

**Міністерство освіти і науки України**  
**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**  
**Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»**  
**Кафедра будівництва**

**Цюцяк Дмитро Ігорович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК \_\_\_\_\_  
(індекс)

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

Приватний одноквартирний житловий будинок у м. Каховці Херсонської обл.  
з дослідженням ударних навантажень.

**Будівництво та цивільна інженерія**

(назва освітньої програми)

**192 – «Будівництво та цивільна інженерія»**

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело**

Здобувач освітнього ступеня \_\_\_\_\_ (Цюцяк Д.І.)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник

\_\_\_\_\_ **Добрянський Іван Михайлович д.т.н., професор**

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

**Допущено до захисту**

**в.о. завідувача кафедри**

(посада)

(підпис)

(дата)

**(А.В.Андрусяк )**

(ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025рік

# ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

*Інститут архітектури та будівництва  
«ІФНТУНГ-ДонНАБА»  
Кафедра будівництва  
Спеціальність 192 - “Будівництво та цивільна інженерія”  
ОПП Будівництво та цивільна інженерія*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о.завідувача кафедри  
Андрусяк А.В.  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студенту Цюцяку Дмитру Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Приватний одноквартирний житловий будинок у м. Каховці Херсонської обл. з дослідженням ударних навантажень»

Затверджена наказом № 723/7 від 17.11.2025р.

2.Термін здачі студентом закінченої роботи \_\_\_\_\_

3.Вихідні дані до роботи: місце будівництва м. Каховка Херсонської обл.;  
призначення – приватний одноквартирний житловий будинок.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань)

4.1. Архітектурно- будівельний розділ.

4.2. Розрахунково-конструктивний розділ.

4.3. Технологічно-організаційний розділ.

4.4. Наукова робота.

4.5 Економічний розділ.

4.6. Охорона праці.

4.7.Охорона навколишнього середовища.

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень)

5.1. Архітектурно-будівельне креслення (фасади, плани, розрізи, вузли, схема генплану) –  
2-3 аркуші формату А-1.

5.2. Будівельні конструкції – 1-2 аркуші формату А-1.

5.3 Технологія будівництва - 1-2 аркуші формату А-1.

5.4. Організація будівництва (календарне планування, будгенплан) - 2 аркуші формату А1.  
Всього 5-7 аркушів формату А1.



## РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: «Приватний одноквартирний житловий будинок у м. Каховці Херсонської обл. з дослідженням ударних навантажень», розроблений згідно завдання, виданого кафедрою будівництва та енергоефективних споруд.

Проект розроблений в обсязі 6 аркушів креслень стандартного формату А-1 з дотриманням вимог єдиної системи конструкторської документації та будівельних норм та 88 сторінок пояснювальної записки, яка вміщує всі необхідні матеріали і має повний обсяг аркушів, рисунків, таблиць.

Даний дипломний проект представляє собою комплекс архітектурно-планувальних, конструктивно-розрахункових рішень по зведенню приватного одноквартирного житлового будинку, розроблений для будівництва на території України в II кліматичному районі - південний степ.

Дипломний проект складається з розділів:

- архітектурно-будівельний, в якому розглядається питання пов'язані з розташуванням будівельного майданчику, кліматичні умови місцевості будівництва, конструктивно-планувальні рішення будівлі, питання з інженерного забезпечення об'єкту, виконання теплотехнічного розрахунку зовнішньої огорожувальної конструкції, світлотехнічного розрахунку;

- розрахунково-конструктивний. В даному розділі виконується розрахунок панелі перекриття;

- організація та технологія будівництва. Цей розділ розглядає питання технології будівельних робіт, проектування будівельного генерального плану. Виконується технологічна карта кладки зовнішніх стін будівлі з цегли;

- науковий розділ -дослідження ударних навантажень;

- економічний, який включає локальний кошторис;

- охорона праці розглядає організацію охорони праці на будівництві, і служби охорони праці та її функції;

- охорона навколишнього середовища - заходи, які спрямовані на збереження і покращення навколишнього середовища.

## ABSTRACT

The diploma project on the topic: "Private single-apartment residential building in the city of Kakhovka, Kherson region. with a study of shock loads", developed according to the task issued by the Department of Construction and Energy-Efficient Structures.

The project is developed in the amount of 6 sheets of drawings of standard format A-1 in compliance with the requirements of the unified system of design documentation and building codes and 88 pages of an explanatory note, which contains all the necessary materials and has a full volume of sheets, drawings, tables.

This diploma project is a complex of architectural, planning, structural and calculation solutions for the construction of a private single-apartment residential building, developed for construction on the territory of Ukraine in the II climatic region - the southern steppe.

The diploma project consists of sections:

- architectural and construction, which considers issues related to the location of the construction site, climatic conditions of the construction area, structural and planning solutions of the building, issues of engineering support of the facility, performance of thermal engineering calculation of the external enclosing structure, lighting calculation;
- calculation and construction. In this section, the calculation of the floor panel is performed;
- organization and technology of construction. This section considers the issues of construction technology, design of the construction master plan. A technological map of the masonry of the external walls of the building made of brick is being carried out;
- scientific section - study of shock loads;
- economic, which includes a local estimate;
- labor protection considers the organization of labor protection in construction, and labor protection services and its functions;
- environmental protection - measures aimed at preserving and improving the environment.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1.АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	8
1.1.Загальна характеристика	8
1.2. Генеральний план	9
1.3.Об'ємно-планувальне рішення	9
1.4. Архітектурно- конструктивне рішення	11
1.5.Інженерне обладнання	14
1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.	16
1.7 Світлотехнічний розрахунок.	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	21
2.1. Розрахунок панелі перекриття	21
2.2. Підбір перерізів.	22
2.3. Розрахунок за міцністю нормальних перерізів	23
2.4. Розрахунок за міцністю нахилених перерізів.	24
2.5. Визначення прогинів	24
2.6. Розрахунок панелі за розкриттям тріщин.	25
2.7. Перевірка за розкриттям тріщин, нахилених до повздожньої осі	28
2.8. Перевірка панелі на монтажні навантаження	28
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА	30
3.1. Технологія будівельних робіт	30
3.2. Розрахунок параметрів та вибір монтажного крану.	32
3.3. Розробка об'єктного будівельного генерального плану	37
3.4.Технологічна карта кладки зовнішніх стін будівлі з цегли	37
РОЗДІЛ 4 НАУКОВА РОБОТА	47
4.1. Дослідженням ударних навантажень	47
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ	53
5.1. Локальний кошторис	53
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
6.1.Організація охорони праці на будівництві.	67

6.2.Організація служби охорони праці та її функції	73
6.3 Роботи з підвищеною небезпекою та їх виконання	74
<b>РОЗДІЛ 7.ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	<b>80</b>
7.1 Заходи, які спрямовані на збереження і покращення навколишнього середовища	80
7.2. Заходи з охорони навколишнього середовища при спорудженні та експлуатації	81
7.3 Охорона ґрунтово-рослинного шару	82
7.4 Охорона підземних і поверхневих вод	83
7.5 Покращення санітарно-епідеміологічних умов	84
7.6 Охорона єдиної системи насаджень і покращення ландшафту	85
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	<b>86</b>

## ВСТУП

Наявність житла виступає об'єктивно необхідною умовою підтримки життєдіяльності людини. Протягом усього періоду еволюції людства змінювались функції житла, способи будівництва, обладнання житла, проте потреба у ньому залишається актуальною у будь-якому суспільстві незалежно від рівня добробуту громадян. Необхідність мати житло виступає чинником, що спонукає людину до продуктивної діяльності.

