головними причинами появи цього ризику в реальних умовах є використання випадкових несертифікованих засобів підмашування, встановлення опорних ніжок на нерівну або забруднену розчином поверхню, а також перевантаження дерев'яних настилів піддонами з важкими блоками. Таке падіння всередині поверху найчастіше призводить до травм середньої важкості, таких як серйозні забиття, вивихи або переломи кінцівок, які викликають тривалу втрату працездатності.

Паралельно з висотною небезпекою, повсякденна діяльність каменяра на житлових поверхах характеризується високим рівнем ризику фізичного перевантаження та механічного травмування рук, що пов'язано з великою вагою та геометричними параметрами стінових матеріалів. Оскільки для забезпечення високих теплотехнічних показників зовнішніх стін будинку використовуються газобетонні блоки товщиною 250 міліметрів, вага одного такого блоку залежно від його вологості коливається в межах від 20 до 30 кілограмів. Протягом однієї робочої зміни каменяр вручну підіймає, підносить до місця укладання та точно позиціонує на клейовому розчині сотні таких блоків, що створює колосальне навантаження на опорно-руховий апарат, м'язи спини та хребет працівника. У таких умовах різко зростає ймовірність випадкового вислизання важкого блоку з рук, що веде до защемлення пальців, серйозних пошкоджень кистей або

травмування ніг при падінні матеріалу з висоти кладки, а тривале нехтування ергономічними правилами викликає розвиток хронічних професійних захворювань хребта.

Найбільш тривалим за часом шкідливим чинником, що діє безпосередньо на робочому місці каменяра під час роботи з газобетоном, це ризик шкідливого впливу дрібнодисперсного силікатного пилу на органи дихання. Специфіка зведення стін будинку вимагає постійного підганяння блоків під проєктні геометричні розміри, випилювання складних кутових примикань у місцях контакту з монолітними залізобетонними колонами каркаса. Під час виконання цих операцій за допомогою ручних або електричних пилок і штроборізів у повітря робочої зони виділяється велика хмара сухого пилу, що містить дрібні часточки діоксиду кремнію та цементу. Безперервне вдихання такого повітря без спеціальних засобів захисту призводить до того, що дрібний пил проникає глибоко в легені, викликаючи незворотні патологічні зміни у тканинах дихальних шляхів, що за кілька років роботи трансформується у важкі професійні хвороби, такі як пиловий бронхіт або силікоз, що за серйозністю наслідків відноситься до категорії стійкої втрати працездатності.

Для якісного підрізання блоків, шліфування та штроблення каменяра постійно використовує електричний інструмент, який підключається до тимчасової будівельної електромережі за допомогою гнучких кабелів. Через туман чи раптовий дощ, характерний для Закарпаття, ризик ураження електричним струмом різко зростає, тому експлуатацію електроінструменту та тимчасових мереж необхідно організовувати відповідно до правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів [37]

4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.

Ключовим архітектурно-планувальним заходом є чітке функціональне зонування території будівельного майданчика навколо проєктованого об'єкта.

Склади тимчасового зберігання матеріалів, майданчик для укрупненої збірки дерев'яних елементів майбутньої мансарди з бруса, а також шляхи руху автотранспорту плануються так, щоб вони жодним чином не перетиналися з основними пішохідними проходами для персоналу. Самі пішохідні доріжки для робітників виконуються з твердим покриттям. [36]

Для повного усунення надмірного ризику падіння каменяря з висоти під час зведення верхніх ярусів на межі, де закінчується мурування газоблоком і починається конструктивний перехід до монтажу брусової мансарди, у проєкті виконання робіт передбачається обов'язкове використання виключно інвентарних, сертифікованих засобів підмоцнування. [33]

По всьому зовнішньому периметру залізобетонного перекриття першого поверху, до моменту виходу мурування на максимальну відмітку, монтується надійне тимчасове захисне огородження відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 «Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель». [31] Огородження має висоту не менше 1.1 метра, містить проміжний горизонтальний елемент і суцільну бортову дошку по низу настилу.