Будівництво приватних житлових будинків є важливим сектором будівельної галузі. Цей процес включає створення приміщень для людей, де можна проживати в комфортних умовах. Побудувати будинок може не кожен, адже цей процес є багатостадійним і складним. Будівництво будинків позитивно впливає на суспільство та економіку з таких причин: вирішується проблема забезпечення житлового простору для населення; будівництво будинків дає змогу створити робочі місця для представників будівельної професії; в нових районах створюються дороги, будуються школи, магазини та медичні заклади, що покращує якість життя мешканців та створюються робочі місця для представників багатьох професій для обслуговування інфраструктури. Актуальність індивідуального житла в Україні зумовлена прагненням до приватності, комфорту та можливості персоналізації, які не завжди забезпечують квартири. Важливим фактором є також доступність, особливо у порівнянні з повноцінними приватними будинками, а також бажання жити ближче до природи, часто у передмістях, проте мати доступ до міської інфраструктури. Індивідуальне приватне житло забезпечує відчуття самостійності та усуває незручності, пов'язані зі спільними під'їздами в багатоквартирних будинках. Надає більше простору для індивідуального дизайну та облаштування, наприклад, створення домашнього офісу або тераси з садом. Багато таких будинків розташовані в екологічно чистих районах, як правило, в передмісті, що дозволяє насолоджуватися спокоєм, залишаючись недалеко від міської інфраструктури. Одночасно власники індивідуального житла несуть повну відповідальність за догляд за будинком та прибудинковою територією, що може вимагати значних зусиль та ресурсів.

# РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

## 1.1. Загальна характеристика

Згідно завдання на дипломне проектування розроблено проект приватного одноквартирного житлового будинку у м. Каховка Херсонської обл.

Капітальність будівлі - 2 клас, вогнестійкість -2 ступінь.

Будівництво проводиться у III кліматичному районі, у I сніговому та до IV вітровому районі. [11]

Кліматичні умови [11]:

- $T_{\text{ср.х.д.}} - 26,5^{\circ}\text{C}$ ;
- $T_{\text{ср.х5дн.}} - 22,5^{\circ}\text{C}$ ;
- промерзання ґрунту – 0,8 м.;
- сніговий покрив – 0,82 кПа.

Температура повітря:

- середньорічна  $+ 12,0^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальна  $+ 29,5^{\circ}\text{C}$ ;

## 1.2 Генеральний план.

Генеральний план ділянки розроблений на основі викопіювання з генплану.

Прив'язку виконано з врахуванням існуючих як інженерних мереж так і будівель. Для проїзду пожежної машини довкола будівлі запроектовано проїзд. [7, 35]

Проектом передбачено:

1. Житловий будинок.
2. Гараж.
3. Басейн.
4. Відпочинкова зона.

Дороги запроектовано з покриттям асфальту. Доріжки для пішоходів - тротуарної плитки. Атмосферні опади від будівлі відводяться по поверхні, яку сплановують.

ТЕП генплану:

- площа будмайданчика – 2405,00 м<sup>2</sup>
- площа під забудову – 159,50 м<sup>2</sup>
- площа покриття – 303,25 м<sup>2</sup>
- площа озеленення – 1942,25 м<sup>2</sup>
- озеленення – 78,0 %

### 1.3 Об'ємно - планувальне рішення.

Споруда являє собою спроектовану двоповерхову будівлю, яка розміщена на невеликій території і забезпечує достатній комфорт.

Висота поверхів 3,10м.

На першому та мансардному поверсі розміщені житлові кімнати, тераса, балкон. На верхній поверх здійснюється прохід по відокремленим сходам.

Таблиця 1.1 Приміщення 1 поверху

Номер по плану	Назва	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3
1	Тамбур	2,62
2	Передпокій	9,86
3	Коридор	1,86
4	Сан. вузол	4,69
5	Сходи	6,63
6	Кухня-столова	11,32
7	Вітальня	31,10
8	Гараж	30,24
9	Котельна	5,52
10	Тераса	17,81

Таблиця 1.2 Приміщення мансарди

Номер по плану	Назва	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3
11	Хол	9,24
12	Житлова кімната	13,46
13	Комірчина	1,73
14	Житлова кімната	26,91
15	Гардероб	2,96
16	Житлова кімната	18,71
17	Гардероб	2,57
18	Ванна кімната з сан. вузлом	10,18
19	Балкон	4,77

#### 1.4. Архітектурно- конструктивне рішення

Фундаменти з/б монолітні залізобетонні стрічкові під стіни. Стіни, які нижче поверхні землі запроектовані зі збірних блоків ФБС, частково з докладкою глиняною цеглою. Виконується вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту.

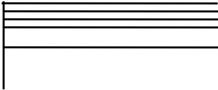
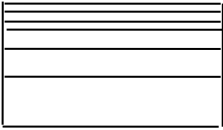
Перекриття будівлі - збірні з/бетонні панелі круглопустотні.

Підлога - призначення виду і типу згідно серії 2.144-1/8 та санітарних норм.


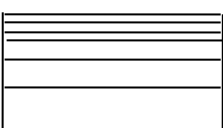
Слід окремо зазначити наступне:

1. Влаштування підлог згідно до ДБН [37] .
2. Ухил у бік трапу.
3. У санвузлах підлога на 20 мм нижча рівня підлоги поверху з ухилом до стоку.
- 4 Підлоги влаштовують після прокладки інженерних комунікацій та внутрішніх мереж.

Таблиця 1.3 Підлога першого поверху

	Підлога	Приміщення
	1-керамічна плитка; 2- стяжка ц/піщана 3-геотекстиль 4- гідроізоляційних шар 5-бетонна підготовка	Санвузол. Кухня.
	1-лінолеум; 2- стяжка ц/піщана 3-геотекстиль 4- утеплювач - керамзит 5- гідроізоляційний шар 6-бетонна підготовка	Прихожа. Вітальня.

Таблиця 1.4 Підлога мансардного поверху

	Шари підлоги	Застосування
	1-керамічна плитка; 2- стяжка ц/піщана 3-геотекстиль 4- гідроізоляційний шар 5-звукоізоляційний шар 6- пороізоляція 7- покриття	Санвузол
	1-лінолеум; 2-ц/піщана стяжка 3-звукоізоляційний шар 4- пороізоляція 5-покриття	Житлові кімнати

Сходи.

В даному проекті запроектовано влаштування сходів зі збірних з/б. елементів.

[25]

Вікна та двері запроектовано метало пластикові індивідуального виконання та передбачено встановлення дерев'яних дверей внутрішні.

Вікна влаштовують на висоті 800 мм над підлогою. Дерев'яні двері при виготовленні обробляють антипіренами та антисептиками.

Покрівля - двосхила з покриттям металочерепицею по крокв'яній системі. Запроектований зовнішній водовідвід води з даху.

Оздоблення прийнято згідно ДБН та функціонального призначення приміщень.

У якості зовнішнього оздоблення прийнято декоративну штукатурку з фарбуванням фасадними фарбами. Цокольну частину будівлі оздоблюємо природним каменем .

Оздоблення приміщень прийнято згідно використання кожного окремо. Запроектовано декоративну штукатурку з додаванням різних форм для різних приміщень з пофарбуванням. Стелі - підвісні. Санвузли оздоблюють керамічною плиткою.

### 1.5 Інженерне обладнання.

Запроектовано господарчо-побутовий водопровід з тупиковою схемою розводки магістралей. Опалення будинку – індивідуальне. Водовідведення відбувається в зовнішню мережу. Витяжку зі стояків каналізації виконують вище покрівлі. Освітлення запроектовано згідно ДБН В.2.5-28-2006. [24]

### 1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожуючої конструкції стіни

[20,21,22,23]

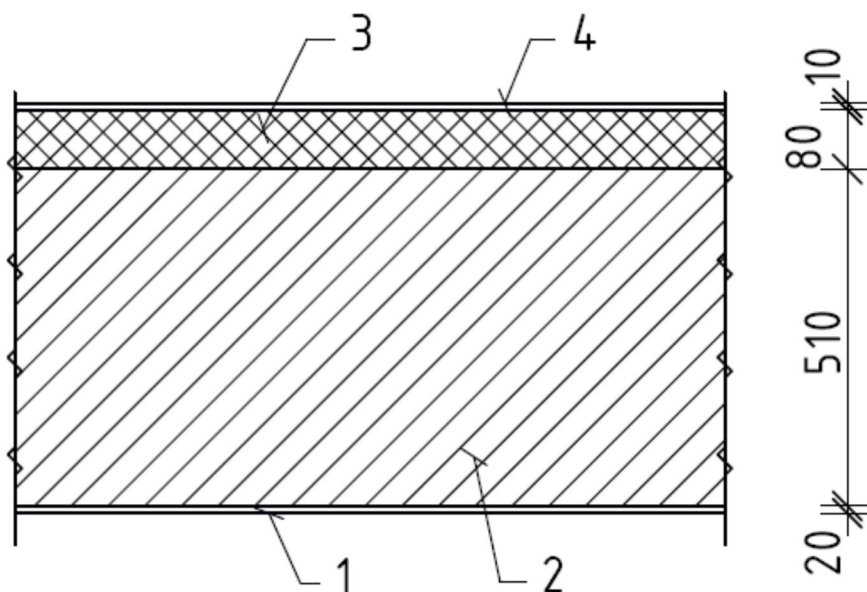


Рис. 1.1. Схема огорожуючої конструкції

1. Вапняно-піщаний розчин.
2. Цегла на ц/піщаному розчині
3. Пінополістирол.
4. Ц/піщаний розчин.

Повинна виконуватись умова: [20,21,22,23]

$$R_o \stackrel{?}{=} R_o^{TP}$$

В нашому випадку  $R_o^{TP} = 2,8$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°К/Вт}$ ).

Визначаємо термічний опір за формулою [22]:

$$R_{ПП} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_1 = \frac{d_1}{l_1} = \frac{0.02}{0.70} = 0.029$$

$$R_2 = \frac{d_2}{l_2} = \frac{0.51}{0.70} = 0.729$$

$$R_3 = \frac{d_3}{l_3} = \frac{0.08}{0.034} = 2.353$$

$$R_4 = \frac{d_4}{l_4} = \frac{0.01}{0.70} = 0.014$$

$$R_{ПП} = 0.029 + 0.729 + 2.353 + 0.014 = 3.125 \text{ м}^2 \cdot \text{°К/Вт}$$

Термічний опір [22]:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_{ПП} + \frac{1}{\alpha_H} \quad [22]$$

$$\alpha_B = 8,7 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°К)}; \quad \alpha_H = 23 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°К)} \quad [22]$$

$$R_o = \frac{1}{8.7} + 3.125 + \frac{1}{23} = 3.283 \text{ м}^2 \cdot \text{°К/Вт}$$

$$R_o \stackrel{?}{=} R_o^{TP} \quad [22]$$

$$R_o = 3.283 \stackrel{?}{=} R_o^{TP} = 2.8 \text{ м}^2 \cdot \text{°К/Вт}$$

Умова задовільняється

## РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

### 2.1. Розрахунок панелі перекриття

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження (кН/м <sup>2</sup> )	Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f$	Розрахункове навантаження (кН/м <sup>2</sup> )
	Постійні навантаження			
	Керамічна плитка	0,377	1,3	0,49
	Стяжка бетонна	0,6	1,3	0,78
	Утеплювач з керамзиту	0,2	1,3	0,26
	Панель перекриття	2,76	1,1	3,04
	Перегородки	0,12	1,1	0,32
	Тимчасові			
	повне тимчасове навантаження	$p^n = 2,01$	1,2	$p = 2.42$
	короткочасне	1,16	1,2	1,392
	довготривале	0,86	1,2	1,032

На 1 м довжини панелі діють навантаження [10] :

- короткочасне нормативне та розрахункове;
- постійне довготривале нормативне та розрахункове,
- всього нормативне :

$$P^n + g^n = 7,05 \text{ кН/м}$$

- всього розрахункове :

$$P + g = 8,27 \text{ кН/м}$$

- згинальний момент від повного розрахункове навантаження [10] :

$$M = (g \cdot L_0^2 \cdot \gamma_n) / 8 = 15,65 \text{ кН*м}$$

$$L_0 = L - b/2 = 3,9 \text{ м}$$

- згинальний момент від повного нормативного навантаження при  $\gamma_f = 1.0$  (для розрахунку прогинів і тріщиностійкості)

$$M^H = (g^H * L_0^2 * y_n) / 8 = 13,3 \text{ кН*м} \quad [10]$$

- згинальний момент від нормативного постійного та довготривалого тимчасового навантаження [10]:

$$M_{ld} = (g^H * L_0^2 * y_n) / 8 = 10,7 \text{ кН*м}$$

- згинальний момент від короточасного нормативного навантаження:

$$M_{cd} = (P^H * L_0^2 * y_n) / 8 = 2,6 \text{ кН*м}$$

- Максимальна поперечна сила від повного розрахункового навантаження [10]:

$$V = (g * L_0 * y_n) / 2 = 15,6 \text{ кН.}$$

- поперечна сила від повного нормативного навантаження [10]:

$$V = (p * L_0 * y_n) / 2 = 13,3 \text{ кН.}$$

- поперечна сила від постійного та тривалого нормативного навантаження [10]:

$$V_{nld} = (p * L_0 * y_n) / 2 = 10,7 \text{ кН.}$$

## 2.2. Підбір перерізів.

Для збірної панелі приймається [9]:

бетон класу: C25/30,  $E_{cm} = 32,5 * 10^4$  МПа,  $f_{cd} = 17$  МПа,  $f_{ctk} = 1,2$  МПа,  $g_{b2} = 0,9$ ;

поздовжня арматура - A400С,  $f_t = 355$  МПа;

поперечна арматура A240С,  $f_t = 225$  МПа, и  $f_{ywd} = 175$  МПа;

армування – зварними сітками в верхній та нижній полицях панелі – з дроту класу 500,  $f_t = 360$  МПа коли  $d = 5$  мм та  $f_t = 365$  МПа коли  $d = 4$  мм.

Панель розраховується як балка прямокутного перерізу. Розміри її  $b$  x  $h$ , п'ятипустотна. Поперечний переріз панелі зводимо до двотаврового.

Даля розраховується [9]:

$$h_1 = 0,9 d = 14,31 \text{ см};$$

$$h_f = h\phi = (h - h_1) / 2 = (22 - 14,3) / 2 = 3,85 \text{ см} \approx 3,8 \text{ см}$$

приведена товщина ребер дорівнює 45.49 см (при  $b\phi = 117 \text{ см}$ ).

## 2.3. Розрахунок за міцністю нормальних перерізів.

Приймаємо висоту панелі  $h = 22 \text{ см}$ .

Відношення  $h\phi / h = 3,8 / 22 = 0,173 \approx 0,1$ ;

вся ширина полиці  $b\phi = 117 \text{ см}$ .

Розраховуємо за формулою [9]:

$$A_0 = \frac{M}{f_{cd} g_{b2} b_f h_0^2} = \frac{15.60}{17000 \times 0,9 \times 1,17 \times 0,19^2} = 0,024$$

де  $h_0 = h - a = 19,0$  см.

Згідно табл. 2.11 знаходимо  $x = 0,024$   $h = 0,9877$ . Стиснута зона має висоту  $\delta = x h_0 = 0,024 \times 19 = 0,46 \text{ м} \approx 46 \text{ см}$ , в межах стиснутої полиці проходить нейтральна вісь.

Розрахунок площі перерізу поздовжньої арматури за формулою [9]:

$$A_s = \frac{M}{h h_0 f_t} = \frac{15.60}{0,9877 \times 0,19 \times 55000} = 2,47 \text{ см}^2$$

приймаємо 4D = 12A400C,  $A_s = 4,5 \text{ см}^2$  та враховуємо сітку

$$C-I \frac{5B500 - 150}{4B500 - 150} 1110 \times 5950, A_{s1} = 1,23 \text{ см}^2;$$

а  $A_s = 1,25 + 4,52 = 5,77 \text{ см}^2$  стержні  $\varnothing 12$  мм розподіляються по перерізу рівномірно.