Враховуючи, що будівельний майданчик в Ужгороді піддається впливу атмосферних опадів, а робочі яруси, де ведуться роботи до моменту зведення дерев'яного даху мансарди є відкритими, ризик ураження електричним струмом під час роботи з ручним електроінструментом стає дуже великим. Для захисту персоналу впроваджується комплекс інженерно-технічних рішень з електробезпеки відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98. [37]

Весь ручний інструмент, що видається каменярам, повинен мати клас захисту не нижче II (із подвійною ізоляцією струмопровідних частин), що виключає необхідність його заземлення. Також обов'язково магістральні кабелі тимчасового живлення прокладаються не по землі чи мокрому залізобетонному

перекриттю, а підвішуються на спеціальних діелектричних опорах (козлах) на висоті не менше 2.5 метрів від рівня підлоги. [37]

Підключення абсолютно всіх споживачів на майданчику здійснюється через герметичні переносні розподільчі щити, обладнані пристроями захисного відключення з порогом спрацювання по струму витоку 30 міліампер і часом відключення не більше 0.03 секунди. Це гарантує, що у разі будь-якого пошкодження ізоляції дротів живлення буде миттєво знеструмлене до того, як струм встигне завдати шкоди здоров'ю людини.

Надмірний ризик хронічного ураження легень силікатним пилом вимагає впровадження безпосередніх інженерних методів локалізації шкідливого чинника у місці його виникнення. Технологічно на об'єкті впроваджується метод «мокрої» обробки матеріалів. Перед початком розпилювання або шліфування газобетонного блока зона різку автоматично або вручну за допомогою розпилювачів зрошується водою. Вода моментально зв'язує дрібні часточки кремнію, перетворюючи їх на важкий шлам і не дозволяє їм підніматися у повітря у вигляді сухого аерозолі.

Для робіт з підрізання блоків на поверсі виділяється окрема зона, де встановлюється електричний відрізний верстат, обладнаний потужним будівельним пирососом, що вловлює до 95% пилу безпосередньо з-під пильного диска.

Для оптимізації режиму праці та правильної підготовки персоналу застосовують певні організаційні заходи. Організують професійне навчання, перед допуском до роботи з кожним робітником проводиться вступний інструктаж, а безпосередньо на робочому місці первинний інструктаж з детальною демонстрацією безпечних прийомів праці. Повторні інструктажі проводяться не рідше одного разу на три місяці.[30]

Весь будівельний майданчик обладнується системою візуальної комунікації безпеки відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7010:2019. [28] На вході на майданчик встановлюються обов'язкові знаки такі як «Вхід без каски заборонено». До

виконання робіт не допускаються підсобні робітники без відповідної кваліфікації.[39] Керівництво роботами здійснює дипломований виконроб або майстер, який несе персональну відповідальність за дотримання проєкту виконання робіт.

Робота каменяра належить до категорії важкої фізичної праці з високими енерговитратами, тривалість робочої зміни суворо обмежується 8 годинами. Для запобігання перевтомі, яка є головною причиною втрати концентрації та травматизму, впроваджується раціональний графік: після кожних 50 хвилин безперервної праці встановлюється обов'язкова 10-хвилинна перерва для відпочинку м'язів. Обідня перерва тривалістю 1 годину організовується в середині зміни.

Ширина робочого місця приймається рівною 2.5–2.6 метра і поділяється на три чіткі зони: робочу зону, зону складування матеріалів та вільну зону для проходу. Матеріали розставляються так, щоб муляру не доводилося робити зайвих поворотів корпусу на 180 градусів або нагинатися нижче рівня колін для підняття блока. Піддони з газоблоками встановлюються на висоту 50–60 см від рівня настилу, що мінімізує навантаження на поперековий відділ хребта при підйомі вантажу [30].

Виконання будівельно-монтажних робіт у сучасних реаліях України вимагає обов'язкового врахування ризиків, пов'язаних із воєнними діями.[29] Підземний поверх будинку зводиться першим та за необхідністю використовується як укриття. Конструкція гаража, виконана повністю у монолітному залізобетоні, що робить його дуже стійким до дії вибухової хвилі. На етапі організації будівництва підземний поверх забезпечується двома евакуаційними виходами, очищується від будівельного сміття та обладнується місцями для сидіння, запасом питної води, аптечками першої невідкладної допомоги та системою аварійного освітлення, що працює від акумуляторів.

Також обов'язково перед початком робіт створюють алгоритм дій персоналу у разі повітряної тривоги та призначають відповідальну особу. Під час сигналу тривоги будь-які будівельно-монтажні роботи негайно зупиняються, машиніст крана зобов'язаний негайно опустити піднятий вантаж на землю. Категорично забороняється залишатися на відкритому просторі або в тимчасових побутових вагончиках.