#### 2.4. Розрахунок за міцністю нахилених перерізів.

Перевіряємо умову необхідності постановки поперечної арматури для багатопустотних панелей,  $V_{\max} = 15,64$  кН.

Розраховуємо проекцію з нахилоного перерізу за формулою [9]:

$$c = j_{b2} (1 + j_f + j_n) f_{ctk} b h_0^2 / V_b = B_b / V_b$$

де  $j_{b2} = 2$  - для важкого бетону;  $j_f$  - коефіцієнт, враховуючий вплив зв'язів стиснутих полицок; в багатопустотній плиті при п'яти ребрах

$$j_f = 5 \times 0,75 \frac{(3h\phi) h\phi}{b h_0} = 5 \times 0,75 \frac{3 \times 3,8 \times 3,8}{45,5 \times 19} = 0,187 \approx 0,5$$

$j_n = 0$ , в разі відсутності зусиль обтиснення значення

$$B_b = j_{b2} \times (1 + j_f + j_n) f_{ctk} g_{b2} b h_0^2 = 2(1 + 0,187) 1,2 \times 0,9 \times 45,5 \times 19^2 (100) = 42,11 \times 10^5 \text{ Н см}$$

В розрахунковому нахилоному перерізі  $V_b = V_{sw} = V / 2$ , внаслідок  $c = B_b / (0,5V) = 42,11 \times 10^5 / (0,5 \times 22690) = 371,2 \text{ см} \approx 2 h_0 = 2 \times 19 = 38 \text{ см}$ .

Приймаємо  $c = 38$  см. тоді  $V_b = B_b / c = 42,11 \times 10^5 / 38 = 1,11 \times 10^5 \text{ Н} = 111 \text{ кН} \approx V = 15,64$  кН.

Робимо висновок: поперечна арматура по розрахунку не потрібна.

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно з кроком [9]:

$$s = \xi h / 2 = 22 / 2 = 11 \text{ см}, \text{ а також } s \leq 15 \text{ см.}$$

Поперечні стержні  $\varnothing 6$  мм класу А240С через 10 см. Посередині панелі конструктивно влаштовуємо поперечні стержні для зв'язку поздовжніх.

## 2.5. Визначення прогинів.

В середині прольоту момент:

- від повного нормативного навантаження -  $M^n = 13,29 \text{ кН*м}$ ;

- від постійного і довгочасного навантаження -  $M_{cd} = 2,61 \text{ кН*м}$ .  $M_{ld} = 10,68 \text{ кН*м}$

Визначимо прогин панелі приближеним методом.

Попередньо розрахуємо [9] :

$$g = g_{\xi} = \frac{(b_{\xi} - b) h_{\xi}}{b h_0} = \frac{(117 - 45.5) 3,8}{45.5 \times 9} = 0,31$$

$$m a = \frac{A_s E_s}{b h_0 E_{cm}} = \frac{5.77 \times 2,0 \times 10^5}{45.5 \times 9 \times 2500} = 0,041$$

За табл. 2.15 знаходимо  $l_{lim}$  при  $m a = 0,041$  в арматурі А400С.

Деформативність панелі [9]:

$$l / h_0 + 18 h_0 / l \leq l_{lim}$$

так як  $l / h_0 = 22 \bar{n}_{lim} = 12$  умова не виконується. Потрібен розрахунок прогинів.

В середині прольоту панелі прогин від дії короткочасних і довгочасних навантажень:

$$f_{max} = S l^2 / r_c = \frac{5}{48} 5.79^2 \frac{1}{r_c}$$

де  $1/r_c$ - кривизна в середині прольоту панелі, визначається за формулою:

$$\frac{1}{r_c} = \frac{1}{E_s A_s h_0^2} \left( \frac{M_{cd}}{k_{1cd}} + \frac{M_{ld} - k_{2ld} b h^2 f_{ctk}}{k_{ld}} \right) \frac{\sigma}{\sigma} = \frac{1}{2,0 \times 10^5 (100) 5.77 \times 9^2} \left( \frac{261000}{0.345} + \frac{1068000 - 0,19 \times 45.5 \times 22^2 \times 8 (100)}{0,175} \right) \frac{\sigma}{\sigma} = 6.13 \times 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

коефіцієнти  $k_{ld} = 0,175$ ;  $k_{2ld} = 0,19$ ;  $k_{1cd} = 0,345$  прийняті за табл. 2.14 в залежності от  $m a = 0,041$  і  $g_{\xi} = 0,31$  для двотаврових перерізів

Розраховуємо прогин  $f$  :

$$f_{max} = 1,02 \text{ см,}$$

що є меншим за  $f_{lim}=l/200=2.1$  см при  $l \in 6i$

## 2.6. Розрахунок панелі на розкриття тріщин.

Панель перекриття експлуатується в закритому приміщенні. Армована стержнями А400С. Відноситься до третьої категорії тріщиностійкості. Гранична ширина розкриття тріщини  $a_{crc1}=0,4\text{мм}$   $a_{crc2}=0,3\text{мм}$ .

Необхідна умова [9]:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} \leq a_{crc, \max}$$

де  $a_{crc1}-a_{crc2}$  - приріст ширини розкриття тріщин від постійного і довготривалого до повного (при короткочасному збільшенню навантаження);

$a_{crc3}$  - ширина розкриття тріщин від постійних і довготривалих навантажень (при довготривалій дії).

Ширина розкриття тріщин :

$$a_{crc} = dj \cdot h \frac{s_s}{E_s} 20(3,5 - 100m) \sqrt[3]{d} d_a \quad [9]$$

для визначення  $a_{crc}$  застосовуємо норми та величини, які отриманно при визначенні прогинів.

$$m = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{5.77}{45.5 \times 9} = 0,0067 < m=0,02$$

приймаємо  $m=0,0067$  ( п. 4. 14 [9]), тоді  $j = 1,4995$ ;

$$s_s = M / A_s z_1 = M / W_s$$

Визначаємо  $z_1$ ;

$$z_1 = h_0 \left[ \frac{j \cdot \phi \cdot h \cdot \phi / h_0 + x^2}{2(j \cdot \phi + x)} \right]^{0.5} \quad [9]$$

тут  $j \cdot \phi = 0,187$ ;  $h \cdot \phi / h_0 = 3,8 / 22 = 0,173$ ;  $h_0 = 19$  см; за формулою знаходимо  $x$ ;

$$x = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(d + l)}{10m}}$$

$$l = j \cdot \phi [1 - h \cdot \phi / (2 h_0)] = 0,187 [1 - 3,8 / (2 \times 9)] = 0,168$$

Значення  $d$  від нормативних навантажень [9]:

$$d = \frac{M^n}{R_{b,ser} b h_0} = \frac{13.29}{22000 * 1.17 * 0.19^2} = 0,0143$$

- від постійного і довготривалого навантаження:

$$d_{ld} = \frac{M_{ld}}{f_{ck,prism} b h_0^2} = \frac{10.68}{22000 * 1.17 * 0.19^2} = 0.0115$$

$$m = \frac{A_s E_s}{b h_0 E_{cm}} = \frac{5.77 * 2.0 * 10^5}{45.5 * 9 * 2500} = 0.041$$

Розрахунок для таврових  $x = \frac{1}{1.8 + \frac{1 + 5(0.0143 + 0.168)}{10 * 0.041}} = 0.155 < \frac{h\phi}{h_0} = 0.2$  проводимо, як перерізів.

Знаходимо  $z_1$  за формулою (3.20 [9])

$$z_1 = 19 \frac{e}{e} - \frac{0.187 * 0.2 + 0.155^2}{2(0.187 + 0.155)} = 16.25 \text{ см}$$

Пружнопластичний момент опору залізобетону таврового перерізів після появи тріщин:

$$W_s = A_s z_1 = 5.77 * 16.25 = 93.79 \text{ см}^3 \text{ [9]}$$

Розрахунок по довготривалому розкриттю тріщин.

$$M_{ld} = 10.68 \text{ кН*м.}$$

Навантаження при дії постійних і довготривалих в розтягнутій арматурі:

$$s_{s1} = M_{ld} / W_s = 10.68 * 10^5 / 93.79 = 11387 \text{ Н/см}^2 = 113.9 \text{ МПа} \text{ [9]}$$

де  $W_s = 99.40 \text{ см}^3$  після перерахунку величини  $z_1$ , після визначення  $x$  при вставленні в формулу (3.20)  $d_{ld} = 0.0115$ .

Від дії постійного і довготривалого навантаження ширина розкриття тріщин при  $j_1 = 1.30$ .

$$a_{crc3} = 1 * 3 \frac{113.9}{2.0 * 10^5} * 20(3.5 - 100 * 0.0067) \sqrt{12} = 0.096 \text{ м} \text{ і } a_{nrc,max} = 0.3 \text{ м} \text{ [9]}$$

умова виконується.

Розрахунок по довготривалому розкриттю тріщин:

$$M^n = 13.29 \text{ кН*м; } M_{ld} = 10.68 \text{ кН*м;}$$

$a_{crc}$  визначається за формулою (2.93 [9]).

В розтягнутій зоні арматури при загальній дії нормативних навантажень:

$$s_{s1} = M^n / W_s = 13.29 * 10^5 / 93.79 = 14169 \text{ Н/см}^2 = 141.69 \text{ МПа}$$

Приріст напруження  $\Delta s_s = s_{s1} - s_{s2} = 141.69 - 113.90 = 27.79 \text{ МПа.}$

Приріст ширини розкриття тріщин при  $j_1=1,0$  (3.19[9])буде:

$$\Delta a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} = 1 \times \frac{27.79}{2,0 \times 10^5} 20 (3,5 - 100 \times 0,0067)^{1/3} \sqrt{12} \times 10^{-3} = 0,018 \text{ м}$$

При загальній дії усіх навантажень ширина розкриття тріщин:  $a_{crc} = 0,096 + 0,018 = 0,114 \text{ м}$  а  $a_{crc,max} = 0,4 \text{ м}$ , Умова виконується.

## 2.7. Перевірка за розкриттям тріщин, нахилених до повздожньої осі.

Визначаємо ширину розкриття тріщин, які нахилені до повздожньої осі і армовані поперечною арматурою за формулою (152) по [9]:

$$a_{crc} = j_1 \frac{0,6 s_{sw} d_w h}{E_s \frac{d_w}{h_0} + 0,15 E_{cm} (1 + 2 a m_w)}$$

Напруження в поперечних стержнях [9]:

$$s_{sw} = \frac{V - V_{b1}}{A_{sw} h_0} s \leq R_{s.ser}$$

де:

$$V_{b1} = 0,8 j_{b4} (1 + j_n) f_{ck,prism} b h_0^2 / c = 0,8 \times 1,5 \times 1,8 (100) 45.5 \times 10^2 / 38 = 93.4 \times 10^3 \text{ Н}$$

$j_n = 0$ ;  $c = 38 \text{ см}$ ;

$$s_{sw} = \frac{15640 - 93400}{0,85 \times 10^3} 10^{-3} \text{ (отримуємо від'ємну величину)};$$

$V^n = 13320 \text{ Н}$  – поперечна сила від повного нормативного навантаження при  $g_f = 1,0$ ;

$V_{ld}^n = 10710 \text{ Н}$  – теж, від постійних і довготривалих навантажень.

Так як  $s_{sw}$  величина від'ємна, тоді розкриття тріщин, які нахилені до повздожньої осі, не буде.

## 2.8. Перевірка панелі на монтажні навантаження.

В панелі перекриття є чотири монтажні петлі з арматури А240С на відстані від краю панелі 70 см. Розрахункове навантаження від ваги панелі з урахуванням коефіцієнту динамічності  $k_d$ :

$$q = k_d g_f g b = 1,4 \times 1 \times 2750 \times 1,19 = 5039.65 \text{ Н/м [9]}$$

де  $q = h_{red} r = 0,11 * 25\ 000 = 2750 \text{ Н/м}^2$  – вага панелі;

$b$ - ширина панелі;

$h_{red}$  – товщина панелі;

$r$  - щільність бетону.

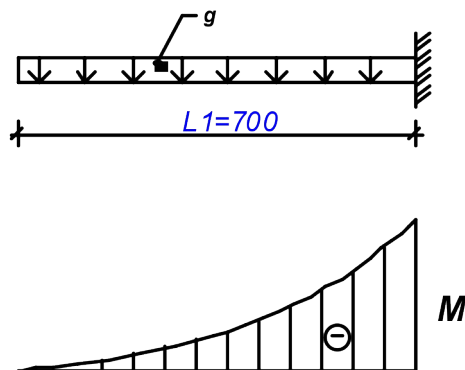


Рис.2.1. Розрахункова схема панелі.

Згинальний момент панелі (консольна її частина): [9]

$$M = ql^2_1/2 = 5039,65 * 0,7^2/2 = 1234,7 \text{ Н*м}$$

Момент буде сприйматися поздовжньою монтажною арматурою каркасів. Так, як  $z_1 = 0,9 h_0$ , тоді площа перерізу даної арматури складає:

$$A_s = \frac{M}{z_1 R_s} = \frac{123470}{0,9 * 9 * 355(100)} = 0,203 \text{ см}^2,$$

що є менше конструктивної арматури 4D 8 A400C,  $A_s = 2,01 \text{ см}^2$

При підйомі вага панелі передається на 2 петлі. Зусилля на 1 петлю дорівнює:

$$N = gl/2 = 5039,65 * 1,18/2 = 10532,9 \text{ Н}$$

Площа перерізу петлі:

$$A_s = N / R_s = 10532,9 / [210(100)] = 0,50 \text{ см}^2$$

приймаємо стержні  $\varnothing 10 \text{ мм}$ ,  $A_s = 0,786 \text{ см}^2$  конструктивно.

## РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

### 3.1 Технологія будівельних робіт.

Земляні роботи. [17]

За допомогою бульдозера ДП-15 зрізують рослинний шар. Розробку ґрунту проводять одноківшевим екскаватором та вивозять за межі будмайданчика автосамоскидами, зворотню засипку проводять - бульдозером, підчистку - вручну, ущільнюють ґрунт пневмокатками.

### **Монтажні роботи [28].**

Монтаж конструкцій проводять монтажники, які пройшли спеціальне навчання й ознайомлені зі специфікою монтажних робіт.

Роботи з монтажу конструкцій виконують справним інструментом при дотриманні умов його експлуатації. Керівник організації зобов'язан провести інструктаж з техніки безпеки на робочому місці. Монтажники зобов'язані знати інструкції з технології виробництва монтажних робіт, техніку безпеки.

Перед початком робіт машиніст вантажопідйомного крана повинен перевірити: механізм крана, його гальма й кріплення, ходову частину й тяговий пристрій; змащення передач, підшипників і канатів; стрілу і її підвіску; стан канатів і вантажозахватних пристроїв (траверс, гаків).

При виконанні монтажних робіт на місці провадження робіт по монтажу конструкцій, а також на крані не повинні знаходитись особи, що не мають відношення до даної роботи.

Будівельно-монтажні роботи повинні виконуватися по технологічній карті, у якій передбачаються:

- відповідності встановлюваного крана умовам будівельно-монтажних робіт з вантажопідйомності, висоти підйому й вильоту (вантажна характеристика крана);
- забезпечення безпечних відстаней від мереж і повітряних ліній електропередачі, місць руху міського транспорту й пішоходів, а також безпечних відстаней наближення крана до будов і місцям складування будівельних деталей і матеріалів;
- перелік застосовуваних вантажозахватних пристроїв і графічне зображення (схема) стропування вантажів;
- місця й габарити складування вантажів;
- заходу щодо безпечного провадження робіт з урахуванням конкретних умов

на ділянці, де встановлений кран (огороження будівельного майданчика, монтажного зони).