4.5. Висновки

На основі комплексного аналізу, проведеного у цьому розділі, можна зробити висновок, що безпека праці на об'єкті проєктування в місті Ужгород досягається завдяки дотриманню нормативних вимог охорони праці. Своєчасне виявлення та оцінка критичних ризиків дозволяє розробити архітектурно-планувальні та організаційні рішення для їхньої нейтралізації.

Особливу практичну та актуальну цінність має адаптація будівельного майданчика до умов воєнного стану, де конструкції монолітного підземного гаража ефективно використовуються як надійне сховище для персоналу із чітким організаційним алгоритмом евакуації під час повітряних тривог. [29] Така система заходів повністю трансформує потенційно небезпечне будівельне виробництво у кероване та безпечне середовище, що забезпечує відповідність проєкту чинному законодавству України, мінімізує вплив людського фактору, виробничий травматизм чи професійні захворювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.** ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Чинний від 2007-01-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
- 2.** ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011-11-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
- 3.** ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво в сейсмічних районах України"
- 4.** ДБН А.2.2-3:2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво"
- 5.** ДБН В.1.2 - 14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд"
- 6.** Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира. – Київ : НУБіП України, 2024. – 264 с
- 7.** ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014-01-01. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 141 с.
- 8.** ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація"
- 9.** ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»
- 10.** ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – Чинний від 2019-12-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 17 с.
- 11.** ДБН А.2.2–3–2004. Склад, порядок оформлення, узгодження та затвердження проектної документації для будівництва. – Чинний від 2004–07 01. – Київ : Держбуд України, 2004. – 35 с.

12. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. – Чинний від 2008-07-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 76 с.
13. ДСТУ ISO 14688-1:2021 «Геотехнічні дослідження та випробування. Ідентифікація та класифікація ґрунтів.»
14. «Монолітне перекриття для дому.» [Електронний ресурс] URL: <https://kubmonolit.com> (дата звернення: 02.06.26)
15. «Таблиця твердості, щільності та стабільності деревини» [Електронний ресурс] URL: https://tverd_plotn_stab (дата звернення: 02.06.26)
16. «Вага, щільність фанери. Довідкова таблиця» [Електронний ресурс] URL: <https://fanera/ifn> (дата звернення: 02.06.26)
17. «Плотність пінополістиролу» [Електронний ресурс] URL: <https://pl2t.com> (дата звернення: 02.06.26)
18. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій». – Київ : Мінрегіон України, 2015. – Чинний від 01.04.2016.
19. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування»
20. ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення"
21. EN 1992-1-1 (2004) (English): Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1992.1.1.2004.pdf> (дата звернення: 02.06.26)
22. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення"
23. «320 GC. Гідравлічний екскаватор: технічні характеристики» [Електронний ресурс] URL: <https://www.vost-tech.ru/files/320gcn.pdf> (дата звернення: 10.06.26)

24. ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції»
25. «Aircrete Blocks. Site Guide: Thin Joint Masonry» [Електронний ресурс]
URL: https://www.buildingcentre.co.uk/media/_file/pdf/2902_pdf27.pdf (дата звернення: 05.06.26)
26. «STA Guide to Differential Movement. Design Guidance for Platform Timber Frame» [Електронний ресурс] URL:
<https://www.structuraltimber.co.uk> (дата звернення: 05.06.26)
27. «Metrotile Interlocking Panels Installation Manual» [Електронний ресурс]
URL: <https://www.metrotile.eu> (дата звернення: 06.06.26)
28. ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки» URL: <https://www.ksv.biz.ua> (дата звернення: 13.06.26)
29. Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
30. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» URL: <https://e-construction.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
31. ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015. «Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель» URL:
<https://online.budstandart.com> (дата звернення: 13.06.26)
32. Конституція України URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
33. НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті» URL: <https://dnaop.com> (дата звернення: 13.06.26)
34. Закон України «Про охорону праці»
35. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)

- 36.** ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». URL: <https://e-construction.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
- 37.** НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
- 38.** ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
- 39.** НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 13.06.26)
- 40.** MAN TGS 33.400 6x4 BB SA: технічна специфікація транспортного засобу [Електронний ресурс] URL: <https://cdn.vanvliet.com/specsheets> (дата звернення: 11.06.26)
- 41.** Офіційний вебсайт виробника PALFINGER PK 26002 EH [Електронний ресурс] URL: <https://www.palfinger.com> (дата звернення: 11.06.26)