Не можна перебувати людям у границях небезпечної зони. Забороняється стояти, проходити або працювати під піднятим вантажем. Машиніст крана не повинен опускати вантаж одночасно з поворотом стріли. У монтажній зоні та у зоні складування забезпечити освітленість.

### **Бетонні роботи[20].**

В опалубні форми вкладають бетонну суміш, де вона твердне до досягнення бетоном потрібної міцності.

Вимоги до опалубки:

- внутрішні розміри мають відповідати проектним розмірам конструкції;
- якість внутрішньої площини повинна відповідати якості зовнішньої поверхні конструкції;
- мати достатню міцність, жорсткість і герметичність;
- мінімальні витрати на її влаштування.

Бетонну суміш готують, як правило, централізовано на спеціальних заводах, а якщо обсяги робіт невеликі – на приоб'єктних бетонозмішувальних установках циклічної дії. До початку вкладання бетонної суміші перевіряють якість виконання опалубки, її міцність і правильність встановлення арматури. Опалубку перед розміщенням арматури очищають від сміття, а перед вкладанням бетонної суміші промивають напірним струменем води. Поверхні сталеві і пластмасові опалубок покривають агдезійним мастилом. Технологія укладання бетонної суміші залежить від виду, розмірів та положення конструкцій, кліматичних умов, устаткування, енергетичних ресурсів, властивостей суміші.

### **Кам'яні роботи [19].**

Для забезпечення безперервної роботи мулярів будівельний об'єкт ділять на захватки, а захватки - на ділянки. Працюючи за захватковою системою, на одній захватці виконують кладку, а на іншій – вкладають плити чи встановлюють риштування. Муляри з одного рівня не можуть вкласти стіну на всю висоту, тому кладку стін виконують ярусами; якщо висота поверху 3...3,3 м – трьома ярусами,

висота яких 1...1,5 м. Тривалість кладки кожного ярусу на захватці приймають 1...2 робочі зміни.

### **Опоряджувальні роботи [37].**

Штукатурні роботи починають після повної осадки стін і перегородок, встановлення віконних і дверних блоків, зароблення отворів, кріплення електропроводки та інших робіт з підготовки поверхні.

Загальна товщина простої штукатурки не повинна перевищувати 12 мм, поліпшеної – 15 мм, високоякісної – 20 мм.

Процес штукатурення поверхонь складається із таких операцій: підготовка поверхні; нанесення штукатурного розчину, його розрівнювання, загладжування або затирання, влаштування декоративних обрамлень, оформлення кутів, одвірків та луток.

Підготовку поверхні починають з перевірки горизонтальності та вертикальності площин. Якщо на площині є нерівності глибиною більше 40 мм, то дефектні місця затягують металевою сіткою, яку закріплюють цвяхами або дюбелями.

Поверхні, які підлягають штукатуренню, очищають від пилу та бруду. Штукатурний розчин наносять на поверхню за допомогою розпилювальних механічних чи пневматичних форсунок, починаючи зі стелі чи верху стін, шарами, кількість яких залежить від виду штукатурки. Кожний наступний шар необхідно наносити після розрівнювання попереднього шару правилом і тужавіння розчину.

Накривний шар наносять після тужавіння останнього шару ґрунту. Після тужавіння накривного шару його затирають електро- або пневмозатиральними машинами чи загладжують металевими гладилками відразу після нанесення розчину. При малих обсягах робіт влаштування штукатурки виконують вручну, при цьому розчин наносять за допомогою штукатурної кельми або ковшів.

Малярні роботи виконують у дві стадії: підготовка поверхні та фарбування. Підготовка поверхні до фарбування включає в себе такі операції: очищення поверхні, її загладжування, розшивання тріщин, ґрунтування, шпатлювання та шліфування. Очищення поверхні виконують за допомогою металевого шпателя,

рогожної щітки і технічного пілосмока. Загладжування поверхні здійснюють механізовано за допомогою універсальних шліфувальних машин, а при малих обсягах – шліфувальною шкуркою, пемзою, дерев'яним брусом. Розшивання тріщин виконують тільки на обштукатурених поверхнях на глибину до 1 см за допомогою металевого шпателя. Заробляють тріщини шпаклювальними сумішами. Грунтування необхідне для просочування поверхні і надання їй міцності перед наступним фарбуванням.

### **3.2. Технологічна карта цегляної кладки зовнішніх стін будівлі**

#### **Призначення та область застосування**

Технологічна карта призначена для виконання робіт з мурування зовнішніх та внутрішніх стін із звичайної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині при зведенні житлових будівель. Карта також може застосовуватись при новому будівництві, при реконструкції та капітальному ремонті, у складі ПВР, при виробничому плануванні, для навчальних цілей. [19]

Роботи виконуються згідно з вимогами:

ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції»

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»

ДСТУ Б В.2.7-61:2008 «Цегла керамічна»

ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Розчини будівельні»

ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки»

При муруванні зовнішніх та внутрішніх стін необхідно дотримуватись наступних умов виконання робіт:

- температура зовнішнього повітря:
  - без протиморозних добавок — не нижче +5 °С
  - з протиморозними добавками — до -10 °С
- вологість цегли — нормальна, без обмерзання
- основа під мурування повинна бути:
  - очищена;
  - вирівняна;
  - перевірена за відмітками.
- цегла — без льоду, бруду та механічних пошкоджень.

Основними матеріалами для виконання робіт з мурування зовнішніх та внутрішніх стін із звичайної глиняної цегли на цементно-піщаному розчині слугують:

- цегла глиняна звичайна (М75–М150);
- цемент М400 або М500;
- пісок кварцовий (модуль крупності 1,5–2,5);
- вода технічна.

Використовують будівельні розчини для зовнішніх стін — М50–М100, для внутрішніх стін — М25–М50. Склад цементно-піщаного розчину (за об'ємом): 1:4 (цемент:пісок).

При виконанні робіт з мурування зовнішніх та внутрішніх стін використовують такі інструменти та обладнання кельма мулярська, молоток-кирочка, рівень, відвіс, правило, причалка, порядовки, розшивка, ємності для розчину, підмости або інвентарні риштування.

Склад ланки (на 1 захватку):

- муляр 4–5 розряду — 1 особа;
- муляр 2–3 розряду — 1 особа;
- підсобний робітник — 1 особа.

Роботи виконуються потоковим методом із розбивкою на захватки.

Технологія виконання робіт з мурування зовнішніх та внутрішніх стін складається з наступних етапів:

1. Підготовчі роботи охоплюють:

- перевірку геодезичних відміток;
- очищення основи;
- установку порядовок;
- натягування причалки;
- подачу матеріалів до робочого місця.

2. Основні процеси мурування

3. Укладання розчину шаром 10–12 мм

4. Укладання цегли з перев'язкою швів

5.Осаджування цегли кельмою

6.Заповнення вертикальних швів

7.Перевірка горизонтальності та вертикальності

8.Розшивка швів (за проектом)

Товщина швів горизонтальних — 10–12 мм, вертикальних — 8–10 мм.

Перев'язка кладки буває однорядна (ланцюгова) та багаторядна.

Контролюється відповідність матеріалів проекту( марка цегли та розчину); товщина та заповнення швів; перев'язка цегли; вертикальність і горизонтальність стін.

Допустимі відхилення при виконанні робіт:

- по вертикалі — до 10 мм на поверх;
- по товщині стіни —  $\pm 10$  мм;
- по горизонталі ряду —  $\pm 5$  мм.

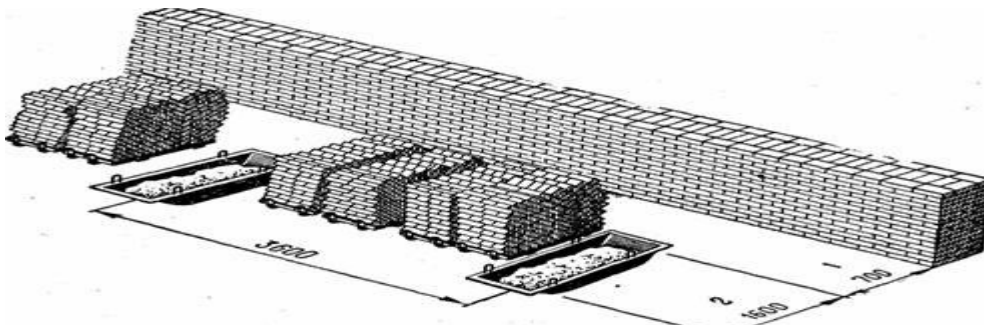


Рис 3.1.Організація робочого місця і схема розміщення матеріалів

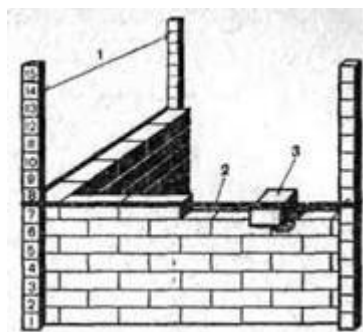


Рис. 3.2 Влаштування порядовок цегли -маяків та причалки

1 — порядовки; 2 — причалка; 3 — цегла-маяк

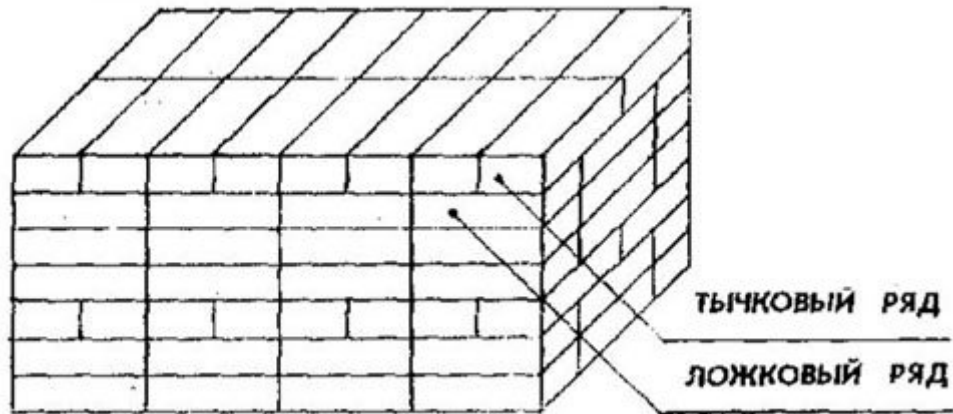


Рис. 3.3 Фрагмент багаторядної цегляної кладки.

### Вимоги з охорони праці

- роботи на висоті виконувати з інвентарних риштувань;
- заборонено складати матеріали на краю перекриттів;
- заборонено перевантажувати перекриття матеріалами;
- працівники повинні бути забезпечені ЗІЗ;
- заборонено працювати при сильному вітрі та ожеледиці.

### Розрахунок потреби в матеріально-технічних ресурсах

Таблиця 3.1 Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Найменування	Тип, марка	Один. виміру	Кількість
1.	Цегла керамічна, одинарна, повнотіла, 250x120x65 мм	Марка М100	1000 шт	34,01
2.	Розчин готовий, важкий, цементно-вапняний	Марка М75	м <sup>3</sup>	21,480
3.	Проволока арматурна	Клас Вр-І, Ф3 мм	т.	0,664
4.	Вода		м <sup>3</sup>	3,945

Таблиця 3.2 Відомість машин механізмів, інструменту, оснастки

№ п/п	Найменування	Нормативний документ	К-ть шт.	Примітки
1	Установка УПР-2Г	—	1	Применя підтрів відна розчину
2	Машина ручна свердильна електрична	—	1	Свердління отворів
3	Ящик місткістю Q1- Q27 м³	—	6	Зберігання розчину
4	Бункер місткістю Q8- 11 м³ зі щетковим затвором	—	2	Годна розчину
5	Риштування ПУ-4 безперервного підйому	ГОСТ 24258-88	5	Висоання камяної кладки
6	Драбина	—	5	Підйомна риштування
7	Ємність 1м³	—	1	Зберігання води
8	Контейнер	ГОСТ 18477-79	1	Збр будівельного сміття
9	Захват	ГОСТ 22661-77	1	Захват і підйом піддонів
Д	Мяк приральний	—	2	Підтримання швира
П	Мілоток кірочка	ГОСТ 1042-83	6	Скопання та тепання цегли
С	Скребок	ТУ 22-4691-80	1	Очищення рштувань
В	Кельма КБ	ГОСТ 9533-81	8	Розрівнювання розчину, затворення швів
И	Лопата розниова	ГОСТ 19596-87	6	Підготування розчину, його годна
Б	Капронова вологоць, 100м	—	2	Контроль горизонтальності рядів
Б	Скоба приральна	—	4	Контроль горизонтальності рядів
П	Рейка горизонтальна	—	2	Дотримання горизонтальності рядів
В	Метр складний дерев'яний	ТУ 206-76	8	Лнійні замери
Д	Виток сталевий будівельний СТ-400	ГОСТ 7948-80	4	Підтримання вертикальності
Д	Скупяри захисні	ГОСТ 12403-88Е	2	Защита захисту очей
Д	Рукавиці гумові (гара)	ТУ 38.106.00-82	3	Защита захисту рук
Д	Капка будівельна	ГОСТ 124087-84	3	Защита від ударів по голови

## Техніко-економічні показники

- продуктивність муляра — 1,2–1,5 м³ кладки/зміну;
- витрата цегли — 394 шт/м³ кладки;
- витрата розчину — 0,23–0,25 м³/м³ кладки.

Технологічна карта є обов'язковою для виконання робіт та підлягає коригуванню з урахуванням конкретних умов будівництва. Дотримання даної технологічної карти забезпечує належну якість, міцність і довговічність цегляних стін.

## РОЗДІЛ 4. НАУКОВА РОБОТА

### 4.1. Дослідженням ударних навантажень

Проблема впливу ударних навантажень на будівельні конструкції набуває особливої важливості в сучасних умовах, коли будівлі та споруди експлуатуються в середовищі підвищених ризиків — техногенних, природних та воєнних. [59]

Ударні навантаження — це сили, що виникають внаслідок різких, короткочасних поштовхів, ударів або нерівномірного руху, які можуть спричинити руйнування матеріалів. Вони відрізняються від статичних навантажень тим, що діють нерівномірно та мають короткочасний характер. Наприклад, ударні навантаження виникають при русі ходових коліс кранів на стиках рейок або при наїзді на упори. До епізодичних (особливих) ударних навантажень згідно з державними будівельними нормами (ДБН В.1.2-6-2008) належать:

- Впливи від вибухів (ударні хвилі) — особливо актуально в умовах воєнних дій або техногенних катастроф.
- Навал суден на причальні споруди.
- Сейсмічні впливи (хоча їх часто розглядають окремо, вони мають динамічний, ударний характер).
- Навантаження від різких переміщень важких предметів або обладнання.
- Впливи під час будівельних робіт, наприклад, від падіння матеріалів або роботи вібраційних машин.
- Навантаження від руху важкої техніки на промислових підлогах.

У сучасному будівництві конструкції дедалі частіше зазнають дії короткочасних, інтенсивних динамічних впливів, таких як сейсмічні коливання, вибухи, удари, транспортні вібрації, аварійні обвалення. Вивчення ударних навантажень є надзвичайно важливим для підвищення надійності, безпеки та довговічності будівель і споруд, особливо в умовах воєнних дій, промислових аварій чи екстремальних експлуатаційних ситуацій.

Ударне навантаження - короткочасна дія сили, що викликає різку зміну швидкості частин конструкції та появу значних інерційних сил, які можуть

спричинити значні деформації або навіть руйнування конструкцій, якщо вони не були враховані при проектуванні. На відміну від статичних навантажень, ударні навантаження відрізняються від статичних навантажень своєю швидкістю та динамічним характером, мають імпульсний характер і залежать не лише від величини сили, а й від часу її дії та швидкості прикладання. Вони відрізняються від динамічних навантажень (наприклад, вібрацій), хоча обидва типи є динамічними, тобто змінюються з часом. Для протидії ударним навантаженням використовуються матеріали та конструктивні рішення, стійкі до таких впливів.

Прикладами ударних навантажень є зіткнення транспортних засобів з опорами або стінами, падіння вантажів або будівельних елементів під час монтажу чи демонтажу, вибухи (у військових або промислових умовах), експлуатація механізмів, що створюють вібрацію або ударні імпульси (наприклад, молоти, преси). Механічними джерелами ударних навантажень є рух транспортних засобів по нерівностях, наїзд на перешкоди, робота машин та механізмів. Наслідки ударних навантажень для матеріалів - руйнування, злам, деформація.

Сучасне будівництво потребує рішень, здатних забезпечити стійкість, надійність та безпеку споруд при короткочасних, але надзвичайно інтенсивних динамічних впливах — таких, як:

- удари важких предметів при монтажних або аварійних ситуаціях;
- сейсмічні імпульси та вибухові дії;
- ударні хвилі від техногенних чи воєнних вибухів;
- аварійні зіткнення транспортних засобів зі спорудами.

Розрахунок на дію ударного навантаження проводиться у так званій технічній теорії удару, в основу якої покладені такі припущення:

1. Під час удару виникають пружні деформації.
2. Для ударного навантаження матеріалу розраховуваного елемента конструкції дійсний закон Гука.
3. Удар вважається абсолютно непружним.
4. Масою пружної системи можна нехтувати.

5.Робота падаючого тіла переходить у потенціальну енергію деформації конструкції.

Ударні навантаження на будівельні конструкції супроводжуються комплексом негативних впливів, такі як механічні пошкодження та деформації матеріалів, порушення цілісності несучих елементів, виникнення значних напружень, які можуть перевищувати розрахункову міцність матеріалів, сейсмовибухові навантаження (вторинний ефект від ударної хвилі, що передається через ґрунт).

Класифікація ударних навантажень:

Механічні — падіння предметів, зіткнення машин, обвалення частин будівлі.

Вибухові — тиск вибухової хвилі.

Сейсмічні — ударні імпульси при землетрусах.

Технологічні — динаміка роботи молотів, пресів, бурових установок.

Проектування будівель, що зазнають або можуть зазнати ударних навантажень (наприклад, захисних споруд, мостів, гідротехнічних об'єктів), вимагає спеціальних розрахунків. В Україні основним документом, що регулює навантаження і впливи, є ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування». [10] Для розрахунку використовують методи динамічного аналізу, часто із застосуванням чисельного моделювання для отримання точних даних про напруження та деформації. У деяких випадках ударні навантаження можуть бути перетворені на еквівалентні статичні для спрощення розрахунків. При розрахунках застосовуються підвищені коефіцієнти надійності, що враховують непередбачуваність та інтенсивність таких впливів.

Основні фізико-механічні характеристики удару:

Імпульс сили:

$$I = \int F(t) dt$$

де  $F(t)$  — змінна сила удару,  $t$  — час дії.

Енергія удару:

$$E = 2mv^2$$

де  $m$  — маса тіла,  $v$  — швидкість перед зіткненням.

Коефіцієнт відновлення (пружності) удару:

$$e = v_1 v_2$$

де  $v_1, v_2$  — швидкості до і після удару.

Розрахункові схеми впливу удару на конструкцію:

Рівняння динамічної рівноваги:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t)$$

де

$m$  — маса конструкції,

$c$  — коефіцієнт демпфування,

$k$  — жорсткість,

$x$  — переміщення,

$F(t)$  — прикладена ударна сила.

Коефіцієнт динамічності:

$$\varphi = \sigma_{\text{stat}} \sigma_{\text{dyn}}$$

Зазвичай  $\varphi = 2 \dots 5$  - для короткочасних ударів.

Поведінка матеріалів під дією ударних навантажень:

Бетон: крихкий, знижує міцність при повторних імпульсах; ефективно зміцнюється за рахунок сталевих або композитної арматури.

Сталь: добре витримує короткочасні навантаження, але схильна до втрати в'язкості при низьких температурах.

Композити (FRP): мають високий питомий опір удару, не зазнають корозії, проте руйнуються без попередження.

Методи захисту конструкцій від ударних впливів:

Підсилення елементів – армування сталевими або композитними елементами.

Амортизаційні системи – пружні опори, демпфери, гумові або поліуретанові прокладки.

Енергопоглинаючі шари – пінополімери, полімерцементні покриття, армобетон.

Сейсмостійкі рішення – базові ізолятори, гнучкі зв'язки, роздільні деформаційні шви.

Для зменшення ударних навантажень в інженерії застосовують амортизуючі елементи, зменшення швидкості руху, використання більш міцних матеріалів.

Для підвищення стійкості конструкцій до ударних навантажень застосовуються різні заходи: правильний вибір матеріалів (деякі матеріали, як-от кругла труба, краще розподіляють напругу при ударі, ніж профільні аналоги); використання матеріалів з високою пружністю та пластичністю, здатних поглинати або розсіяти енергію удару без крихкого руйнування є ключовим для безпеки будівлі; посилення конструкцій додатковими елементами, такими як сталеві канати або арматура, застосування амортизуючих прокладок, спеціальні конструктивні рішення, наприклад, для захисних споруд та бункерів, а також перевірка стійкості матеріалів та конструкцій до ударних навантажень проводяться спеціальні ударні випробування.

Розуміння процесів, що відбуваються у матеріалах і конструкціях під час ударного навантаження, дозволяє:

- запобігати руйнуванням і жертвам,
- розробляти конструкції з підвищеною енергоємністю та стійкістю,
- застосовувати новітні матеріали — сталі з високою пластичністю, композити, енергопоглинаючі покриття, демпфери,
- вдосконалювати методи розрахунку з використанням числового моделювання (FEM, LS-DYNA, ABAQUS).

Результатами сучасних досліджень є експериментальні випробування бетонних плит, які показали, що при використанні вуглепластикової арматури підвищує ударну міцність на 30–40 %; введення сталевих волокон (1,0–1,5 % об'єму) збільшує енергію руйнування бетону в 2–3 рази. Комп'ютерне моделювання (ANSYS, LS-DYNA) дозволяє точно прогнозувати напружено-деформований стан при короткочасних імпульсах. При дослідженні сталевих балок виявлено, що збільшення швидкості удару вдвічі підвищує максимальні напруження в середньому на 70–80 %.

В умовах сучасної України ця тема має виняткове практичне значення, адже при відбудові інфраструктури після бойових дій потрібно забезпечити ударостійкість і вибухостійкість нових споруд, особливо об'єктів критичної інфраструктури, мостів, укриттів, промислових будівель.

Отже, дослідження ударних навантажень у будівництві — це важливий напрям сучасної інженерної науки, спрямований на підвищення надійності, безпеки та довговічності конструкцій у складних умовах експлуатації.

Висновки.

1. Ударні навантаження — це складні короткочасні динамічні впливи, що суттєво змінюють поведінку конструкцій.
2. Традиційні статичні методи розрахунку не можуть адекватно оцінити наслідки ударів; потрібні динамічні моделі.
3. Сучасні технології (композитне армування, демпфування, сейсмоізоляція) значно підвищують ударостійкість споруд.
4. Підвищення безпеки вимагає системного підходу: експериментів, числового моделювання та моніторингу конструкцій.